

Beiträge zur Histologie der Echinodermen.

Von

Dr. **Otto Hamann,**

Privatdocenten der Zoologie in Göttingen.

II. Mittheilung.

1. **Das Nervensystem der pedaten Holothurien** (Fortsetzung);
2. **Die Cuvier'schen Organe**;
3. **Nervensystem und Sinnesorgane der Apedaten.**

Mit Tafel XX—XXII.

Nachdem ich in der ersten Mittheilung den Verlauf der Nerven in den Füßchen von Cucumaria geschildert habe, bleibt noch übrig diese Angaben an einem anderen Genus zu prüfen. Ich habe hierzu *Holothuria Polii* gewählt, welche mir lebend in mehreren Exemplaren zur Verfügung stand.

Weiterhin habe ich versucht den Verlauf der Nerven in den Rückenfüßchen, den sogenannten Hautpapillen, klar zu legen, so wie die Tentakel auf ihren histologischen Bau näher zu untersuchen.

Die Füßchen.

Eine gute Abbildung von *Holothuria Polii* findet man bei **DELLE CHIAJE**¹. Auf dieser sind die charakteristisch gefärbten Hautpapillen deutlich angegeben. Weiter hat dann **SELENKA**² einige Kalkkörper der Haut abgebildet. —

Das Genus *Holothuria* gehört zu den Aspidochoroten und besitzt außer den Saugfüßchen, welche auf der Bauchseite zerstreut stehen, auf

¹ **DELLE CHIAJE**, Memorie sulla storia e notomia degli animali senza vertebre. Figure, Tav. VI. Napoli 1822.

² **SELENKA**, Beiträge zur Anatomie und Systematik der Holothurien. Diese Zeitschrift. XVII. Bd. p. 324.

dem Rücken pyramidenähnliche Füßchen, welche in folgenden Merkmalen von ersteren sich unterscheiden.

Die Pyramidenfüßchen, wie ich diese Gebilde bezeichnen will, besitzen niemals eine Saugscheibe; sie sind konisch zugespitzt. Die Farbe ist von den Bauchfüßchen abweichend. Während nämlich letztere tief-schwarz gefärbt sind, wie der Körper überhaupt, so sind die ersteren in ihrem Endtheil weiß gefärbt. Betrachtet man ein solches ausgestrecktes Pyramidenfüßchen (vgl. Fig. 4); so sieht man, wie das schwarze Pigment etwa bis zur halben Höhe des ganzen Organes reicht, um hier plötzlich aufzuhören. Der obere Theil ist rein weiß und trägt auf seinem Ende eine kreisrunde schwarz gefärbte Platte oder Scheibe. Reizt man nun ein Füßchen, so stülpt es sich sofort ein und zwar tief in die Haut des Körpers hinein, so dass man an der Körperoberfläche oft kaum erkennen kann, dass hier vordem ein solches Gebilde hervorragte. Der oberste Theil der Pyramide, welcher schwarz gefärbt erscheint, kann sich ebenfalls zurückziehen, so dass dann eine grubenförmige Vertiefung entsteht (Fig. 3).

In Fig. 2 ist der oberste Theil eines Pyramidenfüßchens nach einem Kanadabalsampräparat dargestellt. Man sieht durch die Epidermis hindurchscheinend die beiden verschiedenen Formen von Kalkkörpern, nämlich erstens runde radförmig gebildete Formen und zweites stangenartige Gebilde. Erstere sind in ihren verschiedenen Entwicklungsstadien in Fig. 4 abgebildet. Die Größe dieser letzteren Gebilde beträgt in ihren drei Stadien 0,02, 0,024 und 0,035 mm. Die Stäbchen messen circa 0,14 mm.

Was nun den feineren Bau dieser Pyramiden anlangt, so ist Folgendes zu bemerken.

Zunächst sei in Betreff der Konservirung hervorgehoben, dass Osmium-Chromsäure sich sehr gut eignet die Gewebe zu härten und eine Färbung mit einer essigsäuren Karminlösung gute Dienste leistet. Man erzielt mit letzterem eine ausgezeichnete Färbung der Nervenfasern, welche nicht in gleicher Weise mit anderen Mitteln zu erreichen ist.

Fertigt man nun Längsschnitte durch eine Pyramide an, welche den Endtheil eingestülpt hat, so kann man Folgendes beobachten.

Das Epithel der Pyramide setzt sich am Apicalende in das des halbkugelförmigen Endes fort, in dem aber die Zellen des letzteren stärker verlängert erscheinen. Es sind feine fadenförmige Zellgebilde, welche den Kern in einer Anschwellung tragen und welche sich in feine Fortsätze verlängern. Sobald der Endtheil eingestülpt ist, ragt die Umgebung des Füßchens als wallförmige Erhebung hervor und kann als

Ringwall bezeichnet werden. Die Zellen des Ringwalles (vgl. Fig. 6) sind untermischt mit Epitheldrüsenzellen (*dr*), welche einen fein granulirten Inhalt besitzen. Betrachtet man diese Zellen von der Fläche, so erhält man ein Bild, wie es in Fig. 7 dargestellt ist. — Der bei Weitem größte Theil der Pyramiden wird von der Cutis gebildet, also von dem Bindegewebe, das aus einer hyalinen Grundsubstanz und Fibrillen besteht. Dazwischen finden sich die Plasmawanderzellen (vgl. I. Mittheilung) zerstreut liegend. Nach innen folgt eine Längsmuskelschicht und das innere Epithel, welches den Kanal auskleidet, welcher sich in jedem Pyramidenfüßchen findet.

In jedem dieser Organe findet sich ein starker Nervenstrang, welcher in dem Bindegewebe eingelagert angetroffen wird. Er setzt sich zusammen aus Epithelstützzellen, zwischen deren Fortsätzen die Nerven-fibrillen verlaufen. Diese bilden unterhalb der Apicalscheibe eine Platte, indem hier die Fortsätze der Epithelsinneszellen in der Nerven-fibrillenschicht verlaufen (vgl. Fig. 8). Eine Isolirung der einzelnen Zellelemente ist sehr schwierig und gelingt es nur bei großer Geduld sich davon zu überzeugen, dass hier wirklich ein Übergang der Fortsätze der die Scheibe zusammensetzenden Zellen in die Fibrillenschicht vorliegt. In Fig. 5 erscheint auf dem Längsschnitte das Pigment der Endscheibe theilweise entfernt, während Fig. 8 nach einem Präparat angefertigt ist, in welchem dasselbe vollkommen entfernt war. Zwischen den Nerven-fibrillen findet man Ganglienzellen regellos zerstreut, in welchen der Kern von nur wenig Plasma umhüllt wird.

Die Saugfüßchen, welche die ventrale Fläche der Holothurien besetzen, zeichnen sich, wie schon angegeben, durch eine Saugplatte aus. Dieselbe besitzt die gleiche Farbe, welche auf dem Füßchen und dem Körper überhaupt angetroffen wird. Am besten geschieht die Untersuchung auf Längsschnitten. In Fig. 9 ist ein solcher durch die Achse eines Füßchens gelegter Schnitt abgebildet.

Auf das Außenepithel, die Epidermis, folgt das Bindegewebe, in welchem zwei Lagen unterschieden werden können, nämlich eine äußere, dem Außenepithel anliegende, und eine innere. Letztere zeichnet sich durch einen größeren Reichthum an Fibrillen aus. Auch hier kommen die Plasmawanderzellen in großer Anzahl vor. Auf die Bindegewebs-schicht folgt weiterhin die Längsmuscularis und das Innenepithel (*e*¹).

Ein Querschnitt durch den mittleren Theil eines Saugfüßchens zeigt den Verlauf des Nerven am besten. Zu jedem Füßchen geht ein Nervenstrang (vgl. Fig. 10 *qnf*), der auf dem Querschnitt getroffen erscheint und so das Ansehen einer fein punktirten Masse bietet. Der Nerv zeigt denselben Zusammenhang wie der der Pyramidenfüßchen und verweise

ich deshalb auf die oben gegebene Darstellung. Da der Bau auch der übrigen Gewebe des Saugfußchens mit denen der Pyramidenfüßchen übereinstimmt, so könnte der abgebildete Querschnitt eben so gut für den eines solchen gelten, da ja nur das Apicalende abweichend gestaltet ist.

Die Saugplatte zeigt folgenden Bau. Die Epidermis besteht aus langen Zellen von palissadenförmiger Gestalt. Sie geht über in die des Ringwulstes, dessen Zellen einen weit geringeren Längsdurchmesser besitzen. Es lassen sich zwei verschiedene Zellelemente in der Epidermis der Saugplatte unterscheiden. Erstens trifft man cylinderförmige Zellen an, welche übergehen mit feinen Fibrillen in eine Faserlage, welche unmittelbar unterhalb der Zellen ihren Verlauf nimmt, und welche als die Nervenschicht anzusehen ist. Zweitens aber findet man Zellen von ähnlichem Bau mit stärkeren Fortsätzen versehen, welche die Nervenschicht senkrecht durchsetzen und in dem Bindegewebe endigen, oder vielmehr in demselben zu verlaufen scheinen. Diesen Übergang der Fortsätze der Epithelstützzellen in das Bindegewebe habe ich hier zum ersten Mal beobachtet. Bei keinem Saugfußchen einer anderen Art ist mir diese Erscheinung bisher aufgefallen.

In Fig. 11 ist ein Stück eines Längsschnittes durch die Saugplatte stärker vergrößert wiedergegeben.

Die Längsmuscularis hört in gleicher Höhe mit dem Kanal auf. Es besteht also in so fern ein Unterschied zwischen den Saugfußchen und den Pyramiden, indem bei letzteren die Längsmuskeln oberhalb des blind endigenden Kanals konvergiren. In der Binde substanz der Saugplatte finden sich Kalkkörper vor. Ihre Lage ist aus Fig. 9 zu erkennen. Mit *m* sind die Maschen bezeichnet, in welchen sie liegen.

In der letzten Mittheilung habe ich von *Cucumaria Planci* ebenfalls die Nervenschicht beschrieben, welche unterhalb der Epidermis der Saugplatte sich vorfand, konnte jedoch über die Zusammensetzung der Epithelzellen selbst nichts Genaueres angeben, da sich bei der genannten Art die einzelnen Zellen nicht oder ungenügend trennen ließen. Dass aber auch Epithelstützzellen und Sinneszellen vorliegen, scheint mir außer Zweifel zu stehen.

Die Tentakel.

Um den Mund herum stehen eine Anzahl von schildförmigen Tentakeln, an welchen man einen Stiel unterscheiden kann von dem oberen Theile, welcher mit kleinen Köpfchen besetzt erscheint. Zwischen diesen letzteren, den Capitulis, finden sich längere Gebilde, von mehr fadenförmiger Gestalt, auf welche sich das gewöhnliche Epithel des

Tentakelstiels fortsetzt, während das Epithel der Capitula eine abweichende Form besitzt.

In jedem Tentakel findet sich ein Stielkanal, welcher Äste entsendet in jedes Capitulum. Diese Äste enden hier blind.

Auf die Epidermis folgt das stark entwickelte Bindegewebe, auf welches wiederum eine Längsmuscularis mit dem Epithel folgt, welches das Kanallumen auskleidet.

Das Epithel der einzelnen Köpfchen des Tentakels zeigt nun folgende Bildungen. Die Zellen sind von fadenförmiger Gestalt und verlängern sich in Fortsätze. An Macerationspräparaten gelingt es zweierlei Formen solcher Fortsätze zu unterscheiden, nämlich erstens stärkere, wie ich sie schon an den Stützzellen der Asteriden beschrieben habe und zweitens feinere Fibrillen, welche ein Geflecht bilden. Auf den Längsschnitten findet man dasselbe wieder als eine unterhalb des Epithels liegende theils fein gekörnte, theils gestreifte Schicht, je nachdem die einzelnen Fibrillen der Quere oder der Länge nach durch den Schnitt getroffen worden sind. Besonders schön gelingt es diese Schicht zu demonstrieren, wenn man die Gewebe mit essigsaurem Karmin färbt. Es treten dann die einzelnen Gewebe als Bindegewebe, Epithel und Nervenfibrillen in verschiedenen Farbennuancen hervor. — Die Epithelstützzellen enden unterhalb der Fibrillenschicht. Ein Übergang ihrer Fortsätze in das Bindegewebe konnte nicht beobachtet werden.

Es setzen sich nun die einzelnen Fibrillen der Epithelsinneszellen fort in den Nervenstrang der Köpfchen, welche als Äste des großen im Stiel des Tentakels verlaufenden Nervenzuges anzusehen sind. Der Nerv liegt auch hier der Längsmuscularis auf und ist in das Bindegewebe eingebettet.

Über Nervenendigungen in den Tentakeln sind bisher keine Angaben gemacht worden. SEMPER¹ beschreibt nur die langen Epithelzellen der »Endschichten der Füßchen und der Endäste der Tentakel« und stellt diese cylinderförmigen Zellen in Parallele mit denjenigen Zellen, welche er in den Hautpapillen einer Anapta gefunden hat. Dass diese Anschauung vollkommen den Thatsachen entspricht, werde ich unten bei der Besprechung dieser sogenannten Hautpapillen hervorzuheben haben².

¹ SEMPER, Holothurienwerk, p. 153.

² Ich erwähne an dieser Stelle, dass THÉEL vor Kurzem (Report on the Holothuridae dredged by H. M. S. Challenger, 1882) einige organologische Beobachtungen über das Nervensystem gegeben hat, über die histologische Struktur jedoch nichts mittheilt. p. 129.

Die Cuvier'schen Organe.

(Vgl. Fig. 17—22.)

Ich werde sogleich mit der Beschreibung des histologischen Baues beginnen und behalte mir vor in einem Anhang über die Lage dieser Organe bei den Holothurien Näheres mitzuthemen.

Die CUVIER'schen Organe sind Schläuche, welche von dem Thier durch den After entleert werden, sobald es gereizt wird. Die Hervorstülpung geschieht in folgender Weise. Es werden auf einmal mehrere Schläuche aus der Afteröffnung hervorgeschnellt, welche, sobald sie in das Wasser herausgetreten sind, sich plötzlich zu einer enormen Länge ausdehnen können.

Indem nun ein solcher Schlauch nach dem anderen hervorgeschnellt wird, entsteht eine große Masse von wenigen Millimeter breiten Fäden. Berührt man mit irgend welchem Gegenstand einen solchen Faden, so haftet derselbe fest an und ist nicht wieder zu entfernen. Diese Thatsache weist darauf hin, dass hier ein Sekret vorliegen muss, welches dieses Festhaften bewirkt.

Nach SEMPER's¹ Untersuchungen sollen sich folgende Verhältnisse vorfinden. Bei der Gattung *Holothuria* überkleidet diese Organe nach diesem Forscher ein feines Wimperepithel. Dicht unter demselben soll »eine in Querfalten gelegte zellige Membran« sich finden, »welche mit jener ersten gar nicht in Verbindung zu stehen scheint, obgleich sie im Leben dicht an einander liegen«. »Von der zweizelligen Haut eng umschlossen,« fährt SEMPER fort, »ist ein bindegewebiger durch und durch massiver Strang, welcher außer den bekannten Elementen des Bindegewebes, . . . noch Fasern zeigt, die muskulös zu sein scheinen.« Hierauf folgt eine Beschreibung der verschiedenen Lagen der Bindesubstanz. SEMPER erklärt die CUVIER'schen Organe für Waffen und hebt hervor, dass nur diejenigen Organe eine klebrige Beschaffenheit zeigen, welche »eine gerippte oder gefaltete innere Zellhaut besitzen«. Welche Bewandnis es mit dieser sogenannten Zellhaut hat, werde ich sofort zeigen. —

Betrachtet man einen CUVIER'schen Schlauch, so sieht man unterhalb seiner Epithelschicht, deren Elemente abgeplattete wimpernde (SEMPER) Zellen sind, eine eigenthümliche Streifung. Diese eigenthümliche Streifung (vgl. Fig. 24) besteht in sich stark abhebenden Streifen, welche parallel zu einander ringförmig verlaufen und welche dadurch zu Stande gekommen sind, dass Drüsenzellen in besonderen Reihen angeordnet sich vorfinden.

¹ SEMPER, *Holothurien*, p. 436.

Ein Querschnitt durch einen solchen Schlauch zeigt folgendes Verhalten. Nach außen das Epithel (*ep*) und hierauf die Drüsenschicht. Die Achse des Gebildes wird von dem Bindegewebe eingenommen, welches in zwei verschiedene Lagen getrennt erscheint durch die Muskulatur, welche in derselben eingebettet liegt. Auf die Längsmuskeln, welche zu Bündeln vereinigt sich finden, folgt die Ringmuskelschicht (vgl. Fig. 17 und Fig. 20).

Die Fibrillen der Binde substanz zeigen in der Achse des Schlauches eine ringförmige Anordnung, während diejenige Lage, welche zwischen Drüsenschicht und Muskulatur gelegen ist, eine radiäre Anordnung ihrer Fasern zeigt (Fig. 20). Der Verlauf der Ring- und Längsmuskeln ist aus Fig. 19 zu ersehen, welche eine Flächenansicht vorstellt. Die Längsmuskeln erscheinen hier deutlich zu Bündeln vereinigt, während die Ringfasern bestimmte Intervalle zwischen sich lassend verlaufen.

An den herausgeschleuderten Schläuchen trifft man in der Achse stets einen Kanal an, welcher bald ein großes Lumen besitzt, bald aber kaum zu erkennen ist. Ich glaube, dass derselbe durch Zerreißen entstanden ist, zumal SEMPER als ganz sicher feststehend angiebt, dass ein Kanal nicht existire. Sobald ich frisches Material erhalten habe, werde ich diesen Punkt nochmals untersuchen und im Anhang Nachricht geben.

Was nun die Hauptschicht anlangt, welche dem Schlauche seine Funktion bestimmt, so habe ich Folgendes gefunden. Es finden sich unterhalb des Plattenepithels Drüsenschläuche vor, welche in Reihen angeordnet stehen, so dass man auf Längsschnitten ein Bild erhält, wie es Fig. 18 zeigt. Man sieht hier, dass einfache Zellschläuche abwechseln mit solchen, welche traubenförmig oder gelappt scheinen. Der Inhalt eines solchen Drüsenschlauches ist mit einer fein gekörnten Substanz erfüllt, oder aber die schlauchartigen Zellen scheinen ihr Sekret abzugeben zu haben und ist ihr Durchmesser dann geringer als bei denjenigen, welche einen fein gekörnten Inhalt besitzen (Fig. 22). — Diese Drüsenschicht ist dieselbe Schicht, welche SEMPER als »eine in Querfalten gelegte zellige Membran« beschrieb.

Es ist somit erwiesen, dass die klebrige Masse, welche die CUVIERschen Organe ausscheiden, nur von dieser Drüsenschicht producirt werden kann und dass dieses Sekret die Organe befähigt als Waffen zu dienen, eine Funktion, welche ihnen SEMPER bereits zugeschrieben hat.

In neuester Zeit sind von JOURDAIN¹ verschiedene Mittheilungen über histologische Verhältnisse der Echinodermen gemacht worden. Er

¹ JOURDAIN, Comptes Rendus. XCIV. 1882. p. 1206—1208. Über den Darmtractus der Holothurien finden sich Angaben ebenda, XCV, p. 565—566 und den Geschlechtsapparat, XCV, p. 252—254.

hat die zwei Muskellagen bereits gesehen und behauptet das Vorkommen eines Kanales in der Achse. Da seine Angaben jedoch ohne Abbildungen erschienen sind, sind sie zum Theil mir nicht verständlich.

Nervensystem von *Synapta digitata*.

Seit den Untersuchungen von JOH. MÜLLER¹, BAUR² und SEMPER³ über die Synaptiden ist die Histologie dieser Gruppe nicht in Angriff genommen worden. Die wenigen Bemerkungen von SEMPER über die Nervenendigungen in der Haut sind bis jetzt die einzigen geblieben.

Die nächstfolgenden Zeilen sollen vor Allem den Verlauf der Nerven im Körper klar stellen und die Endigungen derselben in der Haut und in den Sinnesorganen besprechen.

Der Nervenring wurde zuerst bei *Synapta digitata* von BAUR⁴ beschrieben als ein weißer, rundlicher, kreisförmiger Strang, welcher an der Innenseite des Kalkringes liegt. Von ihm aus gehen fünf Hauptstämme zu den fünf Längsmuskeln der Leibeshöhle. Über den Verlauf eines Nerven im Darmtractus finden wir nichts angegeben, wohl aber über den Abgang von Nerven zu den Tentakeln. Von dem Außenrande des Nervenringes gehen nach BAUR Äste ab, von welchen je einer in einen der zwölf Tentakel verläuft. Den weiteren Verlauf innerhalb derselben konnte er jedoch nicht verfolgen.

Merkwürdig sind die Angaben BAUR's über den histologischen Bau des Nerven. Sowohl der Nervenring als die peripherischen Theile sollen Röhren vorstellen, welche einen Kanal enthalten. Der Inhalt der Röhre, die den »Nervenkanal begrenzende Nervensubstanz«, besteht aus großen runden oft in Reihen stehenden Körperchen, die er mit Zellkernen vergleicht, während zwischen ihnen eine Zwischensubstanz nicht vorhanden, oder doch nur sehr sparsam entwickelt sei. An diese Beobachtungen knüpft BAUR eine Reihe von Hypothesen, die für unsere Zwecke ohne Werth sind, da wir über den histologischen Bau der Nerven vermittels neuer Methoden einen anderen Begriff uns machen können.

Nächst BAUR hat SEMPER⁵ das Nervensystem der Holothurien einer Betrachtung unterworfen, jedoch mehr nach der anatomischen Seite hin.

Ich schließe gleich meine eigenen Untersuchungen an.

¹ JOH. MÜLLER, Über *Synapta digitata* und die Erzeugung von Schnecken in Holothurien. Berlin 1852.

² BAUR, Beiträge zur Naturgeschichte der *Synapta digitata*. Nova Acta. K. L.-C. D. Akad. d. Naturf. Dresden 1864.

³ SEMPER, Holothurienwerk.

⁴ BAUR, Beiträge zur Naturgeschichte der *Synapta digitata*. 4. Abhandlung. p. 36.

⁵ SEMPER, Holothurien, p. 449.

Der Ringnerv und die fünf Radialnerven.

Der Ringnerv von *Synapta digitata* verläuft, wie schon BAUR richtig angegeben hat, innerhalb des Kalkringes in dem Bindegewebe liegend. In Figur 25 ist derselbe auf dem Querschnitt getroffen abgebildet (*grmf*). Die histologische Zusammensetzung desselben ist folgende. Der größte Theil desselben wird gebildet von ringförmig verlaufenden Fibrillen, den Nervenfasern, zwischen denen sich Zellen in unregelmäßiger Anordnung zerstreut vorfinden. Diese eigentliche Nervenfaserschicht wird von Fortsätzen durchsetzt, welche von Zellen ausgehen, die eine oberflächliche Schicht bilden. Diese Zellen mit ihren Fortsätzen sind als Epithelstützzellen zu bezeichnen. Sie sind homolog den Gebilden in der Epidermis der Asteriden, welche ich mit demselben Namen belegt habe. Der Nerv besteht mithin aus Epithelzellen, die den Verband mit dem Körperepithel aufgegeben haben, und mit den Nervenfibrillen, welche mit ersteren zusammen in das Bindegewebe zu liegen gekommen sind.

Ein Längsschnitt durch den Ringnerv (Fig. 23) zeigt uns die Zusammensetzung aus Epithelzellen und den eigentlichen Nervenfibrillen noch deutlicher. In der Figur sind nur die Kerne der Ganglienzellen angegeben, da das Plasma derselben durch Karmin sich nur wenig tingirt und bei schwacher Vergrößerung kaum oder überhaupt nicht zu sehen ist. — Von dem Nervenring gehen zunächst fünf als Radialnerven bezeichnete Nervenzüge ab. Ein Querschnitt durch die Körperwand zeigt uns Folgendes. Auf die Epidermis folgt die Bindesubstanzschicht, in deren Tiefe der Nerv verläuft. Unterhalb derselben verläuft ein Gefäß, hierauf folgt die Ringmuscularis und der auf dem Querschnitte getroffene Radialmuskel (Fig. 33).

Der Querschnitt durch den Radialnerv lässt uns erkennen, dass derselbe sich zwar aus denselben Gebilden zusammensetzt, wie der Ringnerv, dass jedoch ein dünner Strang sich durch die Nervenfasermasse hindurchzieht, welcher von dem Bindegewebe gebildet wird, da in demselben hier und da Zellen angetroffen werden, welche Bindegewebszellen gleichen. Dieser Strang theilt den Nerven in zwei Theile und mag wohl die Festigkeit des Gebildes erhöhen helfen.

Vom Radialnerv gehen Faserzüge ab, welche die Ringmuskeln versorgen, so wie weiterhin solche, welche zur Peripherie des Körpers, zur Epidermis verlaufen und hier in Tastpapillen enden, welche weiter unten besprochen werden sollen.

An dieser Stelle will ich der kleinen biskuitförmigen Kalkkörper gedenken, welche rings um den Radialnerv in großer Menge angetroffen werden (Fig. 33 *kk*). Sie finden sich überhaupt in dem Bindegewebe

zerstreut vor in verschiedenen Größen. Man findet viele solche Biskuitformen, welchen eine Bindegewebszelle eng anliegt. Jedenfalls geschieht die Ausscheidung eines solchen Gebildes von je einer Zelle. In Figur 39 sind einige Biskuitkalkkörper abgebildet worden. Merkwürdig ist, dass dieselben auch vereinzelt in der Muskulatur vorkommen, wo sie bereits JOH. MÜLLER¹ gefunden hat. Selbstverständlich entstehen sie hier auch in dem Bindegewebe, welches sich zwischen den Muskelfasern findet. Diese Körper zeigen eine konzentrische Schichtung oft sehr deutlich.

Vom Ringnerv gehen nun die weiteren Nervenzüge ab zu den Tentakeln, deren Bau ich sogleich beschreiben will.

Die Sinnesorgane auf den Tentakeln.

(Vgl. Fig. 29 und 30.)

Synapta digitata besitzt zwanzig Tentakel, welche folgende Gestalt haben. Jeder Tentakel endet blind in einem Köpfcchen (vgl. Fig. 27 und 28), welches mit papillenartigen Erhebungen versehen ist. Um dieses Köpfcchen herum stehen vier fühlertartige Gebilde. Die kleinen Fühler stehen so, dass sie das Ende des Tentakels in einem schiefen Halbkreis umgeben. Die beiden unteren stehen seitlich und mehr nach außen, während die beiden oberen mehr der Innenseite des Tentakels angehören, wie JOH. MÜLLER schon beschrieben hat. Figur 27 zeigt einen Tentakel von der Innenseite. Die vier Fühlerchen sind dem Mund zugewendet. In der nebenan stehenden Figur 28 ist der Tentakel von außen gesehen dargestellt. — In jedem Tentakel findet sich nun eine Fortsetzung des Wassergefäßringes und ein Nervenstamm. Von letzterem gehen dann einzelne Nervenäste ab in die vier Fühlerchen, und enden hier unterhalb der langen cylindrischen Epithelzellen.

Der Verlauf des Nerven in einem Fühlerchen gestaltet sich folgendermaßen (vgl. Fig. 49). Auf das den Kanal auskleidende Epithel folgt die Längsmuskulatur, und der ziemlich stark entwickelte Nervenzug. Auf dem Querschnitt zeigt derselbe das bekannte halbmondförmige Bild (Fig. 54). Auch hier liegt derselbe in dem Bindegewebe, auf welches die Epidermis folgt. Der Nervenzug durchbricht nun am Ende des Fühlerchens das Bindegewebe und bildet eine plattenförmige Lage unterhalb der Epidermiszellen, die sich wiederum scheiden lassen in Stützzellen und Sinneszellen. In der Epidermis der Fühlerchen kommen in großer Menge die eiförmigen Drüsenzellen vor, immer dicht unter der Cuticula stehend (Fig. 34). — Auf dem unteren Abschnitt der Tentakel finden sich auf der Innenseite gelegen eigenthümlich geformte Sinnes-

¹ JOH. MÜLLER, Über *Synapta digitata*.

organe vor, die bis jetzt noch nicht beschrieben worden sind. Diese Gebilde sind mit der Lupe deutlich zu erkennen. Sie stehen in unregelmäßiger Anordnung meist in zwei Reihen zusammen.

Geht man die Litteratur durch, so findet man von QUATREFAGES¹ auf der Innenseite der Tentakel von *Synapta Duvernaea* (*Synapta inhaerens* Düben und Koren) Saugnäpfe beschrieben und abgebildet. Dessgleichen hat JOH. MÜLLER² dieselben abgebildet, ohne aber ihren Bau näher zu untersuchen. Auch von BAUR werden dieselben erwähnt.

Ich glaube nun, dass diese Saugnäpfe identisch sind mit den so gleich zu beschreibenden Sinnesorganen. Die Deutung als Saugnäpfe ist gänzlich unbegründet und offenbar nur aus der Lage geschlossen. Auch findet sich irgend welche Untersuchung dieser Organe bei keinem der genannten Forscher angegeben. Sollten hier Saugnäpfe vorliegen, so müsste eine Muskulatur nachgewiesen werden, und diese ist nicht vorhanden.

Der Bau dieser Sinnesorgane ist folgender (vgl. Fig. 29 und 30). Die Organe sind von kugelige Gestalt; an derjenigen Seite, welche der Peripherie zugewendet ist, findet sich eine mehr oder minder tiefe Einbuchtung. Gegenüber dieser grubenförmigen Vertiefung tritt der Nerv aus dem Organe aus.

Die Hauptbestandtheile dieser Organe sind Zellen, welche radiär angeordnet sind und nach der Grube zu konvergiren. Die Zellen sind feine Gebilde, und haben den Kern nahe ihrer Basis liegen. Die Zellen sitzen auf der Hülle auf, welche das kugelige Organ umgiebt. In dem Centrum jedes Organes befindet sich weiter ein Gebilde, welches mit einer Knospe verglichen werden kann. Es setzt sich direkt fort in einen Nerv, welcher durch das Bindegewebe hindurch verläuft und in dem Tentakelnerv endet, oder besser von demselben aus entspringt. Die Zellen, welche die Knospe zusammensetzen, konvergiren mit ihren äußeren Enden nach der Grube des Organes, bilden mit dem den Kern bergenden mittleren Theile den bauchigen Theil der Knospe und konvergiren mit ihrem Endtheile, indem sie sich unmittelbar fortsetzen, in feine Fibrillen, welche dieselben Eigenschaften zeigen als die Nervenfibrillen des Tentakelnerven oder der Ringnerven. In diesem Nervenfibrillenstrang sind Zellen eingestreut, die als Ganglienzellen zu deuten sind. Die Form derselben ist kreisförmig, wie auf Querschnitten durch einen solchen Nervenstrang beobachtet werden kann.

Die Form dieser Sinnesknospe wie ihre Zusammensetzung erkennt

¹ Annales des sciences naturelles. 1842. Tome 17. Planche IV, Fig. 4.

² JOH. MÜLLER, *Synapta digitata*.

man am besten an Schnitten, von denen zwei in Figur 29 und 30 abgebildet sind. Ihr Durchmesser beträgt 0,4250—0,4714 mm.

An gut konservierten Exemplaren kann man sich noch überzeugen, dass im Leben die ganze Oberfläche der Sinnesknospe, so will ich diese Organe nennen, bewimpert gewesen ist. Eine Cuticula überzieht die Grube, wie überhaupt die ganze Epidermis.

Es tritt nun die Frage heran, welche Funktion sollen wir diesen Sinnesknospen zuschreiben? Können sie als Sehorgan oder als Gehör oder Riechgruben gelten?

Als Sehflecke können sie unmöglich angesehen werden, da jegliches Pigment in ihnen fehlt, wie ich mich glaube überzeugt zu haben, obgleich nur konserviertes Material mir zur Verfügung stand.

Als Gehörorgan wird man die Sinnesknospen auch nicht deuten können, so bleibt nur noch übrig, sie als Geruchs- oder Geschmacksorgane anzusehen. Ob nun eine solche Deutung berechtigt und begründet ist, lässt sich wohl kaum beweisen. Ich ziehe es daher vor, nicht dem jetzigen Gebrauch zu folgen, nach welchem jedem Sinnesorgan, sobald es eben entdeckt ist, eine bestimmte Funktion zugeschrieben wird, sondern lasse ihre Funktion dahingestellt sein und fasse meine Vermuthungen dahin zusammen, dass ich sage, die Sinnesknospen dienen möglicherweise als Tastorgane und stehen vielleicht mit der Ernährung in Zusammenhang, worauf ihre Lagerung auf der Innenseite der Tentakel deuten könnte.

Die Tastpapillen der Haut.

(Vgl. Fig. 34 und 32.)

Während bei den fußchenträgenden Holothurien die Füßchen als Bewegungsorgane dienen und zugleich als Tastapparate betrachtet werden müssen, oder aber wie bei *Holothuria Polii* und anderen Formen zwei verschiedene Arten solcher Organe vorkommen, indem die einen zur Fortbewegung dienen, die anderen als Sinnesorgane anzusprechen sind, so müssen bei den fußlosen Holothurien andere Sinnesorgane sich vorfinden.

Ist dies schon von vorn herein als wahrscheinlich vorauszusetzen, so ist durch die Untersuchungen von SEMPER¹ das Vorkommen bereits beschrieben worden.

Bekanntlich treten in der Haut der Synaptiden ankerartige Kalkgebilde auf, welche BAUR² näher geschildert hat. Diese Gebilde ragen nicht, wie SELENKA glaubte, über die Haut hervor, und dienen nicht zum

¹ SEMPER, Holothurienwerk.

² BAUR, a. a. O.

Festhaken der Thiere. Bereits QUATREFAGES und dann SEMPER haben dies bestritten. Die Anker liegen stets unter der Epidermis, der Epithelschicht, in der Cutis, dem Bindegewebe, eingebettet, in welcher letzterem sie auch ausgeschieden werden, wie überhaupt alle bei den Holothuriern vorkommenden Kalkgebilde.

Betrachtet man die Haut einer Synapta von außen, so erkennt man, dass dieselbe sich in Papillen erhebt, welche bald stark hervorragen, bald weniger deutlich zur Beobachtung kommen, je nach dem Kontraktionszustand des Thieres.

Das Epithel zeigt auf diesen Papillen eine Veränderung, welche bereits SEMPER beschreibt; es ist auffallend verdickt und bildet auf diese Weise die Erhebungen, oder Papillen. Die Zellen besitzen eine cylinderförmige Gestalt und übertreffen an Länge die gewöhnlichen Epidermismoleküle um mehr als das Doppelte oder Dreifache. Die Beschreibungen solcher Papillen giebt SEMPER von *Anapta gracilis* Semp. und *Synapta pseudo-digitata* Semp. Nach seiner Darstellung lassen sich Faserzüge unterscheiden, welche zu denjenigen Hautpapillen gehen, welche keine Kalkkörper enthalten. Diese Faserzüge deutet er als Nerven und zwar sollen sich dieselben vermittels einer ganglionären Endanschwellung an die Papillen anlegen.

Außer diesen Papillen, an welchen Nerven beobachtet worden sind, schließen sich andere an, welche Kalkkörper einschließen. Hier sind von SEMPER keine Nerven beobachtet worden; er glaubt jedoch, dass auch letztere als Sinnesorgane zu deuten seien, indem die Kalkanker mit ihren Kalkplatten das Tastvermögen verstärken sollen. Dem ist entgegenzuhalten, dass die Anker nicht bloß da in der Haut vorkommen, wo das Epithel stark verdickt erscheint, sondern auch unterhalb des gewöhnlichen Epithels. Die Ankerform der Kalkkörper ist zwar an sich merkwürdig, in Anbetracht jedoch der äußerst mannigfaltigen Formen, welche die Kalkgebilde annehmen können, meiner Meinung nach eben so verständlich als etwa die Stühlchen, Rädchenformen, und wie die anderen verschiedenen Bildungen alle benannt sein mögen, es sind. Dass in dem Reichthum der Bildungen auch Ankerformen auftreten, scheint mir einer besonderen Erklärung nicht bedürftig. Dass übrigens die Anker zufällig aus der Epidermis hervortreten und dann zur Anheftung mit dienen können, ist oft beobachtet worden und stellt auch SEMPER nicht in Abrede. Nur ihre ausschließliche Bedeutung als Haftapparate bestreitet er, und mit Recht.

Über den Bau der Tastpapillen habe ich Folgendes hervorzuheben. Die Zellen des die Papillen bildenden Epithels verlängern sich theilweise in feinste Fibrillen, die ein Maschennetz, eine Platte bilden, von welchem

aus ein Bündel von solchen feinsten Fibrillen durch das Bindegewebe hindurch verläuft und zum Radialnerv geht. Außer diesen Epithel-sinneszellen kommen Stützzellen vor und Drüsenzellen. Die Stützzellen bieten nichts Besonderes, während die Sinneszellen fadenförmig gestaltet den Kern in einer Anschwellung liegend haben und hier und da Vari-cositäten an ihren Fortsätzen zu bemerken sind. Es ist äußerst schwer, die einzelnen Elemente einer Tastpapille zu isoliren, zumal die Fibrillen äußerst hinfällig sind.

Von Drüsenzellen kommen zwei Formen vor. Erstens sind zu er-wähnen die schon von den Tentakeln her bekannten eiförmigen Zellen und zweitens neben denselben eine schlauchförmige Art. Diese letzteren tingiren sich ungemein rasch und stark mit Hämatoxylin. Ihre Basis ist meist birnförmig erweitert. Außer auf den Papillen habe ich sie eben-falls auf den Tentakeln angetroffen und zwar nicht zerstreut stehend wie auf ersteren, sondern Gruppen bildend.

Was nun die Nerven anlangt, welche zu den Hautpapillen gehen, so nehmen dieselben ihren Ursprung von einem der fünf Radialnerven. Diese Nerven lassen sich streckenweis in der Cutis, der Bindesubstanz-schicht verfolgen. Sie bestehen aus feinsten Fibrillen mit aufliegenden Zellen und führen Zellen, Ganglienzellen, im Innern.

Wie ich schon hervorhob, gehen keineswegs zu allen Papillen Nervenzüge. Es ist aber eine Vertheilung von Sinneszellen auf der ganzen Epidermis zu konstatiren. Die von diesen Sinneszellen aus-gehenden Fibrillen verbreiten sich als Plexus unterhalb der Zellen auf der Bindegewebsschicht aufliegend. Dass dem so ist, kann man an der Mundscheibe beobachten, wo sich keine Papillen finden und die Nerven-züge nicht plattenartig enden, sondern in einem feinsten Fasernetz unterhalb der Epidermis sich verlieren.

Trotzdem ich nun nicht überall das Vorkommen eines Nervenplexus gefunden habe, so stehe ich nicht an, dasselbe anzunehmen. Wer die Schwierigkeiten kennt, welche sich bei der Histologie der Echinodermen, besonders bei der Erforschung des Nervenverlaufes, darbieten, wird mit mir übereinstimmen.

Der Ursprung der Hautnerven.

(Vgl. Fig. 43—46.)

Die zu der Epidermis abgehenden Nervenzüge, die man kurzweg als Hautnerven bezeichnen kann, können entspringen erstens von den fünf Radialnerven, zweitens von den Tentakelnerven und drittens von den im Darm verlaufenden Nervenstamm, bevor derselbe in den Öso-phagus eingetreten ist. Von ihm gehen die zu der Mundplatte führenden

Nerven ab. Diese letzteren gehen als senkrecht aufsteigende Äste ab (vgl. Fig. 43), welche parallel zu einander verlaufen. In unregelmäßigen Abständen entspringen sie von dem Darmnerven und enden unterhalb des Epithels der Mundscheibe in einer feinen Fibrillenschicht. Es endigen diese Nervenäste also nicht plattenförmig, eben so wenig wie sie besondere Papillen versorgen. Das Epithel ist nicht durch irgend welche Bildungen von dem gewöhnlichen Epithel unterschieden, wie es sich beispielsweise auf den Tentakeln vorfindet.

Es bestehen die Nervenäste wie die Nervenstämme, von welchen sie abgehen, aus feinsten Fibrillen, untermischt mit Ganglienzellen, wie ich es oben bereits geschildert habe.

Betrachtet man nun den Ursprung der übrigen Hautnerven, so kann man zwei Formen der Verzweigung der einzelnen Nervenäste unterscheiden. Entweder die Nerven entspringen in Form eines Astes, der unverzweigt bis zur Epidermis verläuft (Fig. 43) oder aber es verzweigt sich der Nerv unmittelbar nach seinem Abgang baumförmig (Fig. 44, 45). Die erstere Art ist die gewöhnliche meist zur Beobachtung kommende. Die baumförmig verzweigten Nerven trifft man seltener an. Figur 44, 45 stellen diese Art der Verzweigung vor an einem Nervenast, welcher von dem Tentakel abgegangen ist, und dessen Epidermis zu versorgen hat. In Figur 45 sieht man, wie die Nervenfibrillen die Epithelschicht des Tentakel-Nerven, welche aus Stützzellen besteht, durchbrochen haben. Hier und da liegen noch Epithelzellen auf, während Ganglienzellen sich daneben vorfinden. Ich hebe auch hier hervor, dass in den Figuren nur immer die Kerne der Zellen angegeben sind, da nur diese durch Säurekarmin bei schwacher Vergrößerung erkennbar sind, während der Zellleib nur bei Anwendung stärkster Vergrößerungen deutlich hervortritt.

Das Nervensystem des Darmtractus.

Bei der Untersuchung der Gattung *Cucumaria* und *Holothuria* war es mir nicht gelungen, den Verlauf eines Nerven im Darmtractus beobachten zu können. Ich hatte überhaupt in demselben keinen Nerven auffinden können. Glücklicher war ich bei *Synapta*, wo ich den Ursprung ektodermaler und das Vorkommen entodermaler Nerven beobachtet habe. Dass auch bei den oben genannten Formen wie überhaupt bei den fußchenträgenden *Holothurien* Nervenzüge im Darm vorkommen, scheint mir als feststehend angenommen werden zu dürfen, nur liegen der Beobachtung hier große Schwierigkeiten im Wege.

So weit ich die Litteratur kenne, existiren Angaben über die Nervatur im Darne noch nicht, es sind somit die folgenden die ersten.

Den Abgang des Darmnerven, welcher im Ösophagus verläuft, will

ich unter zu Grunde-Legung der Bilder Figur 24 und Figur 25 geben. Erstere Figur giebt einen Längsschnitt durch den oralen Theil einer Synapta. Links und rechts sind zwei Tentakel (*t*) von dem Schnitte getroffen. Figur 22 giebt einen Theil dieser schematischen Figur vergrößert und wenig schematisirt wieder. Mit *grnf* ist der querdurchschnittene Ringnerv bezeichnet, von welchem ein Nervenast in den Tentakel (*tnf*) abgeht, während links ein solcher nach den Darm zu verlaufender Ast (*dnf*) zu sehen ist. Dieser letztere vom Ringnerv sich abzweigende Darmnerv ist von mehr blattförmiger Gestalt, das heißt, er erscheint auf dem Querschnitt als schmales Band, welches der Ringmuscularis aufliegt. Er ist durch die Bindegewebsfibrillen, welche ihn durchsetzen, in Kästchen getheilt. Diese Bindegewebsfibrillen gehen über in das Bindegewebe, welches sich zwischen den Muskelfasern findet.

Die Zusammensetzung des Ösophagalnerven, wie dieser Theil der Darmnervatur am besten benannt werden kann, ist die gleiche wie die der übrigen Nerven. Ein Abgang von Nervenästen, welche etwa zu dem Epithel gehen könnten, welches den Ösophagus auskleidet, ist nicht vorhanden. Der Nerv versorgt nur die Muskulatur des Ösophagus. Am Grunde des Ösophagus verschwindet derselbe. Bekanntlich ist der Ösophagus durch Einstülpung entstanden, sein Epithel ist also ektodermaler Abkunft, während der übrige Abschnitt des Darmes vom Entoderm abstammt.

Im Magen, welcher vom Ösophagus durch eine Einschnürung auch äußerlich getrennt wird, so wie im Dünndarm, habe ich Nerven gefunden, welche jedoch in ihrer Zusammensetzung abweichen von den übrigen bisher beschriebenen ektodermalen Nervenzügen (Fig. 38). In der Bindesubstanz unmittelbar auf der Muskelschicht verlaufen feine Fibrillen, und zwar ringförmig. Diese feinen Fibrillenzüge heben sich deutlich ab von den Bindesubstanzfasern und sind mit Ganglienzellen ziemlich reich versehen. Die Deutung dieser ringförmig verlaufenden Fibrillenzüge als Nervenfasern giebt ihr verschiedenes Verhalten den Färbeflüssigkeiten gegenüber an die Hand. Fig. 48 stellt diesen Faserzug vergrößert dar. Wir haben es hier mit einem Nervenstrang zu thun, der entodermaler Natur ist, und welcher in seiner Zusammensetzung nicht unwesentlich abweicht von jenen ektodermalen Nervenzügen.

Ich schließe hieran eine Beschreibung der Gewebe des Darmtractus, welche für die Stellung der Synaptiden im System der Echinodermen von Wichtigkeit zu sein scheint, an.

Der Bau des Darmtractus.

(Vgl. Fig. 36—42.)

Der Bau des Darmtractus von *Synapta digitata* weicht nicht nur in Bezug auf die Lage der einzelnen Gewebe, sondern auch in der Entwicklung derselben von dem der *Cucumaria*, *Holothuria* und anderen fußchenbesitzenden Formen ab.

Man kann am Darm einen oberen Abschnitt unterscheiden als Ösophagus. Auf diesen folgt der Muskelmagen und auf diesen der Dünndarm und zuletzt das Rectum. Diese vier Abschnitte sind histologisch wie morphologisch streng von einander getrennt.

Im Ösophagus kann man wiederum zwei Abschnitte unterscheiden, indem nämlich der zweite Abschnitt desselben eine große Zahl von wulstförmigen Erhebungen des Epithels zeigt (Fig. 37), welche im ersten Abschnitt (Fig. 25 und 36) nicht angetroffen werden.

Der Ösophagus besitzt ein Epithel, welches dem der Körperoberfläche gleich kommt. Auf dasselbe folgt die innere Bindegewebsschicht, deren Zusammensetzung dieselbe wie bei den übrigen *Holothurien* ist. Auf diese Schicht folgt die Ringmuscularis, über deren Anfang oralwärts vom Ringnerven man sich am besten unter Vergleichung von Figur 25 orientirt. Diese Ringmuskelschicht bleibt sich in ihrem Verlaufe gleich, bis zu dem zweiten Abschnitt des Ösophagus, in welchem sie zusehends abnimmt.

Auf dieselbe folgt eine Längsmuskelschicht, welche im Ösophagus nur schwach entwickelt ist. Sie bleibt sich im Großen und Ganzen gleich in ihrer Entwicklung bis zum After hin. Immer steht sie mithin hinter der Ringmuscularis zurück.

Auf diese Muskelschicht folgt eine nur ganz schwach entwickelte Bindegewebslage, auf welche das Plattenepithel, welches den Darm überzieht, folgt. Diese äußere Bindegewebslage ist so schwach entwickelt, dass sie oft kaum nachweisbar ist. Von *QUATREFAGES* und den meisten Beobachtern ist sie übersehen worden.

Über den Verlauf des Ösophagalnerven habe ich oben bereits gesprochen und verweise deshalb hier nur auf die beiden Figuren 36 und 37, welche Theile eines Längsschnittes durch die beiden Abschnitte des Ösophagus wiedergeben.

Der Bau des Magens, zu welchem ich mich nun wende, weicht in vielen Stücken ab von dem des ersten Abschnittes des Darmes. *JOH. MÜLLER* hat zuerst die reiche Entwicklung der Muskulatur in demselben erkannt und ihn als Muskelmagen beschrieben. Ich habe in der letzten Mittheilung gezeigt, dass auch die übrigen *Holothurien* einen solchen

Muskelmagen besitzen. Im Magen treten hier und da wenig hervorragende Wülste auf; im Allgemeinen ist seine innere Fläche frei von denselben. Das Epithel des Magens nimmt unser Interesse ganz besonders in Anspruch. Die Epithelzellen, welche eine starke Cuticula abgedehnt haben und nicht bewimpert sind, wie die Zellen in den übrigen Darmabschnitten¹, sind schlauchförmige Gebilde, deren Basis oft kugelartig ausgedehnt erscheint (Fig. 39). Das Plasma dieser Schlauchzellen ist fein granulirt. Der Kern kann in verschiedener Höhe der Zelle liegen. Zwischen diesen Zellen findet man stark gefärbte Kerne liegen, welche offenbar zur Bindesubstanz gehören, welche sich zwischen die einzelnen Zellen fortsetzt. Oder aber besser ausgedrückt: Die Epithelzellen sind durch ihre eigenartige Entwicklung und ihr Längenwachsthum in das Bindegewebe theilweise zu liegen gekommen.

Diese Schlauchzellen des Magens tingiren sich mit Hämatoxylin stark und dürften als sekretabsondernde Zellen in Anspruch genommen werden, während die eigentliche Verdauung erst im Dünndarm vor sich geht.

Auf die Bindegewebsschicht folgt die Ringmuskelschicht, deren starke Entwicklung aus dem Längsschnitt zu ersehen ist, von welchem ein Theil in Figur 38 abgebildet ist. Die Längsmuskelfasern, welche der ersteren Schicht außen aufliegen, sind nur spärlich vertreten; das Gleiche gilt von der äußeren Bindesubstanzschicht, welche oft gar nicht zu erkennen ist. Das Plattenepithel folgt auf dieselbe und ist bis zum After herab in gleicher Ausbildung vorhanden. — Der dritte Abschnitt des Darmes ist der bei Weitem größte. Es zeigen sich in demselben Hervorragungen, Wülste, welche das Lumen desselben auf diese Weise vergrößern. Das Epithel des Dünndarmes besteht aus cylindrischen Zellen (Fig. 44), deren fein granulirtes Plasma den Kern in der Mitte trägt. In die Wülste setzt sich das Bindegewebe fort, auf welches Ring- und Längsmuscularis folgen. Beide Schichten sind nur wenig entwickelt. Das Gleiche gilt von der äußeren Bindegewebsschicht.

Der letzte Darmabschnitt ist das Rectum. Seine Epithelzellen sind plattenartig gestaltet (Fig. 42). Mannigfaltige unregelmäßige Wülste treten in das Lumen des Darmes hinein, von der Bindesubstanzschicht gebildet. Die Ringmuskelschicht ist von derselben Entwicklung wie die des Dünndarmes, während die Längsmuscularis aus mehreren Lagen sich zusammensetzt. Am After verschmilzt die Ringmuscularis des Rectum mit der der Körperwand und bildet einen stark entwickelten Sphincter. — Während im Magen und hier und da im Dünndarm eine

¹ Vgl. SEMPER a. a. O. und JOH. MÜLLER.

Lage feinsten Fibrillen als Nervenschicht von mir oben beschrieben wurde, gelang es nicht im Rectum dieselbe nachzuweisen.

Ich erwähne noch das Vorkommen von Plasmawanderzellen im Bindegewebe, besonders dem des Darmes. Diese Zellen sind wie die der Pedaten gebildet und besitzen einen körnigen Inhalt. Ihr Durchmesser ist weiter unten angegeben.

Vergleichung des Darmtractus von Synapta mit dem der fußchenträgenden Holothurien.

Wie aus der soeben gegebenen Beschreibung hervorgeht, besteht ein Unterschied in Betreff des Baues des Darmes bei fußchenträgenden und fußlosen Holothurien in der Folge der Schichten, so wie der Ausbildung derselben.

Bei Cucumaria, Holothuria und anderen Formen folgt auf das den Darm auskleidende Epithel die innere Bindegewebsschicht und hierauf Längsmuscularis und nach außen von derselben die Ringmuskelschicht.

Bei Synapta ist das Umgekehrte der Fall! Die Längsmuscularis liegt außen von der Ringmuscularis, wie eine Vergleichung der Abbildungen zeigt (siehe Tafel X dieses Bandes, Figur 47 und etwa Figur 36 dieses Heftes, Tafel XXI).

Wie ist diese Thatsache zu deuten? Die Aufeinanderfolge der Muskelschichten, wie ich sie bei Cucumaria geschildert habe, ist die allgemeine. Es fragt sich nun, ist die innere Längsmuscularis etwa ausgefallen bei Synapta und die jetzt auftretende nach außen liegende Längsmuskelschicht eine neue Bildung, oder aber besteht die Verschiedenheit in der Anordnung von Anfang an? Um diese Frage zur Entscheidung zu bringen, ist es vorerst nöthig, mehr Formen hierauf zu untersuchen. Dann wird man auch der Frage näher treten können; in welchem Verhältnis stehen fußlose zu fußchenträgenden Holothurien. Ich glaube der Ansicht, dass beide Gruppen divergirende Äste, aus einer Wurzel entsprossen, vorstellen, beipflichten zu müssen und zwar aus folgenden Gründen.

Die Epithelien beispielsweise des Darmes sind bei beiden Gruppen zu verschieden gebildet. Bei Holothuria haben wir im Magen äußerst lange feine Zellelemente, und treffen die gleichen Gebilde im Darne wieder an. Bei Synapta hingegen findet man ein besonderes Magenepithel von Schlauchzellen und cylindrischen Gebilden im Dünndarm.

Bei ersteren ist die innere Bindegewebsschicht wenig entwickelt, oft kaum zu erkennen, während bei letzteren dieselbe die mächtigste Schicht vorstellt. Dasselbe Verhältnis ist bei der äußeren Bindschicht wiederzufinden. Bei Holothuria, Cucumaria ist sie stark ausgebildet, bei

Synapta äußerst schwach. Das Körperepithel mit seinen Nervenendigungen, Sinnesorganen, scheint weiterhin einen Beweis für die oben ausgesprochene Ansicht geben zu können.

Vergegenwärtigen wir uns nochmals den Unterschied des Baues des Darmtractus, so haben wir bei:

(Pedata)	(Apoda)
Holothuria, Cucumaria.	Synapta.
1) Inneres Darmepithel,	1) Inneres Darmepithel,
2) wenig entwickeltes inneres Bindegewebe,	2) stark entwickeltes inneres Bindegewebe,
3) Längsmuscularis,	3) Ringmuscularis,
4) Ringmuscularis,	4) Längsmuscularis,
5) stärker entwickeltes äußeres Bindegewebe,	5) ganz gering entwickeltes äußeres Bindegewebe,
6) Außenepithel.	6) Außenepithel.

Ich will an dieser Stelle aufmerksam machen auf eigenthümliche Bildungen der Körperwand von Synapta.

Die Ringmuscularis derselben erschien bei den Pedaten in einer geringen Entwicklung. Bei der Synapta ist dieselbe durch eigenartige Wulstbildungen merkwürdig verstärkt. Die Innenfläche der Körperwand bildet Hervorragungen, Wülste, deren Zusammensetzung folgende ist. In die Achse jeder solchen Erhebung setzt sich die Bindesubstanz der Körperwand fort. Die Wülste, von welchen in Figur 26 einige abgebildet sind, und zwar quer durchschnitten, verlaufen rings an der Körperwand. Die Ringmuskelfasern nehmen den übrigen Theil der Wülste in Besitz und verlaufen streng parallel zu einander. Dadurch nun, dass die fünf Längsradialmuskeln mit der Körperwand in Verbindung treten, kommt es zu folgender Erscheinung. Es tritt eine Kommunikation der Epithelien ein und zweitens eine solche des Bindegewebes der Längsradialmuskeln mit derjenigen in der Achse der Wülste sich findenden Bindesubstanz (vgl. Fig. 26). Dadurch kommt es zur Bildung von Fächern, die mit der Leibeshöhle in offener Verbindung stehen.

Durch die starke, mächtige Entwicklung der Längsmuscularis wird die enorme Kontraktilität der Synapten erklärt, welche bei denselben von SEMPER und Anderen beobachtet worden ist.

Übrigens bemerke ich noch, dass diese Bildungen keineswegs in der ganzen Leibeswand aufzutreten brauchen. Im aboralen Theile scheinen sie ganz zu fehlen.

Das Nervensystem von Synapta.

In Kürze will ich die Beobachtungen über das Nervensystem zusammenfassen.

Zunächst trifft man fünf Hauptnervenstämme an, welche in der Cutis, in der Bindesubstanz verlaufen. Diese fünf als Radialnervenstämme zu bezeichnenden Gebilde werden unter einander verbunden durch eine Commissur, den Ringnervenstamm. Diese als Gehirn aufzufassende am stärksten entwickelte Commissur verläuft oralwärts vom Kalkring.

Weiterhin strahlt vom »Gehirn« aus eine Anzahl von Nervenästen. Zunächst geht ein Nervenast ab zu jedem Tentakel und theilt sich hier in kleinere Äste, welche die Fühlerchen versorgen. Zweitens geht ein Nervenast vom Gehirn ab zu dem Ösophagus. Er endet an der Basis desselben.

Von den fünf Radialnervenstämmen, den zwölf Tentakelnervenstämmen und dem einen Darmnervenstamm gehen Nervenzüge ab, welche entweder in bestimmten Sinnesorganen, den Sinnesknospen auf den Tentakeln, oder den Tastpapillen der Körperwand, oder aber in einfachen Sinneszellen enden können, und drittens einen Plexus von Nervenfibrillen und Ganglienzellen unterhalb der Epithelzellen, an der Basis der letzteren, bilden. Dieser Plexus von Fibrillen scheint zwischen den Tastpapillen eben so vorhanden zu sein, wie er auf der Mundscheibe angetroffen wird. Außerdem gehen einzelne Faserzüge ab von den Radialnervenstämmen, welche die Muskulatur versorgen.

Zu dieser ektodermalen Nervatur kommt ein entodermales Darmnervensystem. Ich habe oben eine feine Lage von ringförmig verlaufenden Fibrillen im Magen beschrieben, welche ich als Nervenzüge gedeutet habe. Ich konnte sie nachweisen im Magen und im Dünndarm. Das Gehirn so wie die fünf Radialnervenstämme und die zwölf Tentakelnerven zeigten folgende Zusammensetzung: Epithelstützzellen, zwischen deren langen Fortsätzen die Nervenfibrillen mit den Ganglienzellen verlaufen.

Ich habe mit demselben Rechte die Commissur als Gehirn bezeichnet, wie man bei Turbellarien von einem Gehirn spricht. Auch hier ist das Gehirn nichts Anderes als eine Commissur der in den Körper ausstrahlenden Nervenstämme.

Im Anschluss an die Vergleichung zwischen den Geweben des Darmes von den fußchenträgenden Holothurien mit Synapta lasse ich eine Reihe von Messungen folgen, welche sämmtlich an konservirtem Material gewonnen sind.

Was zunächst die Entwicklung des Darmepithels bei *Cucumaria Planci* anlangt, so habe ich folgende Maße gefunden. Im Ösophagus beträgt die Länge der Epithelzellen 0,4193 mm, während im Magen dieselbe 0,0909 mm beträgt. Die Dünndarm-Epithelzellen haben eine Länge von 0,125004 mm. Bei *Synapta digitata* beträgt hingegen die Länge der Zellen im Ösophagus 0,0311 mm, es gleicht also dem Hautepithel, im Magen 0,0625 mm, während im Rectum der Durchmesser der cubisch gestalteten Zellen 0,0057 mm beträgt. Die Cuticula ist im Magen besonders stark entwickelt. Ihr Durchmesser ist 0,0113 mm groß.

Die Größe der Plasmawanderzellen stellt sich bei *Holothuria Polii* auf 0,01555—0,01866 mm, während die Bindegewebszellen einen Durchmesser von 0,0062—0,0093 mm besitzen.

Die Länge der Epithelstützzellen im Radialnerven von *Asteracanthion rubens* beträgt circa 0,1136 mm, die der Stützzellen des Rückenepithels jedoch nur 0,0454—0,0744 mm.

Der Durchmesser der kleineren Ganglienzellen beträgt bei *Asteracanthion rubens* 0,0062 mm, der der größeren 0,0113 mm. Bei *Synapta digitata* stellt sich derselbe auf 0,0062—0,0093 mm.

Der Durchmesser des Ringnerven von *Synapta* beträgt circa 0,4605 mm, der eines Hautnerven 0,0062—0,0186 mm, während die Länge der Epithelstützzellen im Ösophagalnerven 0,0279 mm, im Tentakelnerven 0,028—0,056 mm beträgt. Das Körperepithel von *Synapta*, welches um den Mund sich findet, wird aus Zellen von der Länge von 0,0311 mm gebildet, während die Zellen der Sinnespapillen 0,0933 bis 0,4088 mm betragen können.

Die Folgerungen für die Stellung der Holothurien im Kreise der Echinodermen, so wie die Stellung der letzteren zu den übrigen Metazoen, werde ich später entwickeln, so weit sich dieselben aus der Histologie, speciell des Nervensystems, sich ergeben.

Das Material zur Untersuchung von *Synapta* erhielt ich aus der zoologischen Station zu Neapel in best konservirtem Zustande, und zwar sowohl Thiere, welche in Alkohol gehärtet waren, als solche, welche mit Sublimat oder Chromsäure — Osmiumsäure getödtet waren.

Göttingen, Ende Juli 1883.

Erklärung der Buchstaben.

- bg*, Bindegewebe;
bg¹, *bg²*, innere und äußere Lage derselben im Darmtractus;
co, Leibeshöhle;
c, Cuticula;
cp, Capitulum der Tentakel von *Holothuria Polii*;
de¹, inneres Darmepithel;
de², äußeres Darmepithel;
dr¹, ovale eiförmige Drüsen;
dr², schlauchförmige Drüsen;
drg, Drüsenring (Cuvier'sches Organ);
dnf, Darmnervenstamm;
ep, Körperepithel;
e¹, Epithel des Wassergefäßsystems;
esz, Epithelsinneszellen;
gz, Ganglienzellen;
kk, Kalkkörper (biskuitförmige);
lm, Längsmuscularis;
lnf, der Länge nach getroffener Nervenzug;
m, Maschen in dem Bindegewebe;
n, *nf*, Nerven;
oe, Ösophagus;
qnf, auf dem Querschnitt getroffener Nervenstamm;
rw, Ringwulst;
rm, Ringmuscularis;
stz, Stützzellen;
so, Sinnesorgane;
sch, Platte oder Scheibe auf den Pyramidenfüßchen;
t, Tentakel;
tnf, Tentakelnervenstamm;
grnf, Querschnitt des Ringnerven (Gehirn).

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XX.

Fig. 1. Pyramidenfüßchen vom Rücken von *Holothuria Polii* in ausgestrecktem Zustande. Lupenvergrößerung.

Fig. 2. Oberes Ende desselben mit hervorgestülpter schwarzer Scheibe. Kanadabalsampräparat. Gez. von Dr. ALBERT.

Fig. 3. Dasselbe Gebilde mit eingestülpter Scheibe oder Kuppe. Gez. von Dr. ALBERT.

Fig. 4. Kalkkörper aus der Cutis der Pyramidenfüßchen.

Fig. 5. Längsschnitt durch ein solches Füßchen, welches die Kuppe eingestülpt hat; der Nervenzug, welcher unterhalb der Zellen der Kuppe verläuft, ist deutlich zu erkennen.

Fig. 6. Der Ringwulst stärker vergrößert, um das Epithel deutlicher zu zeigen.

Fig. 7. Oberflächenansicht des Ringwulstes. ZEISS D, Oc. 2.

Fig. 8. Die Kuppe auf dem Längsschnitt getroffen.

Fig. 9. Längsschnitt durch ein Saugfüßchen derselben Holothurie. Die Saugscheibe ist eingezogen. Zwischen den Epithelzellen derselben und der Binde-substanzschicht eine helle Linie. Diese stellt den Nervenzug vor.

Fig. 10. Querschnitt durch das Saugfüßchen.

Fig. 11. Stück des Längsschnittes der Fig. 9 stark vergrößert. Die Kalkkörper, welche in den Maschen lagen, sind durch Säuren entfernt.

Fig. 12. Ansicht eines Tentakels von *Holothuria Polii*.
cp, Capitula auf demselben.

Fig. 13. Längsschnitt durch einen Theil des Tentakels.

Fig. 14. Schnitt durch ein einzelnes Capitulum.

Fig. 15. Zellen aus dem Capitulum eines Tentakels. In Osmium-Essigsäure macerirt. ZEISS, Immers. $1/12$, Oc. 2.

Fig. 16. Zellen ebendaher, mehr in Zusammenhang geblieben. Es treten deutlich hervor Stützzellen und Sinneszellen. $1/12$ Immers., Oc. 2.

Fig. 17. Querschnitt durch das CUVIER'sche Organ.

Fig. 18. Längsschnitt durch dasselbe. ZEISS, D, Oc. 2. bg^+ , die äußere Lage der Binde-substanz, in welcher die Fibrillen radiär angeordnet sind.

Fig. 19. Ansicht der Ring- und Längsmuscularis.

Fig. 20. Theil eines Querschnittes durch dasselbe stärker vergrößert. bg^{++} , innere Binde-substanz, deren Fibrillen ringförmig verlaufen.

Fig. 24. Oberflächenansicht eines CUVIER'schen Schlauches. Die Kerne gehören dem Plattenepithel an; die starken Linien kommen durch die Anordnung der Drüsenzellen zu Stande.

Fig. 22. Einzelne Drüsenschläuche vergrößert. ZEISS, F, Oc. 2.

Fig. 23. Längsschnitt durch den Ringnerven (Gehirn) von *Synapta digitata*.

Tafel XXI.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf *Synapta digitata*.

Fig. 24. Längsschnitt durch den Mundtheil von *Synapta digitata* schematisirt. Auf den Tentakeln sind die Sinnesknospen (*so*) verzeichnet. Der Ösophagus mit seinen beiden Abschnitten ist zu erkennen.

Fig. 25. Längsschnitt durch Ösophagus und einen Tentakel. Um den Ursprung der Ringmuskulatur des Darmes innerhalb des Ringnerven (*grnf*) des Gehirns, so wie den Abgang des Ösophagalnervenstammes und eines Tentakelnervenstammes zu demonstrieren. Dessgleichen ist der eine Längsradialmuskel mit seinem Zusammenhang mit der Körperwand zu sehen.

Fig. 26. Stärkere Vergrößerung des Längsradialmuskels (s. Beschreibung im Texte).

Fig. 27. Innenansicht eines Tentakels mit seinen vier Fühlerchen. Die Sinnesknospen sitzen in zwei Reihen unregelmäßig angeordnet.

Fig. 28. Außenansicht eines Tentakels, um sein kugliges Ende und den Ursprung der Fühlerchen zu zeigen.

Fig. 29. Schnitt durch eine Sinnesknospe senkrecht zur Außenfläche.

Fig. 30. Sinnesknospe mit stärkerer grubenförmiger Vertiefung.

Fig. 34. Körperwand mit Sinnespapillen und den plattenförmig endenden Nerven. A, Oc. 2.

Fig. 32. Sinnes- oder Tastpapille stärker vergrößert. D, Oc. 2.

Fig. 33. Stück eines Querschnittes durch die Körperwand, um den Radial-

nervenstamm (*rnf*), die Kalkkörper, welche an demselben anliegend sich finden, zu demonstrieren.

Fig. 34. Körperepithel von den Tentakeln vergrößert, um die eiförmigen Drüsen zu zeigen.

Fig. 35. Biskuitförmiger Kalkkörper mit anliegender Bindegewebszelle. ZEISS, 4/12 Imm. Daneben zwei Körper, einer von oben gesehen, der andere in der Seitenansicht. D, Oc. 2.

Fig. 36. Längsschnitt durch den Ösophagus (oberer Abschnitt). ZEISS, D, Oc. 2.

Fig. 37. Längsschnitt durch den zweiten Abschnitt desselben. In beiden Figuren ist der Verlauf des Nerven (*dnf*) zu erkennen.

Fig. 38. Längsschnitt durch den Magen. Das eigenthümlich gestaltete Darmepithel, so wie die starke Entwicklung der Muskulatur fällt in die Augen.

Fig. 39. Die Epithelzellen stärker vergrößert; unterhalb derselben die Bindegewebschicht.

Fig. 40. Oberflächenansicht des Epithels des Magens.

Fig. 41. Stück eines Querschnittes durch den Dünndarm.

Fig. 42. Stück eines Querschnittes durch das Rectum mit seinen großen Wulstbildungen.

Tafel XXII.

Fig. 43. Längsschnitt durch die Mundplatte. Vom Ösophagalnervenstamm gehen Äste ab zu der Epithelschicht.

Fig. 44. Verzweigung eines vom Tentakelnervenstamm abgehenden Nervenastes.

Fig. 45. Der sich baumförmig verzweigende Nervenast stärker vergrößert.

Fig. 46. Schnitt durch einen unverzweigt verlaufenden Nervenast.

Fig. 47. Querschnitt durch einen solchen.

Fig. 48. Der Nervenzug des Magens. F, Oc. 2.

Fig. 49. Längsschnitt durch ein Fühlerchen des Tentakels.

Fig. 50. Der auf dem Querschnitt getroffene Tentakelnervenstamm.

Fig. 51. Querschnitt durch den Nerv eines Fühlerchens.

Fig. 52. Querschnitt durch den Ringnerv oder das Gehirn einer *Synapta digitata*. *f*, Fortsätze der Epithelstützzellen.



Fig. 43.

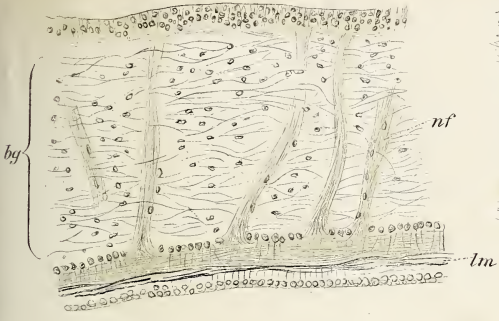


Fig. 44.

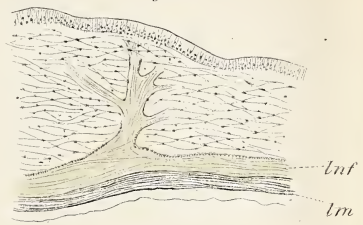


Fig. 46.



Fig. 45.



Fig. 48.



Fig. 49.

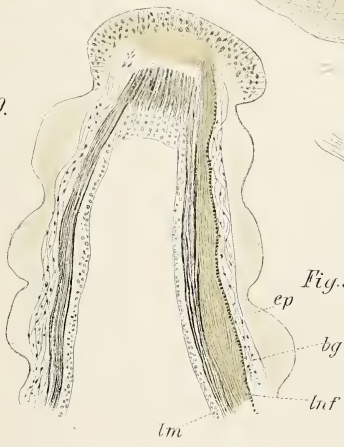


Fig. 50.

Fig. 47.



Fig. 51.

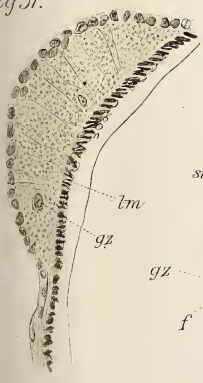
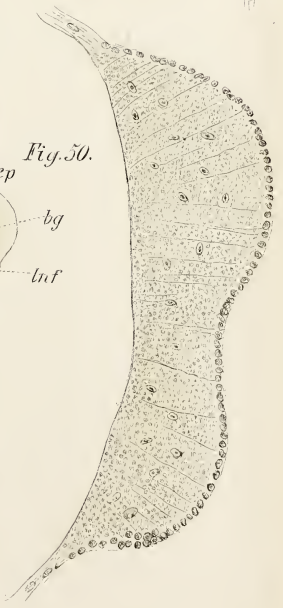
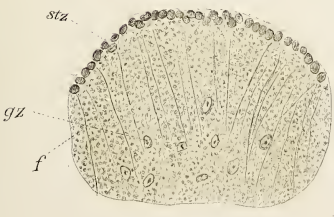


Fig. 52.



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. 309-333](#)