













Beiträge  
zur  
Histologie der Echinodermen.

Heft 1.  
Die Holothurien.

Von  
**Dr. Otto Hamann,**  
Privatdozenten an der Universität Göttingen.

Mit 6 Tafeln und 3 Holzschnitten.



---

Jena,  
Verlag von Gustav Fischer  
1884.



# Inhalt.

Einleitung

Seite  
1

## Spezieller Teil.

### I. Abschnitt.

#### Synapta digitata. (Apoda.)

<b>Das Nervensystem</b>	3
1. Centralnervensystem	6
2. Peripheres Nervensystem	13
a) Die Epidermis	13
b) Die Sinnesorgane. Tastpapillen	18
Die Sinnesknospen	22
<b>Das Wassergefäßssystem</b>	26
1. Steinkanal und Madreporenplatte	26
2. Der Ringkanal mit seinen übrigen Verzweigungen	30
3. Die Semilunarklappen	33
4. Die Radialwassergefäße	34
<b>Die Muskulatur</b>	37
<b>Das Blut und die Blutlakunen</b>	43
1. Der Darmkanal	45
2. Die beiden Hauptlakunen und die Blutlakunen in der Wandung des Darmkanales	49
3. Die Bedeutung der vier Darmabschnitte	52
4. Die Blutlakunen der Tentakelkanäle	54
<b>Die Plasmawanderzellen</b>	55
<b>Die Geschlechtsorgane</b>	57
<b>Die Bindesubstanz</b>	61



## II. Abschnitt.

### Die Pedaten.

	Seite
Das Nervensystem	66
Der Darmkanal und seine Blutlakunen	71
a) Der Darmkanal von <i>Cucumaria cucumis</i>	71
b) Der Darmkanal von <i>Holothuria tubulosa</i>	72
c) Die beiden Darmlakunen und die Lakunen der Darmwandung	75
1. <i>Holothuria tubulosa</i>	75
2. <i>Cucumaria cucumis</i>	76
Die Plasmawanderzellen	78
Die Binde substanz	79
Madreporenplatte und Steinkanal von <i>Holoth. tubulosa</i>	81
Die Muskulatur	83
Die sogenannten Wasserlungen	84
Die Ovarialschläuche	85
1. Entstehung der Eier	86
2. Die Eizelle	87

## III. Abschnitt.

### Zusammenfassung der Resultate.

Nervensystem und Sinnesorgane	89
Muskulatur, Epithelmuskelzellen etc.	91
Darmkanal und Blutlakunen	92
Plasmawanderzellen	92
Geschlechtsorgane	92
Wassergefäßssystem, Steinkanal u. s. w.	93
Binde substanz	93
Schluss	93

---

## Einleitung.

---

Was wir bisher über die Gewebe der Holothurien erfahren haben, ist so unendlich wenig und datirt zum Teil aus einer Zeit, welcher die neuen Methoden noch unbekannt waren, dass es wol nicht übertrieben ist, wenn ich sage, dass die Histologie dieser Gruppe, wie der Echinodermen überhaupt, noch vollständig unbekannt ist. Ueber einzelne Teile, wie das Nervensystem, die Binde-substanz, die Muskulatur, wissen wir ja fast garnichts, ja nicht einmal die Topographie ist bei den Holothurien festgestellt.

Indem so das ganze Gebiet noch als ein vollständig unbekanntes gelten kann, wird es erklärlich, dass in dieser Arbeit es zunächst darauf ankommen muss, die topographischen Beziehungen der einzelnen Gewebe zu einander klar zu stellen. Soweit als nötig habe ich hierzu frisches Material verwendet, das ich im Seewasser-Aquarium des hiesigen zoologischen Institutes, dessen Mittel Herr Professor Ehlers mit größter Liberalität mir zur Verfügung stellte, längere Zeit frisch erhalten konnte. Sowol lebendes Material aus Triest, als auch aus der Nordsee, stand mir in genügender Zal zu Gebote. Aufser selbst konservirtem Material benutzte ich ausgezeichnet konservirte Exemplare von *Synapta digitata*, welche von der zoologischen Station in Neapel herrühren. Es waren die Tiere theils in Sublimat, theils in Osmium-säure oder Chromsäure, theils durch sofortiges Hineinwerfen in Alkohol getödet worden.

Am besten geeignet die Gewebe, besonders das Nervensystem zu erhalten, fand ich ein Gemisch von Chromsäure und Osmium-säure (in verschiedenen Zusammensetzungen). Eine nachherige Färbung mit einem essigsäuren Karmin oder Hämatoxylin erwies sich am vorteilhaftesten. —

Die lebenden Tiere wurden vermittels einer scharfen Scheere der Länge nach aufgeschlizt (vom After beginnend) und im selben

Moment in die Chromsäure (3<sup>o</sup>/<sub>o</sub>—5<sup>o</sup>/<sub>o</sub> mit wenigen Tropfen Osmiumsäure 1<sup>o</sup>/<sub>o</sub>) hineingelegt, sodass eine Kontraktion oder Zerstückelung derselben wenig oder garnicht eintreten konnte. —

Im ersten Abschnitt schildere ich die Gewebe der Synapta digitata. Wenn man hie und da Lücken antreffen wird, so liegt dies in der Natur der Sache. Da wo ich mit konservirtem Material nicht hinreichende Einsicht in den Bau der Organe erhalten konnte und lebendes Material nicht zur Verfügung stand, habe ich auf eine Darstellung der Verhältnisse verzichtet. Dies gilt von den Wimpertrichtern des Mesenteriums, welche zu untersuchen reichliches frisches Material unerlässlich ist.

Von den Pedaten habe ich diejenigen Organe vor allem berücksichtigt, welche zum Vergleich mit den Apoden speciell Synapta, dienen können.

Dass die Untersuchung der Gewebe der Echinodermen mit mancherlei Schwierigkeiten verknüpft ist, darf wol als bekannt vorausgesetzt werden. In Folge dessen möchten auch die Mängel einer solchen Arbeit, die es zum ersten Mal unternimmt Klarheit zu schaffen, nicht zu scharf beurteilt werden!



# Specieller Teil.

---

## I. Abschnitt.

### Synapta digitata Mntg. (Apoda).

#### Das Nervensystem.

Während wir über das Nervensystem in den verschiedenen Tiergruppen mehr oder minder unterrichtet sind, so kennen wir dasselbe bei den Echinodermen noch so gut wie garnicht. Besonders die Gruppe der Holothurien ist, was vor allem den feineren Bau des Nervensystems anlangt, noch nicht zum Gegenstand einer Untersuchung gemacht worden.

Seitdem Joh. Müller<sup>1)</sup> und Baur<sup>2)</sup> ihre Beobachtungen über Synapta veröffentlicht haben, ist nur wenig Neues hinzugefügt worden.

Bevor ich die eigenen Untersuchungen wiedergebe, wird es von Interesse sein, einen wenn auch nur sehr kurzen Rückblick auf unsere Kenntnisse über das Nervensystem zu werfen.

Der erste, welcher den Nervenring bei Synapta beschrieben hat, war Baur. Er schildert ihn als einen weißlichen rundlichen kreisförmigen Strang, welcher an der Innenseite des Kalkringes liegt. Von ihm gehen fünf Hauptstämme zu den fünf Längsmuskeln in der Körperwand. Auch der Verlauf der Nerven in den Tentakeln war ihm nicht entgangen. Von dem Aufserande des Nervenringes gehen Aeste ab, von welchen je einer in einen der zwölf Tentakeln verläuft. Den weiteren Verlauf in denselben konnte jedoch Baur nicht verfolgen.

---

<sup>1)</sup> Joh. Müller, Ueber Synapta digitata und die Erzeugung von Schnecken in Holothurien. Berlin 1852.

<sup>2)</sup> Baur, Beiträge zur Naturgesch. der Synapta digitata. Nova Acta k. L.-C. D. Akad. d. Naturf. Dresden 1864.

Da diesem Forscher die feineren Methoden, deren wir uns jetzt bedienen, ja noch nicht zu Gebote standen, so konnte er auch nicht einen richtigen Einblick in die Gewebe, welche das Nervensystem bilden, erhalten. Daher erscheinen auch seine Angaben weit entfernt ein Verständnis der Nerven herbeiführen zu können.

Baur beschreibt den Nervenring sowol als die fünf in der Körperwand verlaufenden Nervenzüge als Rören, welche einen Kanal enthalten sollen. Der Inhalt der Rören „die den Nervenkanal begrenzende Nervensubstanz“ sollte weiterhin „aus grossen runden oft in Reihen stehenden Körperchen“ bestehen, die er mit Zellkernen vergleicht. Zu dieser Ansicht, dass die Nervenzüge Rören seien, kam Baur dadurch, dass er den Kanal, der in Wahrheit nach innen von jedem Nerven gelegen mit diesem verläuft, als mit zu letzterem gehörig ansah, während er mit demselben in gar keiner Beziehung steht.

Nächst Baur ist Semper<sup>1)</sup> hervorzuheben, welcher jedoch mehr nach der anatomischen Seite hin unsere Kenntnisse zu vervollständigen suchte. Ihm verdanken wir wichtige Bemerkungen über peripherische Hautnerven und deren Endigungen in der Haut, welche aber bereits Joh. Müller beschrieben hatte. Im Gegensatze zu letzteren hat Baur niemals Hautnerven bei Synapta beobachten können.

Semper hat weiterhin zuerst den Schlundnerven beschrieben, welcher sich vom Ringnerven abzweigt und welcher den früheren Beobachtern, selbst Baur, entgangen war.

Es finden sich noch bei verschiedenen Autoren beiläufige Bemerkungen über die Histologie des Nervensystems, so bei Jourdan<sup>2)</sup> und Théel<sup>3)</sup>. Auf diese Angaben komme ich noch im folgenden zu sprechen. —

Bevor ich den histologischen Bau schildere, werde ich in kurzem die Anatomie des Nervensystems geben.

Als Gehirn der Synapta kann man den sogenannten (Ringnerv) Nervenring ansehen. Dieses Gebilde verläuft, wie Baur richtig angegeben hat, innerhalb des Kalkringes in die Bindesub-

1) Semper, Holothurienwerk, pag. 151.

2) Jourdan, Et. Recherches sur l'histologie des Holothuries in: Annales du musée d'histoire naturelle de Marseille. Tome I<sup>er</sup>. 1883.

3) Théel, Report on the Holothurioidea collected during the voyage of the „Challenger.“ Part. 1.

stanz eingebettet. Genauer gesagt, verläuft dieser Gehirnring an der Basis der Tentakel und liegt dem Coelomepithel fast unmittelbar auf, indem nur eine ganz dünne Lage der Bindesubstanz zwischen beiden sich findet. Von diesem Gehirnring oder Gehirnsstrahlen nach den verschiedenen Organen, nach den Tentakeln, dem Darmtractus, der Haut Nervenzüge aus, die sämtlich in ihrer Entwicklung nicht die Mächtigkeit des ersteren erreichen.

Als fünf Hauptnervenstämme strahlen vom Gehirn aus zunächst die fünf „Ambulacralnerven“ oder Radialnervenstämme, wie ich sie des weiteren nennen werde. Sie durchsetzen den Kalkring und verlaufen in der Cutis der Leibeswand und zwar in der Mittellinie der fünf Radialmuskeln. Man kann ihren Verlauf bis zum After verfolgen. Je näher sie diesem kommen, desto schmaler werden sie, um am Ende spitz zu verlaufen und mit ihren letzten Nervenfasern die Körperhaut und die Hautmuskulatur zu versorgen, wie sich an Querschnittserien erkennen lässt, die man durch das hintere Ende der Leibeswand gelegt hat. Jeder der fünf Radialnervenstämme wird von einem Gefäß bekleidet, welches aus dem Ringkanal des Wassergefäßsystemes entspringt. Es endet, soweit sich das feststellen lässt, am hinteren Leibesende blind, indem es an Lumen in dem Maße abnimmt, wie der Radialnerv sich verjüngt. — Von diesen fünf Radialnervenstämmen entspringen Nervenstränge, die zur Körperepidermis ziehen und die Cutis durchsetzen. Sie enden entweder in Sinnesorganen in den von mir zum ersten Male kurz<sup>1)</sup> geschilderten Sinnesknospen oder in den Tastpapillen, oder aber in Sinneszellen, die in der Haut sich finden. Hierüber wird weiter unten die Rede sein.

Außer diesen fünf Radialnervenstämmen gehen vom Gehirn zwölf Nervenäste ab zu den zwölf Tentakeln. Sie entspringen von der Außenseite des Gehirns und verlaufen der Längsmuskulatur aufliegend nur durch eine dünne hyaline Membran getrennt, um schliesslich in vier Äste sich zu verästeln und jedes Fülcherchen des Tentakels zu versorgen (vergl. Figur 60). Diese Tentakelnervenäste entsenden Nerven zu den Sinnesknospen und zu den auf den Tentakeln befindlichen Tastpapillen der Haut.

Vom Gehirn geht zuletzt noch ein Nervenast ab zum Darmtractus, um den Oesophagus zu versorgen und an dessen

---

<sup>1)</sup> s. Beiträge zur Histologie d. Echinodermen, II. Zeitschr. f. w. Z. Band XXXIX. pag. 318.



Basis zu verschwinden. Ehe dieser Oesophagealnerv in den Schlund eintritt, zweigen sich Nerven von ihm ab, welche zum Epithel der Mundscheibe ziehen.

Zu diesen Nervenstämmen, welche vom Gehirn ausstralen und welche das Centralnervensystem der Synapta bilden, treten folgende periphere Teile zum Nervensystem hinzu.

Zunächst sind es die Sinnesknospen, welche auf der Innenseite der Tentakeln in unbestimmter Anzahl vertreten sind und zweitens die Tastpapillen, welche über den Körper zerstreut angetroffen werden. Sie stehen mit den Nervenstämmen durch die Hautnerven in Verbindung. Außerdem ist ein Nervenplexus zu erwähen, der diese Organe mit einander verbindet, und unterhalb der Epidermis verläuft. Er besteht aus Nervenfibrillen und Ganglienzellen und lässt sich sowol auf Schnitten, die durch die Körperwand gelegt sind, nachweisen, als auch an Mecerationspräparaten.

Zu diesen Teilen des Nervensystems, also dem Gehirn, den Radial- und Tentakelnervenstämmen, dem Oesophagealnervenast, den Hautnerven, den Sinnesorganen und dem Nervenplexus unter der Haut, kommt noch hinzu ein Nervenplexus, der im Magen und im Dünndarm sich findet. Letzterer dürfte seiner Entstehung nach entodermaler Natur sein, während die übrigen Teile des Nervensystems dem Ektoderm hinzugehören. —

An diese kurze Zusammenfassung schliesse ich die Histologie des Nervensystems an, indem ich zunächst das Centralnervensystem schildere und daran eine Schilderung der Körperepidermis schliesse, um mit dem peripherischen Nervensystem und den Sinnesorganen zu enden. —

### 1) Centralnervensystem.

Den Bau desselben untersucht man am besten mit Hülfe von Schnitten, welche zu den Nervenstämmen der Länge und der Quere nach gelegt sind. Hand in Hand mit dieser Methode gewinnt man durch Zerzupfungs- oder Klopfpräparate weitere Resultate, welche den durch die Schnittmethode gewonnenen controlirend zur Seite stehen.

Um leicht zu einem schnellen Einblick in den Bau eines Nervenstammes zu gelangen, wäle ich einen Tentakelnervenast und schildere seine Elemente, welche in den übrigen Nervenstämmen und dem Gehirn widerkehren.

Auf dem Querschnitt durch den Tentakel erkennen wir den Nervenast als ein halbmondförmiges Gebilde, welches in der Cutis, der Bindesubstanz, gelagert ist und der Längsmuskulatur des Tentakels aufliegt.

Wir sehen, dass der Nerv aus einer feinkörnigen Substanz zu bestehen scheint, welche von parallel zu einander verlaufenden Fortsätzen durchsetzt wird. Der periphere convexe Teil des Nervenastes wird von einer Lage von Zellen begrenzt, deren Kerne an gefärbten Präparaten deutlich hervortreten. Die Fortsätze nun, oder Fasern stehen mit den einzelnen Zellen, die einen Beleg des Nervenastes bilden in Zusammenhang, während die feingekörnte Masse die auf dem Querschnitt getroffenen Nervenfibrillen vorstellt, welche parallel zur Tentakelachse verlaufen.

Dies erkennt man bei Betrachtung eines Längsschnittes (vergl. Figur 3). Dann bietet der Nervenast folgendes Bild. Peripherisch finden wir das Deckepithel wieder, während Fortsätze der einzelnen Zellen den ganzen Nervenast durchsetzen; und zwar verlaufen die einzelnen Fortsätze parallel und ungeteilt. Senkrecht zu ihnen also parallel zur Längsaxe des Nervenastes und des Tentakels ziehen die Nervenfibrillen, denen die Fortsätze des Deckepithels gleichsam zur Stütze dienen. Zwischen ihnen treten Zellen auf, welche in Verbindung mit den Nervenfibrillen stehen, es sind die Ganglienzellen.

Alle die genannten Elemente Deckepithel mit Stützfasern, Nervenfibrillen und Ganglienzellen trifft man in den übrigen Nervenstämmen an; ich will diese Elemente bevor ich die Radialnervenstämmen, das Gehirn u. s. w. behandle, genauer schildern.

Was nun zunächst das Deckepithel anlangt, so ist dasselbe einschichtig und sind seine Zellen von folgender Gestalt. Der Kern von wenig Protoplasma umhüllt liegt stets peripherisch den Nervenfibrillen auf. Es sind diese Zellen somit kleine Protoplasmaegebilde. An ihrer Basis (Figur 22) haben sie einen Fortsatz ausgeschieden, welcher die Nervenfibrillenschicht durchsetzt und dessen Verhalten gleich ist den bei den Asteriden<sup>1)</sup> beschriebenen Stützfasern. Von den Nervenfibrillen sind diese Fortsätze leicht zu unterscheiden, da ihr Durchmesser doppelt so groß ist als der der Nervenfibrillen, und das Lichtbrechungsvermögen ein anderes ist als das der ersteren. — Wie ich schon hervorhob,

---

<sup>1)</sup> Vergl. Beitr. z. Histol. d. Echinod. Mitteilg. 1. Z. f. w. Zool. Band XXXIX. 1883.

verläuft der Fortsatz der Zelle, die Stützfaser, ungeteilt durch die Nervenfibrillen hindurch bis zur jenseits gelegenen Peripherie des Nervenastes. Das dem so ist, kann man leicht an Quer-Schnitten erkennen, welche senkrecht zur Längsaxe des Nervenstammes geführt werden, und in gleicher Weise an Längsschnitten, sobald diese eben parallel zu den Stützfasern gelegt sind. Ist dies aber nicht der Fall, verläuft die Schnittfläche etwa unter einem spitzen Winkel zu letzteren, so werden die Stützfasern in verschiedenen Höhen getroffen<sup>1)</sup>, und man bekommt Bilder, die den Anschein erwecken könnten, als ob sich dieselben verzweigten. Was nun die Isolation der Deckzellen anlangt, so ist dieselbe ziemlich schwierig zu erreichen. Auch hier leistete mir ein Gemisch von Osmium-Essigsäure gute Dienste, während zum Färben essigsaures Carmin oder Ranvier's Pikrokarmine gebraucht wurde. Dann färbte sich der Zellkern ungemein stark, während das Plasma der Zelle sich nur ganz wenig tingierte.

Die Hauptmasse des Nervenstammes, die auf dem Querschnitt uns als feingekörnte Masse entgegentrat, besteht aus feinen Fibrillen, welche dicht nebeneinander liegen und keinen Zwischenraum zwischen sich freilassen. Diese Nervenfibrillen verlaufen parallel miteinander. Sie sind von sehr hinfälliger Natur und es gelingt nicht leicht sie von einander zu isolieren. Ihr Durchmesser beträgt etwa 0,0004 mm. — Der parallele Verlauf der Fibrillen wird nicht nur in den Tentakelnervenästen eingehalten, sondern auch im Gehirn. Nur da erleidet er eine Unterbrechung, wo Nervenfibrillen in Bündel zusammentretend das Deckepithel durchsetzen, um die Haut oder die Sinnesorgane zu versorgen (Fig. 3). Desgleichen ist von einer solchen Lagerung nicht in den Nervenendplatten der Tastpapillen zu sprechen, wie ich unten dartun werde.

Ich wende mich nun zu den schon erwänten Zellen, welche zwischen den Nervenfibrillen angetroffen werden. Sie besitzen Fortsätze, meist zwei oder mehrere, welche in der Nervenschicht

---

<sup>1)</sup> Dass der Bau der Nerven auch bei den Pedaten derselbe ist, habe ich in einer früheren Arbeit gezeigt. Nach der Veröffentlichung derselben erschien eine Arbeit von Semon über das Nervensystem der Holothurien, in welcher in der Tat die Stützfasern als verzweigt dargestellt werden und nervöser Natur sein sollen. Der Verfasser hat nach solchen Schnitten diese Ansicht bekommen, welche nicht senkrecht zur Längsaxe etc. geführt waren. Ich kann seine Darstellung nur als vollkommen irrig bezeichnen. —



verlaufen. Diese Zellen deute ich als Ganglienzellen. Der Kern ist von ovaler Gestalt. Der Längs-Durchmesser einer Zelle beträgt ungefähr 0,0057—0,0071 mm., während ihre Breite mit 0,0014—0,0028 mm. angegeben werden kann. Nur wenig Protoplasma umhüllt den großen Kern, dessen man bei schwachen Vergrößerungen allein ansichtig wird, während Zelleib und Fortsätze erst bei stärksten Systemen zur Beobachtung kommen. Diese Ganglienzellen sind regellos zertreut. Bald trifft man deren viele, bald nur wenige an. — Ueber die Ganglienzellen welche in den Hautnerven angetroffen werden, wird weiter unten die Rede sein. Ihr Bau ist im wesentlichen immer der gleiche. —

Bevor ich nun die obigen Nervenstämme schildere, wollen wir die Frage entscheiden; woher kommen die Zellen, welche einen epithelialen Belag auf dem Nervenstamm bilden? Welches ist ihre Funktion? Sind sie mit ihren Fortsätzen nervöser Natur? Auf diese Fragen giebt uns zum einen Teil die Entwicklungsgeschichte Antwort, zum anderen ein Vergleich mit dem Nervensystem der Asteriden<sup>1)</sup>. Bei diesen besteht das Nervensystem aus folgenden Elementen. Erstens den Nervenfibrillen und zweitens den Ganglienzellen. Die Fibrillen verlaufen zwischen den Fortsätzen des ventralen (und dorsalen) Körperepithels, und zwar zunächst der fünf Ambulacralrinnen. Die Epithelschicht besteht aus Zellen, welche gerade so gebaut sind wie diejenigen, welche das Deckepithel der Nervenstämme der Synapta, der Holothurien überhaupt, bilden. Weiterhin entstehen bei den Asteriden die Nervenfibrillen nicht nur in der Epidermis<sup>2)</sup>, ektodermal, sondern sie bleiben auch hier beim erwachsenen Tier liegen. Bei den Holothurien entsteht das Nervensystem zwar auch im Ektoderm<sup>3)</sup>, kommt aber beim erwachsenen Tier in die Cutis, die Bindesubstanz zu liegen, ohne jedoch seinen Zusammenhang mit dem Körperepithel aufgegeben zu haben. Wir finden es wieder in Gestalt der Nervenfaserschicht und einer peripheren Epithelschicht, welche entspricht dem Epithel der Ambulacralrinnen der Asteriden, zwischen deren basalen Fortsätzen die Nervenfasern verlaufen.

Diese Epithelschicht nenne ich kurz das Deckepithel der

---

<sup>1)</sup> verl. meine I. Mitteilg. Beitr. z. Hist. d. Echinod. Z. f. w. Zoologie Bd. XXXIX pag. 167 u. f.

<sup>2)</sup> Ludwig, Entwicklung der *Asterina gibbosa*. Morpholog. Studien an Echinod. 2. Band. Heft 2. 1882.

<sup>3)</sup> vergl. Selenka, Studien zur Entwicklungsgesch. der Tiere. 2. Heft, Keimblätter der Echinodermen. Wiesbaden 1883.

Nerven. Seine Zellen mit ihren Fortsätzen verleihen den Nerven-fibrillen einen größeren Halt und grenzen sie von den umliegenden Geweben ab.

Ich wende mich jetzt zum Gehirnring, dem stärkst entwickelten Teile des Nervensystems. Während bei den Tentakelnervenästen der Höhendurchmesser 0,045 mm. beträgt, ist die Höhe des Gehirnringes mit 0,169 mm. und seine Breite durchschnittlich mit 0,39 mm. anzugeben. Auf dem Querschnitt getroffen erscheint der Gehirnring als Halbkreis, dessen Peripherie vom Deckepithel überzogen ist. (vergl. Fig. 21). Auf Schnitten welche annähernd in der Richtung des Fasernverlaufes geführt werden, ergibt sich über seine Zusammensetzung folgendes: (vergl. Figur 20.) Wir treffen zunächst die Nervenfasern mit den eingestreuten Ganglienzellen an. Die ersteren verlaufen cirkulär und nur an denjenigen Stellen, wo aus dem Gehirnring Fibrillenbündel austreten, um von Deckepithel bekleidet als Nervenstämme abzugehen, tritt eine Aenderung im Verlaufe ein.

Was die Verteilung der Ganglienzellen anlangt, so muss hervorgehoben werden, dass die Zahl derselben größer ist, als in den Nervenstämmen, indem sie dichter beisammen liegen und dass an der Basis des Gehirnringes besonders viele angehäuft sind. Die Ganglienzellen sind zum größten Teil bipolar, und erhalten hierdurch ein spindelförmiges Aussehen. Außer diesen bipolaren Zellen kommen solche mit drei oder mehr Ausläufern vor, wie ich mich an Isolationspräparaten des öfteren überzeugen konnte. Auch hier tritt es wieder auffällig hervor, dass die Ganglienzellen nur wenig Plasma besitzen, welches den großen ovalen Kern umhüllt und oft kaum mehr wahrnehmbar ist. Durch Haematoxylinfärbung tritt dasselbe deutlich hervor, während es an Carminpräparaten meist kaum zu erkennen ist. —

Die Stützfasern, von denen je eine zu einer Zelle des Deckepithels gehört, verlaufen ungeteilt die Nervenfibrillenschicht durchsetzend. Da ihr Verlauf nicht streng parallel zu einander ist, und sein kann, wie ein Blick auf Figur 21 lehrt, so trifft man sie selten in ganzer Länge auf Längsschnitten an. Nichtsdestoweniger erkennt man auch hier, dass die Fortsätze nicht sich netzförmig verzweigen, wie dies den Anschein bei oberflächlicher Betrachtung von Querschnittsbildern hat <sup>1)</sup>. —

---

<sup>1)</sup> vergl. Anm. 1 auf Seite 8.

Der Abgang der Radialnervenstämme und Tentakelnervenäste geschieht in folgender Weise. Die letzteren entspringen an der Basis des Gehirnringes und sind bei ihrer Bildung lediglich die basalen Nervenfibrillen desselben beteiligt (vergl. d. Uebersichtsfigur), während bei den Radialstämmen sich die gesammte Nervenfibrillenmasse beteiligt. (vergl. Figur 61.)

Einen gleichen Bau wie die Tentakelnervenäste zeigt der Oesophagealnervenast, der gleichfalls an der Basis des Gehirnringes entspringt. Nur sind in ihm die Fortsätze der Deckepithelzellen schwach oder garnicht entwickelt, was übrigens auch in den Tentakelnerven der Fall sein kann.

Der Oesophagealnervenast ist von mehr blattförmiger Gestalt, das heißt, er erscheint auf dem Querschnitt als schmales Band, welches der Ringmuskularis aufliegt. Seine Höhe beträgt etwa 0,0279 mm., also gleicht er hierin dem Tentakelnerv, dessen Höhe etwa 0,048—0,045 mm. betragen kann. Er ist weiterhin durch die Bindsesubstanzfibrillen, welche ihn durchziehen, in Kästchen geteilt, wie der Querschnitt lehrt. Die Fibrillen gehen über in die Bindsesubstanz, welche sich zwischen den Muskelfasern findet.

Es bleibt nun übrig die Radialnervenstämme des näheren zu schildern. —

Während bei den Tentakel- und Oesophagealnervenästen sowie dem Gehirnring die Fortsätze der Deckepithelzellen durch die ganze Schicht der Nervenfibrillen hindurchgehen, ist das bei den Radialnervenstämmen anders. Auf Querschnitten durch einen solchen Nerv sieht man, wie die Nervenfibrillenmasse in zwei Schichten zerfällt durch einen hellen Streifen oder Strang, der durch dieselbe hindurchzieht. (Figur 8). Durch diesen Strang wird der Nervenstamm in zwei Abschnitte zerfällt, einen größeren und einen kleineren; der letztere liegt centralwärts. Betrachtet man nun einen Längsschnitt durch den Radialnerv, so sieht man, dass bis zu diesem erwänten Strang die Fortsätze der Deckepithelzellen reichen, während die darunter liegende Schicht frei ist von denselben und lediglich aus Fibrillen besteht.

Ist nun dieser letztere circular gelegene Schicht ebenfalls nervöser Natur, oder hat man sie als zur Bindsesubstanz gehörig zu betrachten? Darüber erhält man Aufschluss, sobald man den Ursprung des Radialnerven aus dem Gehirnring untersucht. Da findet man (vergl. Figur 61), dass der Radialnerv eine Strecke weit nach seinem Ursprung aus dem Gehirnring nur aus einer Schicht besteht, aus den aus dem letzteren austretenden Nervenfibrillen

und dem Deckepithel, dessen Fortsätze durch die ganze Schicht verlaufen, also denselben Bau zeigt wie der Gehirnring. Ich will gleich an dieser Stelle hinzufügen, dass in der Nähe des Apical-poles des Tieres der Radialnerv wieder den gleichen Bau zeigt, sodass also nur der mittlere, größte Teil als zweischichtig bezeichnet werden kann. —

Eine Strecke nach seinem Austritt nimmt der Radialnerv an Höhe zu, indem plötzlich eine Schicht an seiner Basis auftritt, welche beim weiteren Verlaufe zunimmt, um etwa ein Fünftel der ganzen Höhe des Nerven betragend sich gleich zu bleiben. (vergl. Figur 19.) Dadurch, dass die Fortsätze der Zellen des Deckepithels alle in einer Höhe enden, entsteht jener oben erwänte helle Strang.

In dieser zweiten Schicht trifft man feine Fibrillen an vom Durchmesser der Nervenfibrillen. Auch Zellen sind zwischen denselben zerstreut, sodass man immerhin auf Nervenfibrillen schließen könnte. Was mich aber hiervon abhält, ist folgendes: Diese Schicht nimmt nämlich eine andere Farbennuance bei Carminfärbung an, als die echten Nervenfibrillen. Hierzu kommt aber noch, dass von ihr aus Fasern ausgehen, die sich als Verbindungsbrücken ausspannen zu der gegenüberliegenden Wand des Radialwassergefäßes, welches ja den Radialnerv begleitet. (vergl. Figur 17) —

Die fünf Radialnerven erreichen etwa in der Körpermitte der Synapta ihre stärkste Ausdehnung, um nach dem aboralen Pole zu sich zu verschmälern und endlich in wenigen Fibrillen zu enden. Bis zuletzt geben sie reichlich Nervenzüge ab, welche die Muskulatur und die Haut versorgen.

Im Anschluss an die Schilderung des Centralnervensystems will ich über einen Nervenstrang berichten, den ich im Magen und Dünndarm angetroffen habe.

Der Magen wird vom Schlund durch eine Einschnürung auch äußerlich getrennt. Diese schon im äußeren angedeutete Trennung entspricht dem inneren Bau, besonders was das Epithel, Muskulatur und Nerven anlangt. Es weichen diese Nervenzüge des Magens von den bisher beschriebenen ektodermalen Nervenzweigen im Bau vollkommen ab. In der Bindesubstanz fast der Muskelschicht des Magens aufliegend verläuft ein Nervenfibrillenstrang, welcher von feinen Fibrillen gebildet wird, denen Zellen aufliegen. Der Verlauf ist ein longitudinaler. Der Bau dieser Fibrillen, sowie der Zellen, welche Ganglienzellen vorstellen, ist der gleiche, wie er sich bei den ektodermalen Fibrillen findet.

Von den Binde-substanzfasern heben sich diese längs verlaufenden Fibrillen deutlich ab und tingiren sich mit Carmin in gleicher Weise wie etwa die Nerven-fibrillen im Schlundnervenast. Steht etwa dieser Nervenzug in Verbindung mit dem letzteren? Es ist mir nicht gelungen dies nachzuweisen; vielmehr glaube ich mich genau überzeugt zu haben, dass der Schlundnerv oberhalb der Einschnürung, welche Schlund vom Magen trennt, aufhört, dass mithin dieser Magennerv entodermaler Natur sein muss. Hierüber haben aber künftige Untersuchungen zu unterscheiden. —

### Das periphere Nervensystem.

#### Die Epidermis.

Bevor ich eine Schilderung des peripheren Nervensystems geben kann, muss ich die Epidermis des näheren beschreiben, um daran den Bau der Sinnesorgane anzuschließen.

Die Oberfläche der Synapta überzieht eine Cuticula von homogener Bildung. Ihre Dicke, die sich im Großen und Ganzen an den verschiedenen Körperstellen gleich bleibt, beträgt etwa 0,001 mm. Sie findet sich als Ueberzug sowohl auf den Tastpapillen, als auch auf den zuerst von mir beschriebenen Sinnesknospen der Tentakel. Die Cuticula setzt sich in den Oesophagus und das Rektum fort, indem sie an Ausdehnung nicht zunimmt. —

Unterhalb der Cuticula liegt die Epidermis, auf welche die Cutis folgt, eine Ringmuskularis und das die Leibeshöhle auskleidende Wimperepithel. Zu diesen Schichten kommt noch ein subepithelialer Nervenplexus.

Das Körperepithel oder die Epidermis besteht aus Zellen, welche nur eine Lage bilden und ungefähr 0,031 mm. lang sind. Die Höhe des Epithels ist fast am ganzen Körper dieselbe und wird nur da unterbrochen, wo die Sinnesorgane liegen. Die Tastpapillen sind Erhebungen des Hautepithels, welches hier durch die Länge der Epithelzellen, ausgezeichnet ist. —

Die Zellelemente des Körperepithels unterscheiden sich in Sinneszellen, Stützzellen und Drüsenzellen, hierzu kommen noch die Nerven-fibrillen und Ganglienzellen.

Schon bei schwacher Lupenvergrößerung erkennt man warzenförmige Erhebungen, welche die Haut bedecken. Einen Teil dieser Gebilde werden wir als Tastpapillen, als Sinnesorgane erkennen. Auf diesen kleinen Erhebungen der Haut sowol als auch zwischen

denselben treten kreisrunde helle Gebilde hervor, welche sich bald dicht gedrängt stehend, bald mehr zertreut liegend finden. Sie nehmen sich aus wie Lücken zwischen den übrigen Epithelzellen. Wie sich nun bei näherer Untersuchung ergibt, stellen diese hellen kreisrunden Lücken Zellen dar, und zwar Drüsenzellen, die Becherdrüsen, wie ich sie zu nennen vorschlage. Neben diesen Becherdrüsen fällt eine andere Zellform in die Augen und zwar besonders an gefärbten Präparaten, deren Elemente dunkle kolbenförmige Gebilde, welche der Haut von außen gesehen ein fleckiges Ansehen geben, vorstellen. Als Schlauchdrüsen werde ich diese Drüsenzellen im folgenden bezeichnen.

Beide Drüsenzellenarten liegen in der Epithelschicht, welche sich noch aus folgenden beiden Zellarten zusammensetzt. Einmal sind es cylindrische lange Zellen, welche den Kern in einer Anschwellung liegen haben und die sich nach ihrer Basis zu verzweigen. Dies sind die gewöhnlichen Epithelzellen, die ich als Stützzellen benenne, da sie einer zweiten Zellform als Stütze zu dienen scheinen; das sind die Sinneszellen. Sie sind feine fadenförmige Gebilde und verlängern sich in feine Fibrillen, mit denen sie, wie ich nachher auseinandersetzen werde, mit dem Nervenfasergeflecht in Zusammenhang stehen.

Die erste Zellform, auf die ich genauer eingehen will, sind die Becherdrüsen. An Epithelien, die mit Osmiumsäure behandelt und in einem Gemisch von Essig-Osmiumsäure macerirten, lässt sich ihr Bau am besten erkennen.

An einer Becherdrüse unterscheidet man erstens den eigentlichen Zelleib mit dem Kern und zweitens eine Kapsel, welche derselbe in seinem Innern eingelagert enthält.

Die helle Kapsel ist von eiförmiger Gestalt und trägt eine feine Oeffnung der Peripherie zugekehrt. (Figur 13, 14.) Ein Blick auf die Außenfläche des Epithels lässt die Oeffnung in den Kapselrand leicht erkennen. (vergl. Figur 14.) An dieser Stelle zeigt sich die Cuticula von einem feinen harförmigen Kanal durchbohrt, durch welchen das Drüsensekret nach außen tritt. Färbt man nun diese Drüsenzellen, sei es mit Hämatoxylin oder Carmin, so bleibt entweder die Kapsel unverändert hell, oder aber es färbt sich dieselbe und nimmt den Farbstoff wenn auch nicht sehr stark auf. Im letzten Falle erkennt man, dass der Inhalt aus einer fein gekörnten Masse besteht, der die Kapsel entweder ganz anfüllt (Figur 12), oder nur einen Teil derselben (Figur 23), oder aber garnicht mehr vorhanden ist. Solche entleerte Kapseln sind



in Figur 13 und Figur 14 dargestellt. Immer erscheint der Inhalt der Kapseln stark lichtbrechend. Um die Kapsel herum liegt das Zellplasma, welches den ovalen Zellkern an der Basis in einer Anschwellung trägt. Unterhalb desselben verlängert sich die Becherzelle in einen feinen Fortsatz, der bald sehr lang sein kann, sobald nämlich die Becherdrüse von einer Tastpapille her stammt, oder aber kürzer erscheint (Figur 12), sobald sie aus dem zwischen den letzteren sich findenden Körperepithel entnommen war. Der Fortsatz selbst ist stärker als der der Sinneszellen und färbt sich nicht in gleicher Weise wie das eigentliche Zellplasma. Ob er nervöser Natur ist, oder lediglich als Stützfasern funktionirt und in der Bindesubstanz verläuft, wie ich es bei der zweiten Drüsenart schildern werde, kann ich nicht entscheiden.

Das Vorkommen der Becherzellen ist nicht auf eine bestimmte Körperregion beschränkt, sondern auf allen Körperteilen trifft man dieselben an. In besonders großer Menge findet man sie unterhalb der Tentakel. Hier überwiegen sie beinahe alle übrigen Zellelemente des Körperepithels. Auch auf der Mundscheibe stehen sie dicht gedrängt. Ein gleiches gilt auch von den Tentakeln, wenn auch in geringerem Maße. Die Größe der Kapsel variirt. Ihre Länge beträgt etwa 0,011 mm. Da diese Drüsenzellen im Darmtractus gleichfalls angetroffen werden, muss ich da noch einmal auf sie zu sprechen kommen.

Nicht bloß bei Synapta findet man dieselben, auch bei den füscentragenden Holothurien sind sie ein Bestandteil des Körperepithels, ja selbst bei den Asteriden beobachtete ich Becherdrüsen im Rückenepithel, sowie auch auf der Ventralseite, wenn auch nur in geringer Anzahl. —

Die zweite Art von Drüsenzellen, zu denen ich mich jetzt wende, sind durch ihren grobkörnigen Inhalt ausgezeichnet. Ich füre sie als Schlauchdrüsen auf. Ungemein stark nehmen sie die verschiedenen Farbstoffe auf. Sie treten dann als dunkle kolbenförmige Gebilde im Hautepithel hervor.

An guten Isolationspräparaten findet man auch an ihnen einen basalen Fortsatz vor, der übrigens an dünnen Schnitten ebenfalls erkennbar hervortritt (Figur 8 und 9).

Was nun die Form dieser Drüsenzellen anlangt, so sind sie bald von kolbenförmiger, bald von schlauchförmiger Gestalt, bald mehr cylindrisch. Bald sind die kleinen sich dunkel färbenden Sekretkügelchen in einzelnen Teilen der Zelle mehr angehäuft als in anderen. Dann erhalten sie eigentümliche Anschwellungen, wie

Figur 48 zum Beispiel zeigt. Der Zellkern, der von ovaler Form ist, liegt meist in der Basis der Zelle, die sich verschmächtigt hat und in einen Fortsatz ausläuft. Unterhalb des Kernes fehlen die Sekretkügelchen. Der Fortsatz selbst lässt sich leicht weiter verfolgen. Er verläuft bestimmt niemals in der Nervenschicht, die unterhalb des Körpers angetroffen wird, sondern verzweigt sich in der Cutis, der Bindesubstanzschicht. (Figur 48). Besonders im Epithel der dem After genäherten Körpergegenden lässt sich dies leicht feststellen.

Die Schlauchdrüsen kommen entweder einzeln vor, zerstreut zwischen den übrigen Epithelzellen liegend, oder in Trupps zusammenstehend. Besonders reich an Schlauchdrüsen ist das Körperepithel der Tentakel. Gruppen von ihnen finden sich auf den Tentakeln. Zu solchen Gruppen führt dann ein Nervenzug. Das macht es wahrscheinlich, dass diese Drüsen in Zusammenhang stehen mit Nervenfasern. Dann finden sie sich auf den Tastpapillen vergesellschaftet mit den Becherdrüsen vor.

Auch das Vorkommen dieser zweiten Drüsenart ist nicht bloß auf das Körperepithel beschränkt. Im Oesophagus und im Rectum treten sie auf, besonders im letzteren, wo sie fast noch zahlreicher sich finden, als es in der Haut der Fall ist.

Haben nun diese beiden Drüsenformen verschiedene Funktionen, oder ist ihre physiologische Bedeutung eine verschiedene?

Dass wir den Drüsenzellen die Absonderung des Schleimes, der alle Holothurien umgibt, zuschreiben müssen, ist wol selbstverständlich. Die Plasmawanderzellen, die nach Semper<sup>1)</sup> diese Funktion ausüben sollten, haben mit derselben nichts zu tun. Jedenfalls ist es das einfachere den Epitheldrüsen die Schleimabsonderung zuzuschreiben, als jenen Wanderzellen, die in der Cutis sich vorfinden. In gleicher Weise wie bei anderen Tieren, etwa den Aktinien, die wir ja in histologischer Hinsicht so genau kennen, die Epitheldrüsenzellen die Schleimabsonderung besorgen, wird es auch hier der Fall sein. —

Die Sinneszellen finden sich im Körperepithel entweder zerstreut vor mit den anderen Zellelementen untermischt, oder aber auf den Tastpapillen und in den Sinnesknospen. Besonders zahlreich findet man sie im Peristom; eine ganz genaue Darstellung jedoch ihrer Verteilung zu geben ist nicht möglich. Soviel steht jedoch fest, dass sie auch am hinteren Ende der Synapta sich

---

<sup>1)</sup> Semper, Holothurienwerk, pag. 110 und 164.

vorfinden. (vergl. Figur 16.) Die Sinneszellen sind lange feine Gebilde. Der Zellkern wird meist in der Mitte oder aber mehr der Basis genähert angetroffen. An der Stelle, wo er sich findet, zeigt die Sinneszelle eine Anschwellung, die davon herrührt, dass hier das Zellplasma angehäuft ist. Oberhalb dieser spindelförmigen Anschwellung (Figur 9) verjüngt sich die Zelle, während ein gleiches nach der Basis zu der Fall ist. Diese eigentümliche Spindelgestalt der Sinneszellen findet sich bald mehr bald weniger ausgeprägt. Dies ist zum Beispiel der Fall bei den Sinneszellen die in Figur 13 wiedergegeben sind und aus einer Tastpapille herrühren.

Basalwärts gehen, wie ich schon angab, die Sinneszellen über in zahlreiche feine Fibrillen, die zur Nervenfasernschicht gehören.

Es gelingt an guten Macerationspräparaten diese basalen Fibrillen der Zellen zu isolieren. Durch Zerklopfen kann man die Fasern oft auf weite Strecken verfolgen, während sie an vielen Zellen fehlen; sie sind abgerissen.

Ein in Figur 9 wiedergegebenes Präparat zeigt uns das Verhalten der Sinneszellen mit ihren Fibrillen. Man sieht, wie der Fortsatz der einen Zelle direkt übergeht in eine in dem Nerven-geflecht liegende multipolare Ganglienzelle. —

Die vierte Zellform stellen die gewöhnlichen Epithelzellen vor. Sie sind die am wenigst differenzierten Gebilde des Körperepithels.

Diese Epithelzellen, die ich als Stützzellen bezeichne und damit an die gleichen Gebilde der Asteriden erinnere, die ich vor kurzem <sup>1)</sup> geschildert habe, sind schmale Gebilde, die nach der Peripherie zu an Breite zunehmen. Um die Stützzellen zu isolieren, ist es am ratsamsten Körperepithel vom hinteren Leibesende zu verwenden, da hier die einzelnen Zellen in loserem Ver-  
bande zu einander stehen. Auch Schnittpräparate wären, sobald sie genügend dünn sind, schon einen hinreichenden Einblick. Figur 15 zeigt einen Teil eines Längsschnittes durch das hintere Ende einer vollkommen ausgestreckten mit Chromsäure conservierten Synapta. Der Kern der Zellen findet sich meist im Centrum gelegen und bekommen hierdurch die Zellen oft ein spindelförmiges Aussehen, zumal die Zellen meist spitz zulaufen, one jedoch sich in einen Fortsatz eine Stützfaser, zu verlängern. —

---

<sup>1)</sup> Beiträge z. Histologie der Echinod. Mitteilung I. Z. f. w. Zoologie Band XXXIX.

Eine abweichende Form besitzen die Stützzellen in den Sinnesknospen, wie ich unten schildern werde. —

Sowol die Sinneszellen als auch die gewöhnlichen Epithelzellen und Drüsenzellen sind niemals bewimpert. Mit Ausnahme derjenigen Zellen, welche die Sinnesknospen bilden, ist die gesammte Körperoberfläche unbewimpert.

### Die Sinnesorgane.

#### a) Die Tastpapillen und die Hautnerven.

Während man bei den füßscentragenden Holothurien die Füßschen nicht nur als Bewegungsorgane, sondern auch als Tastorgane anzusehen hat und bei vielen Gattungen zwei verschiedene Formen derselben vorkommen, so sind an Stelle der Füßschen bei den Apoden besondere Sinnesorgane getreten, die auf der Haut zerstreut angetroffen werden.

Die ersten Angaben über solche Organe hat Semper<sup>1)</sup> in seinem großen Holothurienwerke gemacht, und zwar an Synaptiden. Baur erwänt in seiner Arbeit keinerlei Sinnesorgane als die sogenannten Gehörbläschen, auf deren Bau ich unten zu sprechen kommen werde. Nach Semper besitzen die Tastpapillen im Inneren ein kleines Ganglion „das durch die Cutis hindurch mit dem Radialnerven in Verbindung steht, gegen die Oberfläche der Papille aber feine Aeste aussendet, deren Verhalten zu den Epithelzellen ich aber nicht erkannt habe“. So die eigenen Worte des Entdeckers. Weiter schildert Semper den Bau der Epithelzellen, die er hier als besonders in die Länge gezogen bezeichnet. Die Vermutung, dass diese Zellen in Verbindung ständen mit Hautnerven wird des weiteren ausgesprochen und dann auf die ähnlichen Gebilde in den Spitzen der Füßschen der Pedaten hingewiesen<sup>2)</sup>. —

Auf diese Untersuchungen Sempers sind keine weiteren gefolgt, welche seinen Angaben etwas Neues hinzugefügt hätten. Ich berichte deshalb sogleich meine eigenen Resultate.

<sup>1)</sup> Semper, Holothurien, pag. 153.

<sup>2)</sup> Die Angaben, welche uns Semper über das Vorkommen der Tastpapillen gemacht hat, beziehen sich vornehmlich auf *Anapta gracilis* Semp. und *Synapta pseudo-digitata* Semp. Da ich bei *Synapta digitata* diese Gebilde wiederfinde, so dürfte es gerechtfertigt erscheinen, die Tastpapillen der Haut allen Apoden zuzuschreiben.

Die Tastpapillen sind bei Betrachtung der Haut von aufsen erkenntlich. Je nach dem Contractionszustand des Tieres treten die Erhebungen, welche die Papillen bilden, mehr oder weniger hervor. An mäfsig contrahirten Tieren erhält man auf Querschnitten durch die Körperwandung ein Bild, wie es Figur 4 wiedergiebt. Es ragen hier die Papillen weit über das gewöhnliche Hautepithel hervor. Sie sind leicht kenntlich durch die eigentümliche Gestaltung der Zellen, welche sich auf ihnen finden. Diese überragen an Länge die gewöhnlichen Epithelzellen oft mehr als um das Doppelte.

Zu einem jeden solchen Sinnesorgan geht ein Nervenzug, (Figur 4) der sich oft auf weite Strecken verfolgen lässt. Diese Nervenzüge enden an der Basis der Tastpapillen, um hier überzugehen in eine plattenförmige Anschwellung, welche auf Schnitten aus einer feingekörnten Masse besteht, die durch feine Fibrillen hier und da durchsetzt wird. Es sind das die feinen Nervenfibrillen, die ein Gewirr bilden und bald auf dem Quer- bald auf dem Längsschnitt getroffen worden sind. —

Welches sind nun die Elemente welche die Tastpapillen zusammensetzen? Zunächst will ich die Drüsenzellen erwänen, sowohl Becher- wie Schlauchdrüsen, welche dicht gedrängt stehend die Papillen besetzen. Drüsenzellen findet man auf ihnen in besonderer Menge in der oberen Körperregion, unterhalb der Tentakelbasis, während die nach der Aftergegend zu gelegenen Papillen weit ärmer an ihnen sind. Die Hauptelemente sind jedoch die Sinneszellen, während die gewöhnlichen Epithelzellen, (Stützzellen) auffallend zurückgetreten sind. Gewöhnlich convergiren nun die Sinneszellen mit ihren Fortsätzen nach dem Centrum der Tastpapille; sie sind radial angeordnet. (vergl. Figur 5.) Den Bau der Sinneszellen habe ich oben schon geschildert, sodass mir hier wenig nachzuholen bleibt. Sie setzen sich fort in feine hardünne Fibrillen, die die Platte aus welcher der Nervenzug heraustritt, bilden. Die einzelnen Tastpapillen stehen untereinander in Verbindung, indem Nervenfasern von einer zur anderen führen. Dies lässt sich oft feststellen, wenngleich nicht immer. Es gelingt besonders da, wo die Papillen sehr dicht gedrängt stehen. (Durchm. d. Nervenfasern 0,00071—0,00123 mm.)

An der Stelle nun, wo der Nervenzug aus der Papille austritt, bildet sich eine Anschwellung. Auf der Peripherie derselben lagern Zellen, welche multipolare Ganglienzellen vorstellen. Diese finden sich auch innerhalb der Nervenplatte vor. Ueber die An-

zahl ihrer Ausläufer ins klare zu kommen fällt sehr schwer. Oft erscheint es, als wenn nur zwei, oft als wenn gar keiner vorhanden sei. Auch diese Ganglienzellen besitzen einen verhältnissmäßig großen ovalen Kern.

Die Stützzellen endlich sind auf den Tastpapillen schwer zu erkennen. Oft haften dieselben an Isolirungspräparaten fest an den Sinneszellen; sie lassen sich überhaupt schwer isoliren und kommen sie auch auf diesen Organen in geringer Menge vor. —

Ich fare nun fort den Nervenzug zu verfolgen, welcher aus den Tastpapillen austritt. Zum großen Teil entspringen diese Hautnerven, welche unsere Sinnesorgane versorgen, direkt aus einem der Nervenstämme. Diejenigen Tastpapillen, welche unterhalb der Tentakel liegen, werden von den fünf Radialnervenstämmen aus versorgt, indem von letzteren Nervenäste ausgehen, welche durch die Cutis verlaufen. Zu allen auf den Tentakeln liegenden Papillen gehen Hautnerven ab von den Tentakelnervenästen, während an das Epithel der Mundscheibe solche Nerven herantreten, welche vom Oesophagealast abgehen, bevor nämlich dieser in den Schlund eintritt. —

Was nun den Ursprung der Hautnerven anlangt, so ist folgendes hervorzuheben. Immer entspringen die Hautnerven an der Basis der Nervenstämme. Hieraus erklärt es sich auch, warum man auf Längsschnitten ihren Ursprung nicht oder sehr selten finden kann. Betrachtet man Figur 18 welche einen Querschnitt durch die Körperwand unserer Synapta wiedergibt, so erblickt man das halbmondförmige Bild des auf dem Querschnitt getroffenen Radialnervenstammes. Er liegt in der Cutis, während centralwärts das Radialwassergefäß sich zeigt. Links tritt ein Nervenast aus, welcher sich in zwei gabelt, indem der eine zur Ringmuskularis verläuft, der andere zum Körperepithel zieht. Ich habe niemals beobachtet, dass die Hautnerven an anderen Stellen des Radialnerven entsprungen wären, als an den Seiten desselben. Was nun die Hautnerven anlangt, so gehen sie zum Teil nicht direkt zu den Tastpapillen, sondern verzweigen sich, indem einzelne Hautnervenzüge zur Epidermis aufsteigen, andere aber sich lange Strecken weit in der Bindesubstanz verfolgen lassen. (vergl. Figur 4.) Ein gleiches ist mit den Hautnerven der Tentakelnervenäste und des Oesophagealnervenastes der Fall. Die Hautnerven können hier von der Peripherie des Nervenastes entspringen. Zur Erläuterung dient das in Figur 3 gegebene Längsschnittsbild. Der Oesophagealnerv ist der Länge nach getroffen und man erkennt

den Verlauf seiner Nervenfasern sowie das Deckepithel mit den Stützfasern. Der Hautnerv selbst wird gebildet von Fibrillen, die zu einem Bündel vereint das Deckepithel durchbrechen und sich baumförmig verzweigen. Die einzelnen Nervenzüge versorgen in diesem Falle keine Tastpapillen, sondern enden unterhalb des Epithels der Mundscheibe in einer Nervenschicht. Auch das Epithel zeigt keinerlei Bildungen, welche auf besondere Sinnesorgane hindeuten; es finden sich nur Sinneszellen vor und zwar von derselben Länge wie die Stützzellen, welche mit ihren basalen Fibrillen in dem Nervenplexus verlaufen. —

Wir haben somit zwei Formen der Hautnervenäste zu verzeichnen, erstens solche, welche unverzweigt bis zur Epidermis verlaufen, oder solche, welche sich baumförmig in der Cutis verästeln. —

Die Elemente, welche die Hautnerven bilden, sind Nervenfasern und Ganglienzellen; niemals aber setzt sich das Deckepithel der Nervenstämme oder des Gehirnringes auf sie fort. Schon oben habe ich darauf hingewiesen, dass die Nervenfasern ein Bündel bildend austreten. Die Stärke dieser Nervenbündel ist sehr variabel. Verlaufen sie ohne Verzweigung bis zum Epithel, so bleibt sich ihr Durchmesser gleich. Anders bei den sich baumförmig verästelnden Bündeln. Hier sind diejenigen Aeste, welche der Epidermis am nächsten liegen, die dünnsten. Der Durchmesser der Hautnerven schwankt etwa zwischen 0,001 mm. und 0,018 mm. Der Querschnitt der Hautnerven ist stets kreisrund. Der Peripherie aufliegend trifft man Zellen an, deren ovale Kerne sich stark mit Färbemitteln tingieren. Es sind die Ganglienzellen. Sie stimmen überein mit jenen in den Nervenplatten beschriebenen Ganglienzellen. Eine Isolation dieser Gebilde gelang mir nicht, wenigstens nicht in befriedigender Weise.

Schon mehrfach habe ich einen Nervenplexus erwähnt, der sich unterhalb der Epidermis vorfindet. Bald trifft man ein Gewirr von feinen Nervenfibrillen, bald nur unterhalb der Basis der Epithelzellen hinziehende Nervenbündel. (vergl. Figur 15.) Der Nervenplexus scheint an allen Körperregionen sich vorzufinden. Er steht im Zusammenhang mit den Tastpapillen und den Hautnerven, wie ich bereits erwähnt habe. Auch die Sinneszellen sind über den ganzen Körper verbreitet, nicht bloß in den Papillen. Es ist schwer den Nervenplexus überall nachzuweisen, zumal an denjenigen Stellen wo die Binde substanzfibrillen mit einander verschmolzen sind oder sehr dicht liegen und dann kaum eine Grenze



zwischen den Nervenfasern und der Bindesubstanz zu finden ist. Gewöhnlich lässt sich jedoch die Nervenmasse leicht eruiren durch die eigentümliche Färbung, welche sie zum Beispiel mit Essigcarmin behandelt annimmt. Eigentümlich ist eine feine Körnelung, die man an den feinsten Verzweigungen der Hautnerven wahrnehmen kann und welche jedenfalls erst in Folge der Konservierung eingetreten ist. —

Einen Nervenplexus unterhalb der Körperepidermis hat Théel<sup>1)</sup> bei den Elaspoden beschrieben und abgebildet. Das ist soweit ich die Literatur kenne die einzige Angabe über einen peripheren Nervenplexus. Jourdan hat bei Stichopusarten ebenfalls Hautnerven gefunden. Hierauf komme ich bei Betrachtung des Nervensystems der Pedaten. —

#### b) Die Sinnesknospen.

Sinnesknospen nenne ich eine Anzahl von Sinnesorganen, welche auf der inneren Seite der Tentakeln liegen. In einer vorläufigen Mitteilung<sup>2)</sup> habe ich sie bereits kurz geschildert. Dort sprach ich die Vermutung aus, dass jene Organe, welche Quatrefores<sup>3)</sup> auf der Innenseite der Tentakel beschreibt und als Saugnäpfe deutet, mit unseren Sinnesknospen identisch seien. Auch von Joh. Müller<sup>4)</sup> wird von diesen Saugnäpfen eine Abbildung gegeben, one dass jedoch ihr Bau von demselben näher untersucht worden wäre, was auch der erst genannte Forscher unterlassen hat. Die Deutung der fraglichen Organe als Saugnäpfe ist aus ihrer Lage erschlossen, aber unhaltbar, da keinerlei Muskulatur mit denselben in irgend welcher Verbindung steht.

Um die Lage der Sinnesknospen anzugeben, ist es nötig die Tentakeln des näheren zu schildern.

*Synapta digitata* besitzt zwölf Tentakeln, welche blind in einem Köpfchen enden. (vergl. die Figuren 1 und 2.) Auf diesen trifft man eine Menge von papillenartigen Erhebungen an. Um dieses Köpfchen herum stehen vier fülcrartige Gebilde. Diese

---

<sup>1)</sup> Report on the Holothurioidea collected during the voyage of the „Challenger“. Part 1. in Report Scientif. Results, Challenger, Zoolog. vol. 4. Part 13. 1881. pag. 129.

<sup>2)</sup> Zeitschr. für wissensch. Zoologie Band XXXIX. pag. 318.

<sup>3)</sup> Annales des sciences naturelles, 1842. Tome 17 Planche IV. Figur 1.

<sup>4)</sup> Joh. Müller, *Synapta digitata*.

kleinen Füler sind in der Weise angeordnet, dass sie das Ende des Tentakels in einen schiefen Halbkreis umgeben. Die beiden unteren stehen seitlich und mehr nach aufsen, während die beiden oberen mehr der Innenseite des Tentakels angehören, wie Joh. Müller es schon geschildert hat. Figur 1 zeigt einen Tentakel von der Innenseite. Man sieht wie die vier Fülerchen dem Munde zugewendet sind. In der nebenstehenden Figur 2 ist ein Tentakel von aufsen gesehen dargestellt. —

Auf dem unteren Abschnitt der Tentakel finden sich auf der Innenseite gelegen die Sinnesknospen. Schon mit der Lupe sind sie deutlich zu erkennen. Sie stehen nicht regelmässig angeordnet, sondern sind in bald gröfserer, bald geringerer Anzahl vorhanden. Immerhin kann man aber zwei Reihen derselben unterscheiden. Der Bau dieser Organe ist nun folgender. Zunächst ist, was ihre Lagerung anlangt, zu bemerken, dass sie in der Epidermis eingelagert sind, und dass über dieselbe die allgemeine Körpercuticula hinzieht. (vergl. Figur 16.)

Diese Organe sind von kuglicher Gestalt. An derjenigen Seite, welche der Peripherie des Tentakels zugewendet ist, findet sich eine mehr oder minder tiefe Einbuchtung. Gegenüber dieser grubenförmigen Vertiefung tritt der Nerv aus der Sinnesknospe. Das ganze Gebilde wird weiterhin von einer hellen dünnen Membran umschlossen, die es nach der Bindesubstanz zu abgrenzt. Zweierlei Zellformen trifft man in den Sinnesknospen an, nämlich Stützzellen und Sinneszellen. Die ersteren bilden die gröfsere Masse des Organes. Sie sind mehr radiär angeordnet, und convergiren sämtlich nach der peripheren Grube. Der feine Protoplasmaleib der Zelle ist fadendünn und trägt an seiner Peripherie eine feine Geißel. Der ovale Kern liegt der Basis der Zelle genähert und bedingt hier eine Anschwellung der letzteren. Der periphere Zellleib trägt niemals den Kern. Mit ihren basalen Enden sitzen diese Zellen auf der das ganze Gebilde umhüllenden Membran.

Im centralen Teil dieser Sinnesorgane nimmt nun ein anderes Gebilde unsere Beachtung in Anspruch. Es ist dasselbe von knospenähnlicher Gestalt und setzt sich direkt fort in einen Nerven zug. Diese Knospe wird von Zellen gebildet, welche die Endorgane der zu ihnen ziehenden Hautnerven vorstellen. Mit ihrem peripheren Ende convergiren die Knospenzellen nach dem Centrum der Grube, während sie mit dem den Kern bergenden mittleren Teile den bauchigen Teil der Knospe bilden, um dann mit ihrem Endteile zu convergiren und sich fortzusetzen in feine Fibrillen, welche

aus dem Organ austreten. Der Bau des aus letzterem austretenden Nerven ist derselbe wie der der schon geschilderten Hautnerven. Nervenfibrillen mit auflagernden Ganglienzellen sind die Elemente, welche diese von dem Tentakelnerven aus entspringenden Nerven zusammensetzen. Ueber die Sinneszellen habe ich noch hinzuzufügen, dass dieselben feine hardünne Gebilde sind, die eine Geißel auf ihrem peripheren Ende tragen, und unterhalb des Kernes in Fibrillen sich fortsetzen, die Nervenfasern<sup>1)</sup>. — Ueber diese Sinnesknospen orientirt man sich an Zerzupfungspräparaten sowie Längsschnitten durch dieselben am besten. Ihr Durchmesser beträgt etwa 0,09—0,11 mm. —

Fragt man nun nach, welches die physiologische Bedeutung der Tastpapillen und der Sinnesknospen sei, so ist die Antwort keine sichere. Dass die als Tastpapillen bezeichneten über den ganzen Körper zerstreuten Sinnesorgane in erster Hinsicht als Tastorgane funktioniren, ist wol ziemlich sicher. Anders steht es mit den Sinnesknospen. Da sie auf den Tentakeln und zwar auf deren Innenseite stehen, könnte man sie in Zusammenhang bringen mit der Nahrungsaufnahme. Vielleicht sind sie Geschmacksorgane? Doch will ich nicht der jetzigen Mode folgen, die jedem Sinnesorgan, sobald es nur entdeckt ist, eine bestimmte Funktion zuschreibt, sondern lasse es lieber dahingestellt, ob unsere neuen Sinnesknospen als Organe eines bestimmten Sinnes, oder überhaupt allgemeine Wahrnehmungen der Synapta vermitteln.

---

Im Anschluss an diese Sinnesorgane füge ich einige Bemerkungen hinzu über die Gehörorgane von Baur und die sogenannten Augenflecke von Synapta digitata.

Baur<sup>2)</sup> hatte fünf „bläschenförmige Organe“ aufgefunden, welche an der Außenfläche des Kalkringes gelegen sind. Sie sollten nach seiner Beschreibung mit den fünf Radialnerventämmen zusammenhängen, und zwar kurz nach ihrem Austritt aus dem Gehirnring. Jedes der Bläschen ist nach Baur ringsum geschlossen, besteht aus einer strukturlosen Membran und einem

---

<sup>1)</sup> Ich will hier bemerken, dass ich die Sinnesknospen nur an konservirtem Material zu untersuchen Gelegenheit hatte und die Angabe über die Anzahl der Geißeln der Sinnes- und Stützzellen deshalb nicht vollkommen sicher sind.

<sup>2)</sup> Beiträge zur Naturgesch. der Synapta digitata. Abhandlung 1. 1864. Nova Acta 31. Band.

Epithel, welches die Höle auskleidet. Der Stiel jedes Bläschens ist nicht ein Nervenast, „sondern nur ein Fortsatz der Bläschenhaut, der mit der membranösen Umhüllung des Nervenstammes zusammenhängt“. Sehr interessant sind seine Angaben über diese Bläschen an jungen Tieren. Bei diesen hat Baur im Hohlraum der Organe „mehrere rundliche, ganz homogene, stark lichtbrechende Körperchen“ gefunden, welche in zitternder Bewegung waren. Es sind jene Gebilde, welche von Joh. Müller schon beschrieben worden sind, und zwar als „Bläschen mit Doppelkörnern“, wie auch Baur selbst angiebt. Die Entdeckung unserer Organe gebürt also Joh. Müller, lediglich die Deutung ist von Baur. Es dürften also mit weit größerem Rechte dieselben als Müllersche Organe benannt werden. Was nun die Deutung derselben als Gehörbläschen anbelangt, so hat dieselbe sehr viel für sich, das heißt, wir haben in denselben Sinnesorgane zu sehen, welche nur der Larve zukommen, am erwachsenen Tiere aber außer Funktion getreten sind.

Ich habe diese Organe bei den erwachsenen Synapten untersucht. Es sind Holkugeln, deren Wandung aus einer Epithelschicht besteht, die einen Durchmesser von 0,00652 mm. besitzt. Der Durchmesser eines Bläschens beträgt ungefähr 0,143—0,213 mm. Die Epithelzellen sind von cubischer Gestalt und schliessen einen runden Kern in der Mitte ein. Eine bindegewebige Membran umzieht das ganze Gebilde. Ein Nervenzug, der etwa zu demselben heranträte, ist nicht vorhanden, wie ich mit vollster Sicherheit behaupten kann. Die hohlen Bläschen liegen in der Cutis der Körperwandung, allseitig von der Bindesubstanz umgeben, mit keinem anderen Organ in Verbindung stehend. Sie sind allseitig geschlossen und niemals trifft man einen Inhalt in denselben an. Sie machen somit den Eindruck von rückgebildeten Organen, welche nur im Jugendzustand in Funktion gewesen sind; es sind Larvenorgane. — (Figur 61 und 82.)

In seiner Abhandlung über *Synapta digitata* hat Joh. Müller<sup>1)</sup> von Augenflecken gesprochen, welche zwischen je zwei Tentakeln auf der Mundscheibe sich vorfinden sollen. Baur<sup>2)</sup> glaubt sich dieser Ansicht nicht anschließen zu können. Er findet in den Pigmenthaufen, welche in dieser Gegend der Haut liegen sol-

---

1) Joh. Müller, *Synapta digitata* u. a. a. O.

2) Baur, pag. 46. loc. cit.

len, keinen Unterschied von jenen, welche über die Körperoberfläche zerstreut seien. Dem ist nun folgendes zu entgegnen.

Es finden sich in der Tat eigentümliche rote Flecken zwischen den Tentakelbasen. Diese gehören aber nicht der Epidermis an, sondern sie haben ihren Grund in folgender Bildung. Die Bindesubstanz der Cutis ist in der Mundscheibe besonders reich an Plasmawanderzellen, welche eine eigentümliche Färbung besitzen, die von einem Pigment in denselben herrührt. Auf Schnitten er giebt sich nun, dass die sogenannten Augenflecken von Ansammlungen der Plasmawanderzellen herrühren. Es liegen diese Gebilde dicht gedrängt nebeneinander einen Klumpen bildend, während zwischen ihnen, wie in der übrigen Bindesubstanz, diese Zellen einzelt angetroffen werden. Das Pigment, welches die Färbung hervorruft, ist durch Alkohol nicht ausziehbar. Die sogenannten Augenflecken sind auch an Synapten, welche lange in Alkohol gelegen haben, zu erkennen, während das Pigment, welches im Epithel seinen Sitz hat, verschwunden ist.

Somit glaube ich, dass die Müllersche Ansicht, welche bisher durch keinerlei Untersuchung gestützt war, als irrig bezeichnet werden muss. Es sind die Plasmawanderzellen in solcher Menge zusammenstehend nichts seltenes und trifft man ähnliche Anordnungen derselben auch bei den Pedaten an. —

## Das Wassergefäßssystem.

### 1. Steinkanal und Madreporenplatte.

Die Ansichten über den Steinkanal sind bei den Holothurien dahin zusammenzufassen, dass man denselben einen oder mehrere zuschreibt, die durch Poren am freien Ende, welches der Madreporenplatte der übrigen Echinodermen ähnlich ist<sup>1)</sup>, mit der Leibeshöle communiciren sollen. Ob nun dieses freie Ende eine echte Madreporenplatte vorstellt, ist noch unentschieden, da noch Niemand den feineren Bau geschildert hat. Joh. Müller<sup>2)</sup> spricht schlechtweg von einer solchen bei *Synapta digitata*, indem er auf die Aenlichkeit derselben mit dem gleichen Gebilde der Asteriden hinweist. Er war es, der zuerst Poren in dem freien Ende des

---

<sup>1)</sup> vergl. Claus, Lehrbuch der Zoologie, 1880.

<sup>2)</sup> Joh. Müller, Mitteilungen d. königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1853 Ueber den Bau der Echinodermen pag. 204. —

Steinkanales nachgewiesen hat und unterscheidet am Steinkanal der Holothurien zwei Stücke, den Kanal und das Endstück, welches er als Sack bezeichnet. Quatrefages erwägt einen Steinkanal bei Synapta garnicht und hat denselben übersehen, während Baur<sup>1)</sup> Angaben macht, welche denen Joh. Müllers widersprechen. Eine eigentliche Madreporenplatte fehlt nach ihm überhaupt; der Steinkanal soll vielmehr ganz frei sein und die Wandung desselben mit einem, wellenförmig aus- und eingebogenen Rande endigen. Dadurch soll die Mündung die Form einer verästelten Spalte erhalten! Uebrigens erwägt Baur die Untersuchungen Joh. Müllers über dieses Organ garnicht, welche ja Jarzchnte vor den seinigen unternommen worden waren. Semper spricht sich über die Madreporenplatten der Holothurien im Allgemeinen aus und bestätigt die Müllerschen Angaben. Auch einige auf den feineren Bau bezügliche Daten erwägt dieser Autor, so zum Beispiel dass am Rande der Poren der Platte ein langgestrecktes Cylinderepithel sich vorfinde, während im Inneren ein Epithel aus kurzen wimpernden Zellen bestehend sich vorfindet<sup>2)</sup>. —

Was nun zunächst die Lage des Steinkanals anlangt, so trifft man ihn bei Synapta dorsal gelegen am Mesenterium befestigt. Er entspringt aus dem Ringwassergefäß (siehe Figur 29) und verläuft eine Strecke weit ohne in Schlingen gelegt zu sein, um dann nach wenigen Millimetern eine Reihe von Schlingen zu bilden, welche untereinander durch Fortsätze des Mesenteriums verbunden sind. Sein freies Ende ist kolbenförmig angeschwollen. Es ist dies die Madreporenplatte, welche die bekannte Maeandriniform besitzt. In der Tiefe der Furchen, die sich auf ihr finden, trifft man die Poren an, welche in den Steinkanal führen. Die Madreporenplatte liegt nun nicht so auf dem letzteren, dass seine Längsaxe durch das Centrum der Platte ginge, sondern sie liegt dem Steinkanal seitlich auf, wie aus Figur 30 hervorgeht. Wenn wir diese Lage desselben in Betracht ziehen, wird uns erst die eigentümliche Bildung des Epithels klar, welches den Steinkanal auskleidet und teils aus plattenförmigen, teils aus cylinderförmigen Gebilden besteht.

Die gesammte Oberfläche der Platte sammt den Furchen wird von einem hohen Wimperepithel überzogen (Figur 30, 31, 34), des-

---

1) Baur, am obig. Ort. 1. Abhandlung.

2) Semper, Holothurien, pag. 125.

sen feine fadenförmige Zellen eine Länge von etwa 0,0514 mm. besitzen. Acufserst dicht gedrängt stehen die Zellen nebeneinander und da der Kern in verschiedenen Höhen der Cylinderzelle liegen kann, sieht es aus als ob ein geschichtetes Plattenepithel vorläge. Feine Schnittreihen überzeugen jedoch leicht, dass dies letztere nicht der Fall ist. Eine feine Cuticula überzieht die Oberfläche dieser Zellen, welche wimpern. Jeder Zelle kommt jedenfalls eine feine Wimper zu.

Das eben geschilderte Wimperepithel überzieht nicht bloß die Oberfläche, sondern erstreckt sich eine kleine Strecke weit in die Furchen hinein (Figur 31 und 34) bis etwa an den Anfangsteil der Porenkanälchen, um hier mehr und mehr an Länge abnehmend überzugehen in ein Plattenepithel, welches nach Semper's Angabe gleichfalls wimpert. Die Länge dieser Epithelzellen, die von cubischer Gestalt sind, beträgt etwa 0,0042 mm., es ist also ein großer Unterschied zwischen dem Epithel der Porenkanälchen und der Platte.

Es setzt sich nun, dies will ich gleich hier hervorheben, das letztere Epithel in den Steinkanal fort, indem es aber nicht sein ganzes Lumen auskleidet, sondern nur die innere dem Mesenterium zunächst gelegene Fläche. Figur 30 soll dieses Verhalten veranschaulichen. Mit *MM.* ist das Mesenterium bezeichnet und ist die Lage des Steinkanals, der in seinen Windungen zweimal auf dem Querschnitt getroffen worden ist, und auf der dem Mesenterium anliegenden Fläche das cubische Epithel als Auskleidung seines Lumens trägt.

Die Porenkanälchen selbst, zu denen ich mich jetzt wenden will, ziehen nicht sämtlich in senkrechter Richtung nach dem Steinkanal, sondern die peripher gelegenen werden, wie aus Schnittserien ersichtlich ist, von Zuleitungsröhen aufgenommen, welche vertical zu ihnen verlaufen und in den Steinkanal münden. Nur die central gelegenen Porenkanälchen münden direkt in den letzteren ein.

Die Zal der Porenkanälchen ist sehr variabel und scheint sie mit dem Alter des Tieres zuzunehmen. Es verhält sich also bei *Synapta* gerade so wie mit den *Asteriden*, wo nach Ludwig<sup>1)</sup> auch mit dem Alter die Zal der Kanäle wächst.

Der Steinkanal endlich ist ein runder mehr ovaler Schlauch,

---

<sup>1)</sup> Ludwig, *Morpholog. Studien an Echinodermen* 1877—79. 1. Band, pag. 153.



welcher in seiner ganzen Länge von zwei verschiedenen Epithelien ausgekleidet wird, welche beide Wimper tragende sind. Diejenige Seite, welche dem Mesenterium anliegt, wird von cubischen Zellen ausgekleidet, welche denen gleichen, welche in den Porenkanälchen sich finden, während der entgegengesetzte halbkreisförmige Teil des Hohlraums von einem hohen Wimperepithel überzogen wird.

Beide Zellarten gehen ziemlich unvermittelt in einander über (vergl. Fig. 32). Querschnittsbilder sind zur Illustration dieses eigentümlichen Verhaltens äußerst instruktiv. Die Höhe der Wimperzellen ist etwa 0,0498 mm. Cylindrische harfeine Gebilde setzen diese Epithelschicht zusammen. Auf der Peripherie jeder Zelle ist eine äußerst dünne ziemlich lange Wimper zu erkennen. An gut konservierten Exemplaren lässt sich dieselbe leicht konstatieren. Eine dünne Cuticula überzieht die Peripherie dieses Cylinderepithels und man erkennt eine feine radiale Querstreifung auf derselben. Ueber die Lagerung des Kernes ist nachzuholen, dass derselbe unterhalb der Mitte jeder Zelle liegt, bald dem Centrum, bald der Basis mehr genähert. (Figur 32 und 34).

Nachdem ich so die Epithelien geschildert habe, will ich weiter die Bindesubstanz erwähnen, soweit dieselbe hier in Betracht kommt.

Die bei weitem größte Masse der Madreporenplatte wird von der Bindesubstanz gebildet, welche reichlich verkalkt erscheint. Entfernt man nun die Kalkstücke aus derselben, so bleibt ein Maschenwerk übrig, welches von den Fibrillen der Bindesubstanz gebildet wird.

In den Zwischenräumen, welche sich zwischen den Fibrillen finden, lagern die Kalkkörper<sup>1)</sup>. Die Bindesubstanz setzt sich in den Steinkanal fort, indem sie jedoch nur auf eine dünne Lage beschränkt ist, welche Kalkkörper von stab- oder plattenförmiger Gestalt einschließt (vergl. die Figuren 32 und 33). Am Steinkanal verlaufen die Bindesubstanzfibrillen concentrisch und sind in ziemlicher Menge vertreten. Ueberzogen wird der Steinkanal weiterhin von einem Plattenepithel, welches sich direkt fortsetzt auf die Madreporenplatte, während es andererseits in das den Wassergefäßring überziehende Epithel übergeht. Es gehen überhaupt die Gewebe des letzteren in die entsprechenden des Steinkanales über, nur die Muskelschicht des Ringkanales erstreckt sich nicht in denselben. Eine Muskulatur ist überflüssig geworden; sie wird

---

<sup>1)</sup> siehe weiter unten das über die Bindesubstanz Gesagte.

vertreten durch die wimpernden Epithelzellen, welche die Fluctuation des Inhaltes besorgen und denselben in steter Verbindung halten mit dem Inhalte der Leibeshöle der Synapta.

Es besteht somit, um es kurz zusammenzufassen, die Wandung des Steinkanals nur aus einem Aufsenepithel der Binde substanzschicht und einem sein Lumen auskleidenden Epithel. Somit ist der Steinkanal der einzige Abschnitt des Wassergefäßsystems, welcher keine Muskulatur trägt. —

## 2. Der Ringkanal mit seinen übrigen Verzweigungen.

Während bei den füscentragenden Holothurien das Wassergefäßsystem in erster Linie als ein Organsystem sich darstellt, welches die Orts-Bewegung derselben regelt, so ist dies bei den füslosen Formen nicht der Fall. Hier dient das Wassergefäßsystem nur noch zur Bewegung der Tentakeln.

Man unterscheidet einen centralen Behälter, den Ringkanal und die peripheren Verzweigungen, welche von letzterem entspringen. Bei den Seesternen und den Seeigeln gehen vom Centralbehälter, dem Ringkanal, Kanäle ab zu den Tentakeln, weiterhin solche, welche in der Leibeshöhle verlaufen, und zuletzt ein als Steinkanal beschriebener Kanal, welcher durch die Madreporenplatte Seewasser von außen aufnimmt und den Centralbehälter speist. Bei den Holothurien mündet dieser Steinkanal nicht nach außen<sup>1)</sup>, sondern in die Leibeshöhle. Es füllt sich in Folge dessen auch der Ringkanal durch die Madreporenplatte mit dem Inhalte, welcher sich in der Leibeshöhle vorfindet. Ist nun dieses Verhalten das primäre oder hat die Madreporenplatte den Zusammenhang mit der Körperwand aufgegeben?

Vielleicht können die nachfolgenden Angaben etwas zur Beantwortung dieser Frage beitragen.

Was nun speciell Synapta anlangt, so hat Baur das Wassergefäßsystem als aus folgenden Teilen zusammengesetzt gefunden. Vom Ringkanal gehen nach diesem Autor nur die Tentakelkanäle ab zu den Tentakeln, und dann der Steinkanal und die Polische Blase, die immer nur in der Einzahl vorhanden ist.

In der Körperwandung finden sich nach ihm keine Kanäle, welche zu diesem Organsysteme gehörten. Zu dieser Ansicht

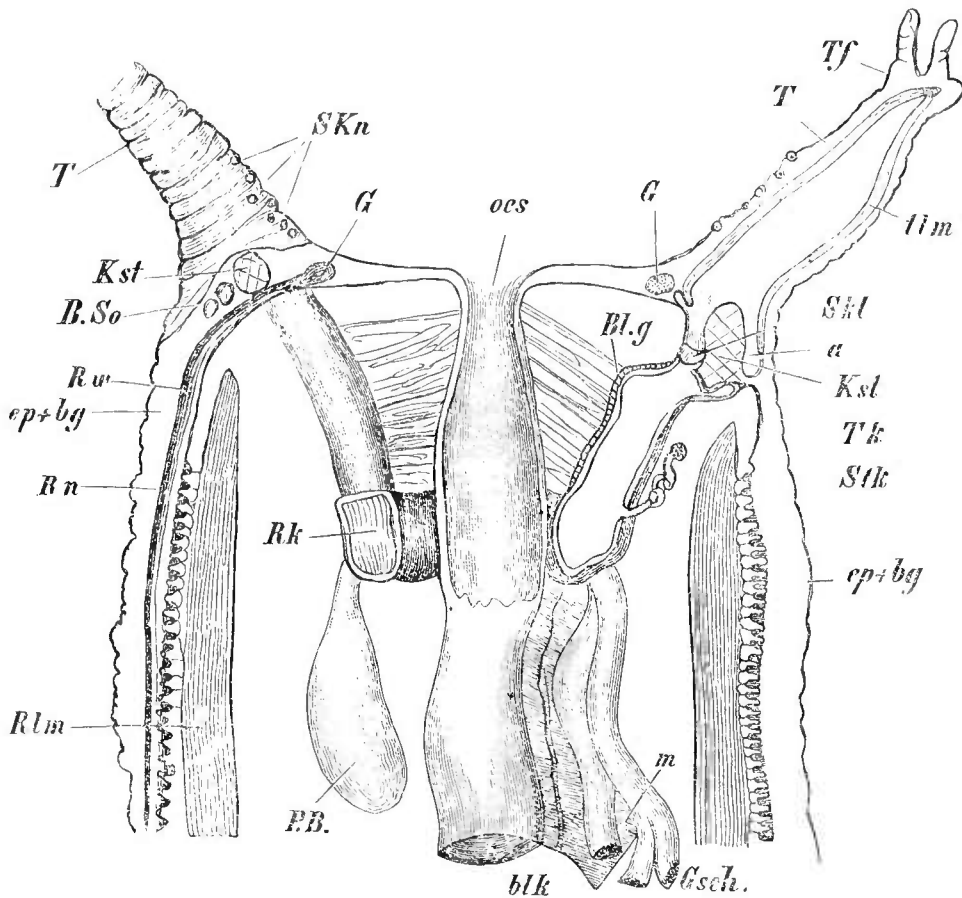
---

<sup>1)</sup> Hiervon sind ausgenommen einige Arten der Elapsipoden. (siehe: Théel, Report on the Holothurioidea, Part. 1.)

wurde er geführt, indem er die fünf Radialnervenstämme als Holcylinder ansah.

Ich wende mich zunächst zum Ringkanal, dem Centrum des Wassergefäßsystems. Derselbe ist ein kreisförmiger Schlauch, welcher eine Strecke unterhalb der Mundscheibe um den Oesophagus verläuft. Mit diesem besteht eine Verbindung, indem Suspensorien zwischen Schlund und Ringkanal ausgespannt sind. (Vergl. Figur 29).

Seine Lagerung ist aus dem beigefügten Holzschnitt ersichtlich.



Längsschnitt durch das vordere Körperende der *Synapta digitata*. —

Es bedeutet: *ep + bg*, Körperepithel + Cutis, (Bindesubstanz); *Kst*, Kalkstück, *T*, Tentakel; *tlm*, Längsmuskulatur desselben; *Tk*, Tentakelkanal; *Tf*, Füllerchen des Tentakels; *Blg*, Blutlakune auf dem Tentakelkanal; *SKl*, Semilunarklappe in demselben; *oes*, Oesophagus; *SKn*, Sinnesknospen; *B.So*, Baur's sog. Gehörbläschen; *G*, Gehirnring; *Rn*, Radialnervenstamm vom Gehirnring abgehend durchsetzt das Kalkstück; *Rw*, verläuft centralwärts vom Radialnervenstamm in der Körperwand; *Rlm*, Radiallängsmuskel; *Rk*, Radialkanal mit dem abgehenden Tentakelkanal; *P.B*, Polische Blase stark kontrahirt; *m*, Mesenterium; *Gsch*, Geschlechtsorgane; *Stk*, Steinkanal mit der Madreporenplatte; *Blk*, dorsale Blutlakune im Mesenterium; *Blg*, Blutlakune des Tentakelkanals. —

Die Wandung des Ringkanals, dessen Lumen einen Durchmesser von etwa 0,5—0,6 mm. besitzt, ist sehr dünn. Auf das den Hohlraum, das Lumen auskleidende Epithel folgt eine stark entwickelte Ringsmuskelschicht, dann die Bindesubstanz und nach außen ein Epithel, welches wimpert und sich auf die Suspensorien fortsetzt. Die Zellen der das Lumen des Ringkanales auskleidenden Epithelschicht besitzen einen runden Kern (vergl. Figur 74). Die Zellgrenzen sind kaum wahrnehmbar, nach Behandlung mit Silber treten sie erst schön hervor. Die Ringsmuskeln verlaufen durch mehr oder weniger große Interstitien von einander getrennt, oder aber eng aneinanderliegend. Dies ist der Fall an den Stellen, wo die Tentakelkanäle abgehen. Die Bindesubstanz ist durchsetzt von Kalkkörperchen von biskuit- oder nierenförmiger Gestalt. —

Vom Ringkanal gehen nun weiterhin eine Reihe von Kanälen ab zu den Tentakeln. Es entspringen dieselben (siehe Holzschnitt) auf der der Mundscheibe zugekehrten Peripherie desselben. Die Anzahl der Tentakelkanäle ist sehr variabel. Es finden sich acht, neun, meist zwölf vor, wie Baur<sup>1)</sup> bereits angegeben hat. Sind mehr Tentakel vorhanden als Kanäle, so teilen sich die letzteren dichotomisch, sodass also je ein Kanal zwei Tentakel versorgen kann. Im Allgemeinen jedoch gilt dies nicht und die Tentakelkanäle verlaufen ungeteilt zu den Tentakeln.

Der Durchmesser beträgt bei mäfsiger Kontraktion etwa 0,585 mm. Es sind also weite Schläuche, die dem Ringkanal an Umfang um nichts zurückstehen. Der feinere Bau der Tentakelkanäle ist folgender. Das Außenepithel ist eine direkte Fortsetzung des Epithels des Ringkanals. Während aber bei letzterem unmittelbar die Bindesubstanz unterhalb der Epithelschicht liegt, ist dies hier nicht der Fall.

Auf das Außenepithel folgt eine Längsmuskelschicht, dann die Bindesubstanz, und nach innen von dieser eine Ringsmuskellage und das das Lumen auskleidende Epithel (vergl. Figur 71 und 72). Mithin findet sich in diesem Teil des Wassergefäßsystems eine doppelte Muskulatur vor, wie sich auf Querschnitten unschwer konstatieren lässt. Die Längsmuskelschicht ist bisher allen Autoren entgangen. Ludwig<sup>2)</sup> hat bezüglich der

---

<sup>1)</sup> Baur, a. a. O.

<sup>2)</sup> Ludwig, Morphologische Studien an Echinodermen, I. Band, pag. 163. Leipzig 1877—1879.

Anordnung der Muskulatur bei Crinoideen und Asteriden nachgewiesen, dass sich das Vorkommen einer ausgebildeten Ring- oder Längsmuskulatur in den einzelnen Bezirken des Wassergefäßsystemes ausschließt. Dieser Satz, der für alle übrigen Echinodermengruppen seine Gültigkeit besitzen mag, gilt somit für die Holothurien nicht. Bei *Synapta* speciell sind beide Muskelschichten, die äußere Längs- und die innere Ringsmuskularis, deutlich ausgebildet und in gleicher Weise entwickelt. Den Muskelfasern liegt der Muskelkern vom Plasma umgeben einseitig an, es sind also nach dem epithelialen Typus gebaute Fasern. Die Ringmuskellage des Tentakelkanales ist eine direkte Fortsetzung der Muskulatur des Ringkanales, während die Längsmuskeln an der Basis der Tentakelkanäle aufhören.

Der weitere Verlauf der Tentakelkanäle ist nun folgender. Sobald sie am Kalkring angekommen sind (siehe Holzschnitt), inserirt der lateral gelegene Teil der Schlauchwandung unterhalb desselben, während der central gelegene Teil so sich ansetzt, dass zwischen Kalkring und demselben es zur Bildung eines engen Kanales kommt. Dies geschieht dadurch, dass der Kalkring (*Kst.*) die Tentakelhöhlung an der Basis durchsetzt. Zwischen Kalkring und der centralen Wandung des Tentakelkanales kommt es nun zur Bildung eines Apparates, welcher den Rücktritt des Wassers aus den Tentakelschläuchen, wie ich den Hohlraum der Tentakel mit Baur nennen will, hindern kann. Diesen Apparat, den ich hier aufgefunden habe, beschreibe ich als

### 3. Die Semilunarklappen.

Zwischen Kalkstück und der Wandung des Tentakelkanales erstreckt sich dieser taschenförmige Ventilapparat in Gestalt einer Klappe, welche von dem Kalkstück, das ja die eine Wand des Tentakelkanales an dieser Stelle bildet, nach der gegenüberliegenden Seite zieht. Die halbmondförmige Klappe entspringt mit dem unteren convexen Rande der Tentakelwand und bildet gegen diese eine Tasche, die also nach dem Tentakelschlauch zu geöffnet ist (vergl. Figur 63 und 60).

Diese Semilunarklappe, wie ich diesen Apparat nennen will, besitzt eine Muskulatur, welche sich durch ihre schmalen langgestreckten Muskelkerne auszeichnet. Die Muskelfasern sind nun so in der Klappe angeordnet, dass sie zur Axe des Kanales rechtwinklig stehen. Die Semilunarklappe wird also in dieser Weise

funktionieren. Wenn durch Kontraktionen der Muskeln des Ring- und Tentakelkanals der Tentakel mit Flüssigkeit gefüllt wird, so wird die Klappe durch die vorbeiströmende Flüssigkeit an die Wandung des Tentakelkanales angepresst. Sobald nun die Flüssigkeit aus dem Tentakelschlauche zurücktreten will, so fängt sich dieselbe in der Semilunarklappe und wird durch dieselbe zurückgestaut. Soll nun das Gegenteil eintreten und die Tentakelschläuche ihrer Flüssigkeit entleert werden, so tritt die Muskulatur der Semilunarklappe in Tätigkeit. Durch die Contraction der Muskelfasern wird die Klappe an die Wand des Tentakelkanales angepresst und nun kann der Tentakelschlauch vermöge der Muskulatur des Tentakels entleert werden. Auf die Muskelfasern der Klappe folgt auf beiden Seiten ein Epithel, dessen Kerne leicht nachweisbar sind, während die Zellgrenzen nicht zu erkennen sind. (Vergl. Figur 63 und 64).

Solche Semilunarklappen fand ich je eine in jedem Tentakelkanal, da wo der Kalkring das Lumen desselben durchsetzt.

#### 4. Die Radialwassergefäße.

An der Stelle wo der Tentakelkanal in den Tentakelholraum mündet, entspringt ein kleiner Kanal der blind endet unterhalb des Gehirnringes (vergl. Figur 62, *RW.*) Aus diesem Kanal oder besser gesagt dieser Ausbuchtung des Tentakelkanales entspringt das Radialwassergefäß um mit dem Radialnervenstamm der vom Gehirnring abgeht, zu verlaufen. In den fünf Medianlinien der Radialmuskeln verläuft das Wassergefäß centralwärts gelegen vom Nervenstamm, um in der Nähe des Afters blind zu enden. Das Epithel, welches sich in ihm findet, ist dasselbe Flimmerepithel, wie es im Wassergefäßsring und den übrigen Teilen des Wassergefäßsystemes angetroffen wird. Zwischen den Wandungen des Radialgefäßes sind hier und da Verbindungsstränge ausgestreckt, welche aus Binde substanzfibrillen bestehen, welche vom Epithel überzogen werden. —

Indem ich so den Zusammenhang der mit den Radialnervenstämmen verlaufenden Gefäße mit dem Wassergefäßssysteme dargestellt habe, ist die Baur'sche Ansicht endgültig widerlegt, welche die fraglichen Gefäße als zu den Nerven gehörig betrachtete. —

Es ist hier der Ort, um einige geschichtliche Notizen über diese mit den Radialnervenstämmen verlaufenden Wassergefäß-

kanäle anzufügen. Quatrefages hatte nämlich die genannten Gefäße bei *Synapta Duvernaea* beschrieben und sie, wie ja richtig ist, aus dem Wassergefäßring (Ringkanal) entspringen lassen. Joh. Müller<sup>1)</sup> hatte nun hiergegen geltend gemacht, dass ein solcher Fall allein dastehen würde, da bei allen *Holothurien* die Wassergefäße immer über den Kalkring austreten. Bei einigen *Synaptiden* hatte er unser Wassergefäß als Blutgefäß beschrieben, um aber bald darauf diese Deutung zurückzunehmen und die fraglichen Gefäße als Nervenkanäle in Anspruch zu nehmen, wie es dann wieder Baur<sup>3)</sup> getan hat. Ich füre diese verschiedenen Deutungen, welche die Radialwassergefäße der *Synaptiden*, welche unterhalb des Nerven mit diesem zusammen den Kalkring durchsetzen, erfahren haben, an, um zu zeigen, dass eine endgültige Einigung über ihren Charakter bis jetzt noch nicht erzielt war. —

Was nun die Tentakel anlangt, so sind dieselben Füßchen, welche auf die Mundscheibe reducirt sind und hier in einem Kreise stehen. Sie funktioniren aber nicht mehr als Saugfüßchen, sondern schaffen die Nahrung herbei und dienen als Tastorgane. Hiermit in Zusammenhang stehend haben sich die kleinen Fülcherchen an ihren Enden entwickelt. Dass man die Tentakel als Füßchen anzusehen hat, geht aus dem Verhalten des Wassergefäßsystems hervor, wie ich es soeben geschildert habe. — Nachdem nun die Radialwassergefäße sich von den Tentakelkanälen abgezweigt haben, münden die letzteren in die Tentakelholräume ein. Eine blindsackartige Verlängerung, welche den Ampullen der Saugfüßchen der *Asteriden* entspräche, ist nicht in dem Maße vorhanden wie bei *Holothuria tubulosa* zum Beispiel. Dadurch aber, dass den Binnenraum der Tentakel der Kalkring durchsetzt, ist lateralwärts von letzterem, also an dessen Außenfläche eine blind endende Ausbuchtung entstanden, die man als Homologon der Ampullen der Tentakel der übrigen *Holothurien* ansehen kann, wie es auch von Baur geschehen ist. Im Holzschnitt ist diese Ausbuchtung mit *a* bezeichnet. — Der Bau der Tentakel, die als Ausstülpungen der Leibeswand aufzufassen sind, ist folgender. Die Peripherie wird

---

1) Berichtigung und Nachtrag zu den anatomischen Studien, Müllers Archiv, 1850 pag. 225.

2) Anatomische Studien über die Echinodermen, ebenda 1850, pag. 117.

3) a. o. O.

überzogen vom allgemeinen Körperepithel, unter welchem die stark entwickelte Bindesubstanz folgt. Auf diese folgt eine Längsmuskulatur, welche nach der Spitze der Tentakel an Ausdehnung abnimmt. Auf Längsschnitten überzeugt man sich, dass diese Längsmuskulatur in Felder gespalten ist. Die Muskelfasern, die schief aufsteigen durchkreuzen sich und bilden ein Gewirr obgleich im Allgemeinen der Faserverlauf in den Tentakeln als paralleler bezeichnet werden muss.

Eine Ringsmuskulatur findet sich in den Tentakeln nicht vor. Baur spricht von einer solchen, die außerhalb von den Längsmuskeln verlaufen soll. Nur in den Fülerehen habe ich auf Tangentialschnitten eine feine concentrische Streifung gefunden, welche von Ringsmuskelfasern herrühren könnte.

Das Epithel nun, welches den Hohlraum des Tentakels auskleidet und zusammenhängt mit jenem in den Tentakelkanälen ist von plattenförmiger Gestalt. Von der Fläche gesehen, treten die Zellkerne von runder bis ovaler Gestalt auf, während die Zellen gegeneinander kaum abgegrenzt erscheinen. Dass nur ein einfaches Plattenepithel den Binnenraum auskleidet, kann man nur an solchen Längsschnitten mit Gewissheit erkennen, welche zur Tentakelaxe schräg und parallel zu den Muskelfasern geführt sind. Sobald der Schnitt nur der Länge nach den Tentakel getroffen hat, erhält man eigentümliche Bilder. Es sieht dann aus, als ob wulstförmige Bildungen in den Hohlraum hervorragten, die von großen vacuolenhaltigen Zellen zusammengesetzt würden. Diese Erscheinungen rühren von dem eigentümlichen schrägen Verlauf der Muskelfasern her. Sobald man aber in der angegebenen Weise verfährt und zum Muskelverlauf parallele Schnitte anfertigt, erlangt man auch ein richtiges Bild von dem Bau des Epithels. —

Mit wenigen Worten habe ich noch der Polischen Blase zu gedenken. Sie kommt bei Synapta bekanntlich nur in der Einzahl vor und stellt eine blindsackartige Ausstülpung des Ringkanales dar, welche in der Leibeshöhle nach dem Apicalpol zu hängen kommt. Ihr Durchmesser ist je nach dem Contractionszustand wechselnd. Als Maximum kann derselbe etwa mit 0,52 mm angegeben werden, während die Wandung nur 0,05 mm breit ist. Dieselben Schichten, welche sich im Ringkanal finden, trifft man in der Polischen Blase wiederum an. Auch sie besitzt eine Ringsmuskulatur und ein äußeres Wimperepithel. —



### Die Muskulatur.

Ein interessantes Resultat ergibt sich bei der Untersuchung der Muskulatur von *Synapta digitata*. Während nämlich ein Teil derselben, und zwar der bei weitem größte, sich seinem Bau nach als epithelialen Ursprungs kund giebt, ist dies bei einem Teile nicht der Fall. Neben Muskelfibrillen epithelialen trifft man solche mesenchymatösen Ursprungs an, welche aber nach dem Typus der ersteren gelagert sind, wie ich nachweisen werde.

Die Muskulatur der *Synapta* setzt sich zusammen aus einer Längs- und Ringsmuskulatur. An ersteren sind die fünf Radialmuskeln, die Muskeln der Tentakel, des Wassergefäßsystems, der Geschlechtsorgane und des Darmtractus zu nennen, während eine Ringsmuskularis in der Körperwand, im Darmtractus, in einem Teile des Wassergefäßsystems, und den Geschlechtsorganen sich vorfindet. Hierzu kommen noch Muskelfasern in den Suspensorien, den Mesenterien und den Semilunarklappen.

Was nun den histologischen Bau der Muskulatur anlangt, so steht die Ringsmuskularis des Vorderdarmes der übrigen Muskulatur der *Synapta* gegenüber.

Ich beginne mit einer Schilderung der Ringsmuskularis der Körperwand. Man kann sich dieselbe leicht zur weiteren Behandlung verschaffen, indem man die das Coelom auskleidende Epithelschicht abzieht. Dann löst sich die Muskelschicht mit ab. Durch Abpinseln und Schütteln kann man die Epithelzellen entfernen und erhält so die Muskelschicht allein. Zunächst fällt die Lagerung der Fibrillen auf. Streng parallel verlaufen dieselben indem sie dicht an einander liegen. Isolierte Muskelfibrillen zeigen weiterhin folgendes. Es sind lange an ihren Enden zugespitzte Elemente, die nach der Mitte zu an Stärke zunehmen. Ungefähr in der Mitte der Muskelfaser, die ungeteilt verläuft, liegt der Kern, von wenig Protoplasma umgeben, der Fibrille aufgelagert. (vergl. Figur 24.) Der ovale Kern besitzt eine Länge von etwa 0,00571 mm. Die Länge der einzelnen Muskelfibrillen ist sehr bedeutend. Bei einer etwa 500fachen Vergrößerung lässt sich eine Muskelfaser zwei- bis dreimal durch das Gesichtsfeld verfolgen. Bei mäßiger Contraction besitzen die Fibrillen der Ringsmuskularis der Körperwand einen Dickendurchmesser von 0,00285 mm. Auf dem Querschnitt erkennt man, dass die Fibrillen kreisrunde Gebilde sind, die sobald sie eng an einander liegen, sich gegenseitig an den Berührungspunkten abplatteln können.

Denselben Bau wie die ringförmig in der Körperwand verlaufenden Muskeln ihn besitzen findet man in den Radialmuskeln wieder. Auch diese bestehen aus langen an ihren Enden spindelförmig auslaufenden Fibrillen. Nach der Mitte zu schwellen sie mehr und mehr an. Hier liegt dann die Muskelzelle auf. An einzelnen Fibrillen kann eine Zerfaserung an den Enden auftreten. Diese ist jedoch an intakten Fibrillen nicht vorhanden.

Während nun die Muskelfibrillen niemals eine Querstreifung zeigen, ist, und zwar besonders an stark contrahirten Fibrillen eine Längsstreifung bemerkbar. Parallel zur Axe der Fibrille verläuft diese Streifung. Mit Hilfe feiner Nadeln gelingt es nun die Fibrillen der Länge nach, der Längsstreifung entsprechend, zu zerfasern, sobald ein längeres Verweilen in einer Macerationsflüssigkeit vorhergegangen war. Es liegt somit kein Grund vor etwa den Bau einer Muskelfibrille als fibrillär zu bezeichnen, es ist dieser Längsstreifung vielmehr eine weit untergeordnetere Bedeutung zuzuschreiben und sie als eine weitere Differenzierung der contractilen Substanz aufzufassen, in ähnlicher Weise wie es Schwalbe<sup>1)</sup> bei den Schließmuskeln der Lamellibranchier getan hat.

Der Durchmesser der Radialnervenfasern ist sehr wechselnd, da dieselben einer ungemein starken Contraction fähig sind. Er schwankt ungefähr zwischen 0,0028 und 0,0071 mm. Der Kern, von wenig Plasma eingeschlossen, ist von ovaler Gestalt und zeigt meist einen oder mehrere Kernkörperchen. Seine Länge beträgt etwa 0,0082 mm.

Die Fasern der Radialmuskeln liegen nicht unmittelbar nebeneinander, sondern sind durch gröfsere oder kleinere Interstitien getrennt, welche von der Bindesubstanz ausgefüllt werden. Die Fasern derselben sind sehr fein; die Grundsubstanz ist stark entwickelt. Die Form der Muskelfasern, um noch dies hinzuzufügen, ist bald annähernd kreisförmig, bald mehr polyedrisch. Sie färben sich mit Carmin oder anderen Farbstoffen ungemein stark und sind von den Bindesubstanzfibrillen hierin unterschieden, welche Farbstoffe nur in ganz geringem Mafse aufnehmen.

Dasselbe, was von den Radialmuskelfasern gesagt wurde, hat nun auch für die übrige Muskulatur epithelialen Ursprungs seine

---

<sup>1)</sup> Schwalbe, Ueber den feineren Bau der Muskelfasern wirbelloser Tiere. Archiv für mikroskop. Anatomie. Band 5.

Geltung. Ueberall sind die Muskelfasern glatte spindelförmig auslaufende streng parallel zu einander verlaufende Gebilde, die niemals eine Verzweigung zeigen. Nur die Muskulatur der Mesenterien und der Semilinarclappen verdienen noch eine besondere Besprechung. — Schon von Joh. Müller<sup>1)</sup> wurde das Vorkommen von Muskelfibrillen im Mesenterium der Synapta beschrieben.

Bei den Pedaten finden sich die Muskelfasern im Mesenterium streng parallel verlaufend angeordnet, bald mehr eng an einander liegend, bald durch Zwischenräume getrennt. Abweichend in ihrer Anordnung wird dieselbe bei Synapta. Im Allgemeinen kann man drei Richtungen angeben, in welcher die Muskelfasern am Mesenterium verlaufen können. Gewöhnlich trifft man eine Lage von Fasern an, welche aus parallel eng zusammenliegenden Fasern besteht; zu dieser kommen noch Fasern hinzu, welche zu den ersteren in spitzem Winkel verlaufen und selbst wieder von anderen gekreuzt werden. An den Stellen des Mesenteriums, an welchen sowol die parallel verlaufende Schicht als auch die sich kreuzenden Fasern angetroffen werden, liegen die letzteren der ersteren Schicht auf, welche wiederum auf der Bindesubstanz aufgelagert ist. Unterhalb des das Mesenterium überziehenden Epithels liegen also zuerst die sich kreuzenden, dann die aus parallel verlaufenden Fasern gebildete Schicht, und endlich folgt die Bindesubstanz.

An allen Stellen trifft man die parallel verlaufenden Fasern an, und es können dann unvermittelt die kreuzweis verlaufenden Faserzüge hinzutreten. — Mit der gröfseren Entwicklung des Muskelgewebes in den Mesenterien in Vergleich zu den Pedaten, geht Hand in Hand eine gröfsere Ausbildung der Bindesubstanz, wie ich bei Besprechung desselben erörtern werde.

Abweichend ist die Muskulatur in den Seminularklappen der Tentakeln gebildet, wie ich die eigentümliche zum ersten Male beschriebene KlappenVorrichtung in den Tentakelkanälen benannt habe. Durch die langen spindelförmigen Muskelkerne fallen die Fibrillen sofort in die Augen. (vergl. Figur 64.) Eine Lage parallel verlaufender Fibrillen, die eng an einander geschmiegt liegen, verläuft der Breite nach auf den Klappen. Eine Isolirung dieser Fibrillen gelang mir wegen der Kleine des Objects nicht. Der lange 0,0082 mm lange Kern von spindelförmiger Form liegt, soweit man diese erkennen kann, der contractilen Substanz auf. Somit sind diese Muskelfibrillen epithelialen Ursprunges. —

---

<sup>1)</sup> Joh. Müller, Müller's Archiv 1852.

Es stimmen also die Muskelfasern, was Gestalt und Anordnung anlangt, überein mit den gleichen Gebilden der Pedaten, wie ich weiter unten nachweisen werde<sup>1)</sup>). Nur die Muskulatur des Oesophagus macht hiervon eine Ausnahme. Zur Beschreibung derselben wende ich mich jetzt.

Bereits bei oberflächlicher Betrachtung eines Längsschnittes durch das vordere Körperende fällt der Unterschied in die Augen, welcher zwischen der Ringmuskularis des Oesophagus und seinen Längsmuskelfasern oder denen der Radialmuskel besteht. In dem einen Falle sind die Muskelfasern von feinerer Gestalt, während sie im anderen Falle dickere, massigere Gebilde vorstellen. Isolirt man nun die Ringmuskelfasern des Schlundes, so zeigt sich, dass sie nach einem anderen Typus gebaut sind als die bisher betrachtete Muskulatur. Die Bildungszelle liegt nicht der contractilen Substanz auf, sondern der Kern derselben wird von der Faser umschlossen; die contractile Substanz ist mithin allseitig abgeschieden. In Folge dessen nähert sich die Muskelfaser dieses Typus der Binde-substanzzelle, welche ja auch auf eine in die Länge gewachsene Bildungszelle zurückzuführen ist. Was nun die Größenverhältnisse der Oesophagealmuskelfasern anlangt, so beträgt ihre Dicke höchstens 0,00142 mm. Der Kern ist von spindelförmiger Gestalt und erreicht eine Länge von 0,0085—0,0100 mm. Um den Kern ist das Protoplasma der Zelle fein granulirt. Die Muskelfasern sind von bedeutender Länge. Sie gleichen hierin jenen nach dem epithelialen Typus gebauten Muskelfasern.

Die Lagerung dieser Gebilde, die besser als contractile Faserzellen benannt werden, ähelt auffallend jener, welche bei den epithelialen Muskelfasern angetroffen wird. Aus Längsschnittsbildern sieht man wie die Muskelfaserzellen, die parallel zu einander verlaufen, in lamellöser Anordnung stehen. Es wird hierbei das Bild eines Muskelblattes nachgeamt. Am besten tritt dies hervor an demjenigen Teile des Schlundes, welcher an den Magen grenzt, da hier die Pseudoprimitivbündel fast kreisrund sind, während in der Mitte des Schlundes dieselben bedeutend in die Länge gezogen erscheinen.

Somit hätten wir bei *Synapta* Muskelfasern von verschiedenem Bau aber gleicher Lagerung vor uns. Folgen wir nun den

---

<sup>1)</sup> vergl. Zeitschrift f. w. Z. XXXIX. Band, Heft 1 und die zu gleicher Zeit erschienene Arbeit von Jourdan, Recherches sur l'histologie des Holothuries, Marseille, 1883 Pl. IV. in Annales du musée d'histoire naturelle de M. Tome I. er.

Hertwigschen Ansichten<sup>1)</sup>, wie sie in der Coelomtheorie dargelegt worden sind, so müssen wir diejenigen Fibrillen, welche das Muskelkörperchen aufgelagert tragen, als epithelialen Ursprunges den übrigen gegenüberstellen, welche als contractile Faserzellen zu benennen sind, und für letztere einen mesenchymatösen Ursprung annehmen. Ist es aber berechtigt aus Bau und Anordnung der Muskulatur auf ihre Entstehung zu schliessen? Da wir über die Ontogenie der (Holothurien) Echinodermen genügend unterrichtet sind, soweit dieselbe hier in Betracht kommt, so können wir auch diese Frage beantworten und zwar bejahen. Die Untersuchungen über die Ontogenie der Muskelfasern von *Metschnikoff* und neuerdings von *Selenka* geben uns vollkommenen Aufschluss.

Nach *Selenkas*<sup>2)</sup> Untersuchungen entsteht die Muskulatur des Oesophagus (Vorderdarm der Larve) auf folgende Weise.

Ein Teil der Mesenchymzellen bildet die Cutis, wie bereits *Metschnikoff* nachgewiesen hatte, während ein anderer an den Steinkanal und Ringkanal wandelt, um hier die Kalkstücke zu bilden. Ein dritter Teil der Zellen gelangt kurze Zeit nachdem die Mundöffnung zum Durchbruch gekommen ist, auf den vorderen kuglichen Abschnitt des Urdarmes, den er als Vorderdarm bezeichnet und bildet hier die Ringsmuskellage. Diese Schilderung *Selenkas* bezieht sich auf *Synapta*, und zwar auf dieselbe Art, welche mir zur Untersuchung vorlag<sup>3)</sup>.

Die übrige Muskulatur der *Synapta* entsteht aber auf andere Weise. Die Längsmuskulatur der Tentakeln wird von Epithelzellen gebildet und dasselbe gilt für alle dem Wassergefäßssacke entstammende Gebilde, wie *Metschnikoff* zuerst gefunden hat. Die Epithelzellen erzeugen stets einen äußeren Beleg von con-

---

<sup>1)</sup> O. u. R. Hertwig, Die Coelomtheorie, Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XV, 1881 pag. 4.

<sup>2)</sup> *Selenka*, Studien zur Entwicklungsgesch. der Tiere. 2tes Heft. Keimblätter der Echinodermen. Wiesbaden 1883.

<sup>3)</sup> *Metschnikoff* hat in einer vorläufigen Mitteilung über die Embryologie der Echinodermen (Zoolog. Anzeiger, Nr. 158, 1884) erklärt, dass er diese Angaben von *Selenka* (das Hervorgehen der Radialmuskeln des Oesophagus aus Mesenchymzellen) für unbewiesen hält. Gegen diese Ansicht *Metschnikoffs* glaube ich, sprechen am besten die tatsächlichen Unterschiede im Bau der Muskelfasern, wie ich sie gefunden und geschildert habe. —

traktilen Fasern. Die Bildungszelle liegt als Muskelkörperchen der kontraktilen Substanz einseitig an.

Weiterhin entsteht die gesammte Längsmuskulatur aus dem Epithel des Wassergefäßsystems, während für die Ringsmuskulatur das Coelomsackepithel als Bildungsheerd angegeben wird. Dies gilt sowol für die Ringsmuskulatur der Leibeswand als auch die des Darmtractus (mit Ausnahme des Oesophagus).

Ueber die Entstehung der Muskulatur der Geschlechtsorgane, der Suspensorien und Mesenterien sowie die Entstehung der Längsmuskulatur des Vorderdarmes wissen wir bis jetzt noch nichts, es wird deshalb erlaubt sein aus ihrem Bau auf die Ontogenie einen Rückschluss zu machen. Da zeigt es sich, dass die genannten Muskulaturen sämmtlich nach dem Typus der epithelialen Muskelfasern gebaut sind. Nur über die Ringsmuskellage der Geschlechtsorgane ist mir dies noch zweifelhaft. Darüber hoffe ich später sicheres mitteilen zu können. —

Werfen wir nun zum Schluss noch einen Blick zurück! Die Ontogenie zeigte uns, dass Muskelfasern auf zweierlei Weise entstehen können, entweder werden umgewandelte Epithelzellen (Metschnikoff und Selenka) zu Muskeln, oder aber Mesenchymzellen (Selenka) zu solchen. Diese verschiedene Entstehungsweise ist am erwachsenen Tiere noch zu erkennen, wie ich gezeigt habe, indem wir zwischen Muskelfibrillen und contractilen Faserzellen (Muskelfaserzellen) unterscheiden können und müssen. Es sind die Echinodermen somit Tiere, bei welchen Muskeln beiderlei Bildungsweisen vorhanden sind, was bis jetzt bei Enterocoeliern noch nicht erwiesen war. Während aber bei den übrigen Tieren auch ein Unterschied in der Lagerung beider Muskelarten constatirt worden ist, so ist dies bei Synapta (und warscheinlich auch den übrigen Echinodermen) nicht der Fall, indem die Muskeln mesenchymatösen Ursprungs zu Muskelblättern zusammentreten können, da sie immer streng parallel, nicht aber wirt durcheinander verlaufen<sup>1)</sup>.

Im Anschluss an meine Beobachtungen will ich kurz ein Resumé geben über die Ansichten, welche man bisher über die Muskeln der Echinodermen, speciell der Holothurien sich machte.

Nach Joh. Müller und den Sieboldschen Angaben entbehren die Muskeln jeglicher Querstreifung, während Valentin glaubte, sich von dem Vorhandensein derselben überzeugt zu haben.

---

<sup>1)</sup> vergl. Coelomtheorie pag. 4 u. ff.

Dem letztgenannten Forscher widersprach *Quatrefages*; er sah in den Gebilden, welche *Valentin* als Querstreifung gedeutet hatte nur Querrunzeln, welche durch die Kontraktion hervorgebracht worden sein sollten.

Weiter hat *Leydig*<sup>1)</sup> die Muskeln speciell von *Synapta* untersucht. Er spricht ihnen eine feine homogene Hülle zu, in welcher der primitive Muskelcylinder liegen solle. Ueber das Fehlen oder Vorhandensein der Querstreifung spricht sich *Leydig* nicht sicher aus; doch scheint er dieselbe mehr für vorhanden zu halten. — *Baur*<sup>2)</sup> beschreibt die Muskeln als lange, gestreckte, durch Zerzupfen leicht isolirbare Fasern mit einer glatten Oberfläche und auf dem Querschnitt rundlich gestaltet. Ausdrücklich hebt dieser Forscher hervor, dass keinerlei Querstreifung vorhanden sei und weder auf dem Quer- noch Längsschnitt ein Unterschied zwischen Rinde und Axe zu konstatiren sei. Die zu den Muskeln gehörigen Bildungszellen hat er noch nicht gesehen. Nach *Semper*<sup>3)</sup> ist an den Muskelfasern ein Sarcolemm nicht deutlich nachzuweisen. Wirkliche Querstreifen hat dieser Forscher niemals wahrgenommen. Dies wären die hauptsächlichsten Angaben, die sich in der Litteratur über die Muskeln der *Holothurien* finden. Ihnen schliesen sich noch die zwei Arbeiten aus dem Jahre 1883 an<sup>4)</sup>.

### Das Blut und die Blutlacunen.

Die Untersuchungen über das Blut und die sogenannten Blutgefäße bei *Synapta*, die ich anstellen konnte, haben mich zu gänzlich abweichenden Ansichten geführt, als bisher geltend waren. Ueber die Histologie der Gefäße liegen nur wenige oder gar keine Angaben vor, und was über die Anatomie berichtet wird, lässt sich kurz zusammenfassen. Es sind drei Autoren von welchen über das Gefäßsystem der *Synapta* Untersuchungen vorliegen, nämlich von *Joh. Müller*<sup>5)</sup>, *Baur*<sup>6)</sup> und *Semper*<sup>7)</sup>. Besonders die erst-

---

1) *Leydig*, Anatomische Notizen über *Synapta*. *Müllers Archiv für Anatomie und Physiologie*. 1852. pag. 507—519.

2) *Baur*, a. o. O. 1. Abhandlung 1864, pag. 25.

3) *Semper*, *Holothurien*, pag. 112.

4) *Hamann*, *Z. f. w. Zool.* Bd. XXXIX. Heft 1. *Jourdan*, *Recherches sur l'histologie des Holothuries*.

5) *Joh. Müller*, Ueber *Synapta digitata* und die Erzeugung von Schnecken in *Holothurien*, Berlin 1852.

6) *Baur*, 1. Abhandlung.

7) *Semper*, *Holothurienwerk*, pag. 32.

genannten Forscher sind es, welchen wir die ersten genauen Angaben verdanken. Joh. Müller schildert uns zwei Darmgefäße, von denen das eine an der freien Seite des Darmes, das andere an der Anheftungsstelle des Mesenteriums verläuft. Das erstere gelang ihm bis zum Muskelmagen zu verfolgen, wo es sehr fein wurde und nicht weiter konnte verfolgt werden. Das zweite Gefäß hingegen zieht am Muskelmagen und an der Speiseröhre weiter bis zum vorderen Ende des Mesenteriums. Bei beiden Darmgefäßen betrachtete Müller wogende Kontraktionen der Wände. Er erwägt dann des weiteren, dass eine Wimperbewegung im Inneren der Gefäße nicht vorhanden sei, während die äußere Oberfläche derselben wie des Darmes bewimpert sei. Weitere Angaben über die Gefäße finden sich nicht vor. Durch die Untersuchungen von Baur wurden die Resultate von Joh. Müller bestätigt und dann neue Angaben hinzugefügt. Ueber die Flüssigkeit, welche in den „canalförmigen contractilen Blutbehältern“ verläuft, erfahren wir, dass sie in Alkohol gerinnt und eine weiße Farbe annimmt, sowie, dass in ihr feinkörnige rundliche Blutkörperchen sich vorfinden. Nach Baur enden beide Gefäße blind, sie geben nirgends Aeste ab sowie auch eine ringförmige Verbindung nicht existiren soll.

Von Semper ist über die Verzweigung von Blutgefäßen in der Darmwandung berichtet worden, welche er durch Injiciren darstellen konnte. Diese Angaben sowie die viel älteren von Tiedemann beziehen sich jedoch nicht auf Synapta, sondern meist auf füscentragende Holothurien. Tiedemann beschreibt bereits ein ventrales und ein dorsales Gefäß, und drittens ein Gefäßnetz, welches diese beiden in der inneren Bindesubstanzschicht in Verbindung setzen soll. Eine Bestätigung auf diese Angaben des in der Wandung sich findenden Gefäßnetzes ist bisher noch nicht gegeben, ebenso wenig wie Untersuchungen über den Bau derselben vorliegen.

Welche Bewandnis es nun mit diesen Gefäßen hat, will ich im folgenden nachweisen. Zunächst werde ich die Gefäße am Darm schildern und dann die des Wassergefäßsystemes. Um jedoch zu einem richtigen Verständnis der Blutbanen des Darmtractus zu gelangen, ist es unumgänglich notwendig den Bau des letzteren voraus zu schicken. Ich füge deshalb an dieser Stelle eine Darstellung des Darmes ein.

---

<sup>1)</sup> Anatomie der Röhrenholothurien etc. Landshut 1816.



### 1. Der Darmkanal.

Bei *Synapta* stellt der Darmkanal einen einfachen Schlauch vor, welcher in gerader Richtung vom vorderen Körperende bis zum hinteren verläuft. Schon bei oberflächlicher Betrachtung treten die einzelnen Abschnitte, welche am Darmkanal unterschieden werden müssen, hervor. Auf den Oesophagus folgt ein Abschnitt, welcher durch eine Einschnürung von diesem getrennt beginnt. Von außen erscheint die Wandung desselben glatt; sie ist stärker als die des folgenden Abschnitts, welcher als Dünndarm bezeichnet wird. Von letzterem unterscheidet sich der zweite Abschnitt durch seine stark entwickelte Muskulatur. Ich nenne ihn Drüsenmagen und werde weiter unten diese Bezeichnung rechtfertigen.

Bevor der Darmkanal durch die Analöffnung nach außen mündet, kann an ihm noch ein letzter Abschnitt unterschieden werden, der Endteil als Rectum.

Befestigt wird der Darmkanal an der Leibeswand durch Suspensorien und ein Mesenterium. Suspensorien erstrecken sich zwischen Oesophagus und Kalkring einerseits, und Ringkanal und ersterem andererseits. Auf gleiche Weise wird das Rectum durch Suspensorien an der Leibeswand befestigt.

Das Mesenterium liegt dorsal, in der Mittellinie zwischen zwei Längsmuskeln, also interradsial. Es beginnt etwa in gleicher Höhe mit dem Kalkring. An ihm inserirt der Steinkanal, sowie der Ausführgang der Geschlechtsorgane hier verläuft. Eine kurze Strecke vor der Afteröffnung endet das Mesenterium.

Der Schlund, der eine Einstülpung der Körperwand vorstellt, wird demgemäß auch von demselben Epithel ausgekleidet, wie es auf der Oberfläche des Körpers angetroffen wird. Wir finden dieselben Zellelemente, mit Ausschluss der Sinneszellen, wieder. Während nämlich ein subepithelialer Nervenplexus rings um die Mundöffnung auf der Mundscheibe vorhanden ist — besonders auf Längsschnittsbildern kann man sich hiervon überzeugen — verschwindet derselbe oder besser gesagt, setzt sich nicht in den Oesophagus fort, sodass also unterhalb der cylindrischen Epithelzellen unmittelbar die Bindesubstanz zu liegen kommt. Am eufserst schwer lassen sich diese Zellen isoliren. Gelingt dies, so erkennt man, dass dieselben zugespitzt oder mehr gabelförmig enden, und sich scharf gegen die Bindesubstanz abzusetzen. Zwischen ihnen sind die Drüsenzellen sichtbar und

zwar sowohl Becherdrüsen als auch Schlauchdrüsen. Beide Formen zeigen denselben Bau wie die in der Körperhaut vorkommenden Zellgebilde. Was ihre Verbreitung im Schlunde speciell betrifft, so findet man im oberen der Mundöffnung genäherten Abschnitt des Oesophagus die Schlauchdrüsen in geringer Menge vor, während sie im basalen Teile in desto größerer Anzahl stehen. Es ist dieser Teil des Schlundes zugleich ausgezeichnet durch wulstförmige Erhebungen, welche vom Epithel und der Binde substanz gebildet werden. Sie sind nicht etwa eine Folge der Contraction, sondern constante Bildungen. Auf den Wülsten trifft man die Becherzellen an, die oft in Trupps zusammenstehen.

Auf die Epithelschicht folgt die innere Binde substanzschicht von mächtiger Entwicklung (etwa 0,21 mm). Hierauf trifft man die Ringmuskelschicht an, welche im Anfangsteile des Schlundes mäfsig entwickelt nach der Mitte desselben an Ausdehnung zunimmt, um nach der Basis zu wieder abzunehmen. Auf dieselbe folgt eine mäfsig entwickelte Längsmuskelschicht, eine wenig entwickelte äufsere Schicht der Binde substanz und endlich das Epithel, welches die Peripherie des Schlundes überzieht. Die innere Binde substanzlage übertrifft bei weitem die äufseren, welche am Dünndarm kaum wahrnehmbar ist. Sie wurde von Quatrefages und anderen überhaupt nicht beschrieben.

Die Ringmuskelschicht, über deren Ursprung in der Mundscheibe Figur 60 uns belehrt, besteht aus mesenchymatösen Muskelfasern; sie nimmt, wie schon gesagt, nach der Basis des Schlundes zu an Ausdehnung ab, um ganz zu verschwinden. Am Magen tritt an ihre Stelle (also innen von der Längsmuskelschicht gelegen!) eine Schicht von gleichfalls concentrisch verlaufenden Muskelfasern, welche aber epithelialen Ursprungs sind. —

Das Lumen des Schlunds ist etwa im Durchmesser 0,3—1,2 mm grofs, während seine Wandung einen Durchmesser von 0,26—0,52 mm besitzt.

Der zweite Abschnitt des Darmes, der Drüsenmagen, beginnt mit einem Einschnitt und ist durch seinen Bau streng vom Schlunde unterscheidbar. Zunächst ist hervorzuheben, dass sein Inneres glatt erscheint und niemals Zottenbildungen auftreten. Bereits bei schwacher Vergrößerung fällt die Muskulatur auf, welche im ganzen Verlaufe stark entwickelt ist. Sie hat diesem Darmteil zu dem Namen „Muskelmagen“ verholfen. Dass wir von einem Magen mit Recht sprechen können, werde ich weiter unten auseinander setzen.

Das Epithel, welches den Hohlraum des Magens auskleidet, besteht aus lauter Drüsenzellen von einzelliger Natur, welche tief in die innere Binde substanzschicht ragen. Die Gestalt dieser Zellen ist als schlauchförmige zu bezeichnen. Unterhalb der stark entwickelten Cuticula (Durchm. derselben 0,0097 mm) beginnen die Zellen mit einem dünnen Halsteil, um kolbenförmig zu enden. (Figur 46). Ein runder Kern mit einem deutlich hervortretenden Kernkörperchen findet sich meist der Basis genähert in der kolbenförmigen Anschwellung der Zelle vor. Der Inhalt der Zellen ist fein granulirt und tingirt sich mit Farbstoffen ungemein stark. Isolirt man diese Epithelzellen, so trifft man ihnen anhängend Zellen an, welche zur Binde substanz gehören. Es reicht nämlich dieselbe mit ihren Fibrillen weit zwischen die kolbenförmigen Enden der Zellen hinauf, die Interstitien ausfüllend. Am hinteren Ende des Magens verschwinden die Drüsenzellen und hier beginnt das Epithel, welches den folgenden Abschnitt charakterisirt. Bevor ich dieses aber schildere, will ich noch einiges über die übrigen Gewebe hinzufügen, welche die Magenwand zusammensetzen. Die der Ringsmuskularis aufliegende Längsmuskularis ist gering entwickelt. Es bilden ihre Muskelfibrillen kaum eine Schicht; sie sind durch oft große Interstitien von einander getrennt. Nach außen folgt die äußere Binde substanzschicht kaum erkennbar und das Außenepithel, welches wimpert. Es bleibt sich dieses Epithel am ganzen Darmkanal gleich.

Was nun den dritten Abschnitt des Darmes anbetrifft, so ist dieser als Dünndarm oder Chylusdarm zu bezeichnen. Er ist der bei weitem längste Teil des ganzen Darmkanales. Eine Cuticula ist im Dünndarm nicht zur Bildung gekommen. Die Zellen des Epithels, welches die innere Fläche auskleidet, sind von cylindrischer bis cubischer Gestalt. Der Kern liegt der Basis genähert. Der Inhalt ist fein granulirt. Auf ihrer Peripherie tragen die Zellen feine Wimpern, welche schon den älteren Autoren bekannt waren. An Einschlüssen trifft man gelbe Körnerhaufen, Fetttröpfchen und Pigmentanhäufungen an, besonders im peripheren Teile der Zellen sind dieselben eingelagert. Durch die Kontraktionen der Muskulatur der Wandung kommt es zur Bildung von Zotten, die übrigens auch teilweise wenigstens bei ganz schwach kontrahirten Exemplaren bemerkbar sind. Zwischen den Epithelzellen, deren Höhe, wie schon angegeben, sehr variabel ist, treten Becherdrüsenzellen vereinzelt auf. Immer ist das Epithel einschichtig und treten die Zellgrenzen deutlich hervor. Ebenso

sind die Zellen nach der inneren Bindesubstanzlage zu deutlich abgesetzt. Der Durchmesser des Dünndarmes ist sehr verschieden an den verschiedenen Stellen. Im mittleren Teile desselben wird die größte Breite erreicht, während nach dem Magen und After zu derselbe abnimmt. Als Mittel kann 1,98 mm bis 6 mm angegeben werden. Letztere Breite kann man am prall angefüllten Dünndarm oft konstatiren.

Ueber die übrigen Gewebe ist folgendes in kürze zu bemerken. Die innere Bindesubstanzlage die am stärksten entwickelte Schicht, ist durchsetzt von einem System von Hohlräumen, die untereinander kommunizieren und über deren Bedeutung ich handeln werde, sobald von dem Blut und den Lacunen, in welchen dasselbe sich bewegt, die Rede sein wird.

Die Rings- und Längsmuskelschicht ist wenig entwickelt (vergl. Figuren 39 und 47). Besonders gilt das von der letzteren. Eine äußere Bindesubstanzlage ist im Dünndarm nicht eigentlich vorhanden. Man trifft außerhalb und zwischen den Längsmuskelfasern einzelne Zellen mit Ausläufern an, welche aber keine Schicht bilden; es folgt somit das Außenepithel unmittelbar auf die Muskelschichten.

Während bis jetzt das Innenepithel sich streng absetzte gegen die Bindesubstanz, ist dies im letzten Abschnitt, dem Rektum nicht der Fall. Das Epithel desselben zeigt uns wieder dieselbe Zusammensetzung wie das der Körperhaut. Die Epithelzellen verlaufen spitz und verlängern sich teilweise in Fibrillen, welche in der Bindesubstanz verlaufen (vergl. Figur 48). Mit voller Sicherheit kann man dies beobachten an den Drüsenzellen, die sich in diesem Teile des Darmes finden. Es sind die Schlauchdrüsen, die in ungewöhnlich großer Menge sich angehäuft finden. Den gewöhnlichen Epithelzellen des Rektums sind sie an Länge weit überlegen. Sie überragen diese um das doppelte, ja dreifache. Unterhalb des Zellkerns, der in der Basis der Drüsenzelle liegt, entspringt ein Fortsatz, welcher sich oft auf weite Strecken in der Bindesubstanz verfolgen lässt. Nachdem ich im Rektum an den Schlauchdrüsen feststellen konnte, dass ihr Fortsatz nicht nervöser Natur ist, gelang es mir dasselbe auch an den Schlauchdrüsen, welche in der Körperepidermis sich finden, zu konstatiren. Dass diese Drüsen aber mit feinsten Nervenfasern der Hautnerven in Verbindung stehen können, ist hiermit nicht geleugnet. Dieses Verhalten muss sogar als tatsächlich vorhanden angenommen werden, wenn wir bedenken, dass auf den Tentakeln die Tast-

papillen oft zum größten Teile aus Schlauchdrüsen zusammengesetzt werden und zwischen denselben die Nervenfibrillen des Hautnerven sich verzweigend angetroffen werden.

Das Verhalten der Muskulatur ist dasselbe wie in den übrigen Darmabschnitten; nur die Ringmuskularis kommt am After zu besonders starker Entwicklung, indem sie hier einen Sphinkter bildet. Die Wandung des Rektums, das heißt sein Innenepithel, die Binde-substanz und das Aufsenepithel setzen sich direkt fort in die entsprechenden Schichten der Leibeswand, sodass das Rektum als Einstülpung der letzteren erscheint in gleicher Weise wie es mit dem Schlunde der Fall ist. —

Ehe ich nun die Funktionen der einzelnen Darmabschnitte klar zu legen versuche, soweit man aus der Histologie auf dieselben schließen kann, gehe ich über zur Schilderung der Darm-lakunen.

## 2. Die beiden Blutlakunen des Darmkanals und die Lakunen in seiner Wandung. —

Betrachtet man den Darmkanal der Synapta mit bloßem Auge, so treten zwei Längskanäle auf seiner Außenseite auf, welche denselben fast in ganzer Länge begleiten. Sie liegen ihm eng an; der eine auf der dorsalen Seite, da wo das Mesenterium im Zusammenhang mit dem Darmkanal steht, während der andere auf die ventrale Seite zu liegen gekommen ist. Dem Anschein nach haben wir es mit echten Blutgefäßen zu tun, die ihre besonderen Wandungen besitzen. Dass dem aber nicht so ist, erkennt man bald durch feine Schnitte, die diese Kanäle der Quere nach durchschneiden. Ein solcher Querschnitt durch den Darmkanal und den Blutkanal ist in den Figuren 36 u. 39 dargestellt. Die letztere giebt das Stück des Dünndarmes, von welchem aus der Blutkanal ausgeht, stärker vergrößert wieder. Aus diesen Figuren geht bereits deutlich hervor, wie die Schichten der Kanalwandung direkt zusammenhängen mit denen der Darmwandung, dass mit anderen Worten die sogenannten Blutgefäße nur Aussackungen der Darmwand sind, wobei sich in der inneren Binde-substanzschicht eine Höhlung gebildet hat, welche die Aussackung in ihrer ganzen Länge durchsetzt. Dasselbe ist der Fall bei den Pedaten, wie unten gezeigt werden soll. Dadurch nun, dass die Blutgefäße nur Darmaussackungen vorstellen, wird es leicht erklärlich, wie die Flüssigkeit, welche in denselben cir-

kulirt, in die innere Bindesubstanzschicht des Darmes übertreten kann und hier in Lücken derselben, in Lakunen verläuft, welche in derselben auftreten. (vergl. Figuren 36, 39).

Da die Blutflüssigkeit in Spiritus gerinnt und mit Färbemitteln behandelt einen dunkleren Ton annimmt, so ist es leicht, dieselbe nachzuweisen und so den direkten Beweis führen zu können, dass der Hohlraum der Blutlakunen des Darmes mit Hohlräumen in der Bindesubstanz in Zusammenhang steht. Denn auf Injektionspräparate hin ist kein Beweis zu gründen, da jede Flüssigkeit, welche in die Bindesubstanz injicirt wird, sich in derselben verbreitet, je nach dem Druck, mit welchem sie eingespritzt wird. —

In der Blutflüssigkeit finden sich Zellen vor, die Blutzellen. Der Habitus dieser Blutzellen ist so eigen, dass man sie sofort unter den übrigen Zellen herauskennen kann und somit eine Verwechslung mit ähnlichen Gebilden, wie Bindesubstanzzellen nicht möglich ist. Die Blutzellen stimmen in der Grösse überein mit den bei den Pedaten gefundenen. (*Cucumaria cucumis*). Ihre Bewegung ist nach Art der Amöben und gleicht also der bei den Plasmawanderzellen beschriebenen. Ein grosser runder Kern liegt im Centrum der Blutzelle. Sein Durchmesser beträgt 0,0040 mm., während die Blutzelle etwa 0,0074—0,0080 mm. gross ist. Das Plasma der Zelle ist vollkommen hell ohne jede Trübung oder Granulirung. Im geronnenen Blute treten die Zelleiber, besonders bei Färbung mit Essigkarmin, als helle runde Höfe auf, welche den Zellkern umgeben, der sich mit Farbstoffen stark tingirt. In besonders grosser Menge trifft man sie im Darmkanal, während in den Lakunen ihre Zahl oft sehr gering erscheint. —

Was nun den Durchmesser der Darmblutlakunen anlangt, so variirt derselbe je nach der Kontraktion der Muskelfibrillen der Wandung und nach der Menge der Blutflüssigkeit. Sie sind bald prall angefüllt, bald ganz zusammengeschrumpft.

Ueber den Bau der Wandung erhält man auf folgende Weise Aufschluss. Man schneidet die Blutlakune der Länge nach auf, nachdem man sie vom Darmkanal getrennt hat, und entfernt die geronnene Inhaltsflüssigkeit; dann kann man bei schwacher Vergrößerung bereits die Muskelfibrillen erkennen, die in der Wandung zur Axe parallel verlaufen. Nach aussen wird die Blutlakune von einem Plattenepithel überzogen, welches eine direkte Fortsetzung ist des Aussenepithels des Darmkanales. (Vergl. Figuren 36, 39). Unterhalb derselben verlaufen die Muskelfibrillen, nicht eine Schicht bildend, sondern in bald grösseren, bald kleineren

Intervallen. Die Muskelfasern sind 0,0014—0,0028 mm. dick. Die Bildungszelle liegt als Muskelkörperchen in der ungefähren Mitte jeder Faser. (Muskelkern, Längsdurchmesser desselben 0,0076 mm., Breite 0,0028 mm.). Wie schon oben gesagt, ist der Verlauf der Fasern ein zur Längsaxe der Blutlakune paralleler. Die einzelnen Fasern verlaufen parallel zu einander. Nur hier und da treten Muskelfasern auf, die die ersteren in spitzen Winkeln schneiden. —

Nach innen von den Längsmuskeln, die an der Insertion der Lakune übergehen in die der Darmwandung (vergl. Figur 39) findet sich in Form einer Membran eine dünne Lage eines Gewebes, welches auf Querschnittsbildern als Endothel erscheint. Es gehört dieses Gewebe zur Bindesubstanz und geht über in die innere Bindesubstanzschicht des Darmkanales. Diese dünne Schicht besteht aus Zellen, deren Ausläufer, meist drei oder mehrere, unter einander anastomosiren. Es sind diese Bindesubstanzzellen von demselben Bau, wie die im Darmkanal und an den anderen Körperstellen vorkommenden gleichen Gebilde. Es kleiden diese Zellen, die die dünne Schicht zusammensetzen, das Lumen der Blutlakunen aus und können als Endothel in Anspruch genommen werden. Figur 37 zeigt die Innenansicht der Wandung der dorsalen Blutlakune. Unterhalb der anastomosirenden Zellen verlaufen die Längsmuskelfasern, von denen die eine mit der anhaftenden Bildungszelle dargestellt ist.

Die Wandung des dorsalen Kanales gleicht im Bau vollkommen der des ventralen.

Besteht nun eine Kommunikation zwischen dorsaler und ventraler Blutlakune? Querschnittsserien geben hierauf die Antwort. Da wo die Lakune mit etwas schmalerer Basis in den Darmkanal übergeht, und die Wandung mit ihren abgeplatteten Bindesubstanzzellen übergeht in die Bindesubstanzlage des Dünndarmes, tritt die Blutflüssigkeit aus der Lakune über in die Bindesubstanz. In dieser kann man das geronnene Blut mit seinen hellen Zellen in Kommunikation stehend sehen mit dem Inhalt der Blutlakunen. Bald trifft man dann Blutflüssigkeit mehr der Peripherie des Darmkanales genähert, bald aber dicht unterhalb des Innenepithels. (vgl. Figur 36). Indem nun der Inhalt beider Blutlakunen, der dorsalen wie ventralen, in Lücken der Bindesubstanz des Dünndarmes übertreten kann, ist auch eine Kommunikation beider Lakunen vorhanden. Die Lücken in der Bindesubstanz, die als Lakunen derselben zu benennen sind, werden von keinem Endothel ausgekleidet. Es fragt sich, ob dieselben konstant sind und ob nicht vielmehr bald

hier, bald da neue Lücken für die Blutflüssigkeit auftreten können, indem alte sich schliessen. —

Wie die älteren Autoren schon angegeben haben, enden die beiden Blutlakunen am Dünndarm, indem sie sich mehr und mehr verschmälert haben, blind. An Schnitten habe ich mich überzeugt, dass da, wo dieselben enden, die Schichten derselben übergehen in die entsprechenden des Darmkanales. Da, wo also die Ausstülpungen der Darmwandung verstreichen, die Blutlakunen enden, ist auch die Grenze für das Verkommen der Blutflüssigkeit. Unterhalb dieser Stelle traf ich in der Bindesubstanz des Darmes keine Blutflüssigkeit mehr an.

### 3. Die Bedeutung der vier Darmabschnitte.

Nachdem ich den Bau der beiden Blutlakunen geschildert habe, will ich noch einige Worte hinzufügen über die Art der Ernährung der Synapta und die Bedeutung der einzelnen Darmabschnitte. —

Der Darmkanal gliederte sich in vier Abschnitte, Oesophagus, Drüsenmagen, Dünndarm und Rektum.

Der Oesophagus, in welchen die Mundöffnung führt, fungirt zunächst als Organ der Nahrungsaufnahme. Durch ihn werden die vermittels der Tentakel aufgenommenen Substanzen in den Magen weiter befördert. Diese Weiterbeförderung geschieht in erster Linie vermittels der stark entwickelten Ringmuskularis seiner Wandung, also durch ringförmige Kontraktionen, an welchen sich die Mundscheibe beteiligt<sup>1)</sup>. Der an den Drüsenmagen angrenzende Teil des Schlundes ist durch in das Innere vorspringende Wülste ausgezeichnet, auf welchen Drüsenzellen in ziemlich grosser Menge sich finden. Es gelangen die aufgenommenen Substanzen vermischt mit dem Sekret der Drüsenzellen in den zweiten Abschnitt, den Magen. Da wir keinerlei Anhangsdrüsen, etwa Speicheldrüsen, am Darne der Synapta (sowie der meisten Holothurien) kennen, so ist es a priori anzunehmen, dass ein Abschnitt im Darm besonders mit solchen versehen ist; dies ist, wie ich nachgewiesen habe, dieser zweite Abschnitt, den ich geradezu als Drüsenmagen zu bezeichnen vorschlage. Da auch im Schlund die

---

<sup>1)</sup> Die Ringmuskularis des Oesophagus entspringt in der Mundscheibe (vergl. Figur 60) und kann der in derselben gelegene Teil als Sphinkter in Anspruch genommen werden. —



Muskulatur stark entwickelt ist, so scheint die Bezeichnung Muskelmagen, wie Joh. Müller diesen Abschnitt genannt hat, besser fallen gelassen zu werden, da die starke Entwicklung der Muskulatur nicht speciell blos in diesem Abschnitt sich findet.

Das Epithel des Magens besteht, wie ich oben schilderte, aus lauter Drüsenzellen von schlauchförmiger Gestalt. In diesem Drüsenmagen wird die aufgenommene Nahrung mit dem Sekret der Drüsen vermischt und der Einwirkung desselben ausgesetzt werden. Durch die Kontraktionen der enorm stark entwickelten Ringsmuscularis wird nun einerseits die Vermischung der Substanzen mit dem Sekret bewirkt und andererseits die so eingespeichelte Nahrung dem dritten Darmabschnitt, dem Dünndarm zugeführt, welchem wir die Resorption zuschreiben müssen. Hierauf deuten auch die beiden Blutlakunen hin. Der Nahrungssaft, der durch die Verdauung der Epithelzellen gewonnen ist, gelangt in die innere Bindesubstanz, sammelt sich in Lücken derselben an und in den Aussackungen der Darmwandung, den beiden Darmlakunen, um hier als Blutflüssigkeit zu cirkulieren. Woher die Blutzellen stammen, ist noch unaufgeklärt. Sind es Zellen der Bindesubstanz oder losgelöste Epithelzellen? Dass dieselben in Zusammenhang stehen mit den Plasmawanderzellen, werde ich weiter unten versuchen zu begründen.

Die unverdauten Teile der aufgenommenen Substanzen gelangen weiterhin vom Dünndarm in das Rektum, um durch den After entleert zu werden. Ob dem Rektum nicht noch eine weitere Funktion zukommt, lasse ich unbestimmt. Darauf scheint aber hinzudeuten die Bildung des Epithels mit den Drüsenzellen. Es liegt nahe, auf eine Atmung zu schliessen, da ja durch die Afteröffnung Wasser aufgenommen werden kann und dieser Abschnitt oft weit aus dem Tier hervorragen kann. —

Aufser den zwei Darmlakunen und den Lakunen der Darmwandung habe ich noch eine weitere Zal von Blutlakunen aufgefunden, die bisher noch nicht bekannt waren. Nach Baur kommen Synapta ja überhaupt nur die zwei Darmlakunen zu, die er als „zwei gesonderte abgeschlossene und nicht verästelte Blutkanäle“ beschrieben hat <sup>1)</sup>. Das Vorhandensein einer ringförmigen Verbindung beider stellt er ebenfalls in Abrede. —

---

<sup>1)</sup> Baur, Abhandlung 1, pag. 30 in Nova Acta.

#### 4. Die Blutlakunen der Tentakelkanäle.

Soviel Tentakelkanäle vorhanden sind, soviel Blutlakunen trifft man an. In der Regel sind es 12, welche auf den ersteren sich finden und zwar auf denselben eng anliegend auf der centralen Seite verlaufen. Sie enden da, wo die Tentakelkanäle am Kalkring münden, während sie da, wo dieselben in den Ringkanal übergehen, spitz zulaufen und untereinander in Verbindung stehen durch eine auf letzteren verlaufende Lakune. Auch diese Blutlakunen sind Ausstülpungen, Aussackungen der Wandung der Tentakelkanäle. Ueber ihre Gestalt belehrt am besten ein Querschnittsbild durch einen Tentakelkanal. (vergl. Figur 71). Mit *susp.* sind die Suspensorien bezeichnet, welche zum Oesophagus ziehen. Diesem zugekehrt, (also centralwärts), verläuft die Blutlakune (*bl*) zwischen den Suspensorien. Ihr Querschnitt zeigt das Bild eines Parallelogrammes. Fast stets sind diese Lakunen prall erfüllt mit dem geronnenen Blute und den Blutzellen. Letztere sind von demselben Baue wie die in den Darmlakunen angetroffenen. Die Wandung der Blutlakunen weicht nun in vieler Hinsicht ab von der des Tentakelkanales. Auf letzterem haben wir zu unterscheiden ein Plattenepithel auf der Peripherie. Hierauf folgt nach innen zu gelegen eine Längsmuskelschicht, die Bindesubstanz, eine Ringmuskelschicht und endlich das den Hohlraum des Kanales auskleidende Wimperepithel. (vergl. Figur 72, welche ein Stück des Querschnittsbildes Figur 71 stärker vergrößert wiedergibt). Dasselbe Epithel, welches auf dem Tentakelkanal sich findet, überzieht auch die Blutlakune. Da jedoch, wo die letztere inserirt, hört die Längsmuskularis auf, sodass die laterale Fläche der Lakune keine Muskulatur besitzt. Anders ist es mit der central gelegenen Wandung. Unterhalb des Innenepithels (Figur 72 *e*<sup>1</sup>) trifft man auf eine Längsmuskelschicht (*lm*), welche da, wo die Wandung der Blutlakune übergeht in die des Tentakelkanales der Ringmuskularis des letzteren Platz macht (*rm*). Auf durch die Lakune gelegten Längsschnitten überzeugt man sich hiervon in gleicher Weise. Ich verweise an dieser Stelle noch auf den Holzschnitt auf Seite 31, wo die Blutlakune (*blg*) eingezeichnet worden ist. Nach dem Ringkanal zu verschmälern sich die zwölf Lakunen, um auf der Peripherie desselben durch eine ringförmig verlaufende Blutlakune zu communiciren. Wir können also hier von einer Ringlakune (Ringgefäß) sprechen. Es ist diese aber

wenig entwickelt. In ihrer Wandung verläuft eine Ringmuskelschicht. — Besteht nun zwischen den beiden Darmlakunen und den Tentakelkanallakunen ein Zusammenhang? Nachweisen konnte ich denselben nicht, dennoch glaube ich ihn annehmen zu müssen. Die dorsale Darmlakune lässt sich bis an den Schlund verfolgen; sie hört mit dem Mesenterium auf, welches am Kalkring inserirt. Da nun der Steinkanal am Mesenterium befestigt ist, also auch das letztere mit dem Ringkanal in Zusammenhang steht, so ist hierdurch nicht unwahrscheinlich, dass auch die im Mesenterium verlaufende Blutlakune mit jenen der Tentakelkanäle in Zusammenhang steht.

### Die Plasmawanderzellen.

Sowol bei *Synapta digitata*, überhaupt den fufslosen Holothurien, als auch bei den Pedaten trifft man wandernde Zellen in den Geweben und den Holträumen des Körpers an. In der Leibeshöhle wie in den Blutlakunen treten sie auf und sind in der Binde substanz fast immer anzutreffen. Wegen ihrer Beschaffenheit wie ihres Vorkommens an den verschiedensten Orten im Holothurienkörper habe ich diese Gebilde als Plasmawanderzellen beschrieben. Es sind das dieselben Zellen, welche Semp<sup>1)</sup> bei der Betrachtung der Binde substanz mit bespricht und als Schleimzellen aufführt. Er vermutete, dass aus ihnen der Schleim herrühre, den die Holothurien nach Berührung von sich geben. Nachdem ich aber in der Haut zweierlei Formen von Drüsenzellen nachgewiesen habe und wir diesen die Schleimabsonderung zuschreiben müssen, glaube ich, wird jene erste Anschauung nicht mehr aufrecht erhalten werden können<sup>2)</sup>. Die Plasmawanderzellen sind von bald rundlicher, bald ovaler Gestalt, bald mit Pseudopodien versehen. Ein runder Kern liegt in der Mitte der Zelle. Das Zellplasma ist fein granulirt. Was nun die Gröfse der Zellen und des Kerns anlangt, so gleichen sie hierin den Blutzellen. Der Unterschied zwischen Plasmawanderzelle und Blutzelle liegt nur in der feinen Körnelung der ersteren, welche dem Plasma der letzteren abgeht und welche von einer Einlagerung kleinster Körnchen herzurühren scheint. Beide Zellarten bewegen sich nach

1) Holothurien, p. 110 u. 164 u. a. O. —

2) Auch Danielssen und Koren bezeichnen diese Gebilde als Bindegewebszellen; Fra den Norske Nordhavsexpedition. *Echinodermer*. in *Nyt Magaz. f. Naturvid.* Band 25.

Amöbenart, wie Semper bereits für die Blutzellen beschrieben hat. Es ist mir sehr wahrscheinlich, dass die Plasmawanderzellen und die Blutzellen nur verschiedene Entwicklungszustände einer und derselben morphologischen Bildung sind. Dafür spricht ihre gleiche Grösse und die des runden Kernes. (Plasmawanderzelle 0,0075 mm., Kern 0,0028 mm. groß). Während die Blutzellen in der Wandung des Darmes und selbstverständlich in der Blutflüssigkeit vertreten sind und auch in der Leibeshöhle angetroffen werden, beobachtet man die Plasmawanderzellen in der Bindesubstanz in allen Körperregionen, seltener in den Blutlakunen, in der Leibeshöhle und auch in dem Inhalt der Wassergefässe. Sind beide Zellformen verschiedene Entwicklungsstadien, so sind sie gewiss auch mit verschiedenen physiologischen Leistungen betraut. Welche dies freilich sind, darüber lassen sich zur Zeit nur vage Vermutungen aufstellen. Um sich aber hierüber in Deutungen zu ergehen, ist es nötig genau festzustellen, in welcher Häufigkeit die Wanderzellen in den verschiedenen Geweben und Orten des Körpers vorkommen. Die Wandung des Ringkanales, der Tentakelkanäle und der Polischen Blase zeigt die Plasmawanderzellen in grösster Anhäufung. In der Bindesubstanz sind sie an den angegebenen Orten allerwärts zu finden. Neben ihnen trifft man die Blutzellen. Besonders gilt dies von der Polischen Blase. Oft ist es mir nicht gelungen zu entscheiden, ob man es mit einer Plasmazelle, oder Blutzelle zu tun habe, so sehr gleichen sich beide Gebilde. In den Suspensorien, welche zwischen Oesophagus und Ringkanal oder Tentakelkanälen ausgespannt sind, findet man sie ebenfalls mit den Blutzellen zusammen in grosser Menge. Die Suspensorien sind runde Stränge, deren Axe aus Bindesubstanz besteht, welcher eine Längsmuskelschicht aufliegt. Die Peripherie wird von demselben Plattenepithel überzogen, welches auf dem Darm und dem Ringkanal u. s. w. angetroffen wird.

In verhältnissmässig wenig Exemplaren trifft man unsere Wanderzellen in der Cutis an. Nur sehr vereinzelt treten sie hier auf. In der Mundscheibe ist es anders. Hier findet man sie in gröfserer Menge oft zu Ballen vereinigt. So sind ja die sogenannten Augen der Synapten nichts anderes als Ansammlungen von Plasmazellen, die ein Pigment tragen und in der Bindesubstanz liegen.

Am Darmkanal trifft man Plasmawanderzellen im Oesophagus und Magen fast gar nicht an. Häufiger findet man sie im Dünndarm, welcher besonders die Blutzellen in überreicher Menge besitzt.

Alle diese Angaben gelten nur für das geschlechtsreife Tier. Um das Verhältniss zwischen Blutzellen und Plasmawanderzellen genau aufzuklären, wird man am jungen Tier vor allem Beobachtungen anzustellen haben, um zu sehen, inwiefern sich die beiden Gebilde beim Aufbau der Organe beteiligen.

Die großen körnerreichen Plasmawanderzellen, wie sie bei den Pedaten vorkommen, fehlen Synapta vollständig, während diese beiden Formen, große wie kleine besitzen. (vergl. weiter unten). Für die großen Zellen mit ihren Einschlüssen gilt wol auch eigentlich hauptsächlich die Semper'sche Benennung Schleimzellen, da er ja die eingelagerten Körner als Schleimtröpfchen deutete. —

### Die Geschlechtsorgane.

Nur wenige Angaben liegen über den Bau dieser Organe vor. Die ersten genauen Mitteilungen sind uns von Quatrefages<sup>1)</sup> und Leydig<sup>2)</sup> geworden. Ersterer ist der Entdecker der hermaphroditischen Geschlechtsbildung der Synaptiden (Synapta Duvernaea) Leydig war es, welcher diese Angaben an Synapta digitata bestätigen konnte.

Nach Quatrefages findet man in den einzelnen Schläuchen in Längsstreifen angeordnete warzenförmige Erhebungen, welche durch Scheidewände in Kammern geteilt sind. Diese Warzenmassen stellen eine granulöse Masse vor, welche die Spermatozoen liefert. Dieser Darstellung schließt sich Leydig an. Zwischen den Falten und Krausen dieser Längsstreifen liegen in Lücken die Eier, wie beide Forscher angeben. Als Bildungsmasse der Eier soll nach Quatrefages eine breiige Masse in der Axe des Schlauches sich finden.

Baur<sup>3)</sup> widerspricht den Beobachtungen beider genannter Forscher, one jedoch den waren Bau besser erkannt zu haben. Im Gegenteil bedeuten seine Angaben einen Rückschritt in der Kenntnis der Geschlechtsorgane. Auf seine Arbeit komme ich weiter unten zu sprechen.

---

<sup>1)</sup> Quatrefages, Memoire sur la Synapta du Duvernoy Annal. des sciences nat. Tom. 17, 1842.

<sup>2)</sup> Leydig, Anatomische Notizen über Synapta digitata, Müllers Archiv f. Anat. u. Physiol. 1852. pag. 514.

<sup>3)</sup> Baur, a. o. O. Abhandlung 1, pag. 48.

Semper<sup>1)</sup> verdanken wir noch einige histologische Notizen über *Synapta recta*. Die einzelnen Geschlechtsschläuche werden von einem Wimperepithel überzogen, auf welches eine Tunika propria aus Binde substanz und muskulöse Ringfasern folgen. Nach innen folgen weiterhin Eikeime und Samenbildungsmassen und darüber noch ein dünnes Epithel. —

Als Ludwig<sup>2)</sup> im Jahre 1874 seine Schrift über die Eibildung im Tierreiche veröffentlichte, konnte er über den Bau und die Entstehung der Eier nichts neues hinzufügen, als was ich soeben erwähnt habe. In den letzten zehn Jahren sind histologische Untersuchungen nicht hinzugekommen.

Was nun den Bau der Geschlechtsorgane betrifft, so hoffe ich denselben klarstellen zu können, zumal mir verschiedene Entwicklungsstadien vorlagen.

Ueber den größeren Bau unsrer Organe sind wir ja durch Baur unterrichtet. Es bestehen die Geschlechtsorgane aus cylindrischen Schläuchen, die sich meist dichotomisch verästeln und frei in die Leibeshöhle flottiren. Zu beiden Seiten des Mesenteriums liegen diese Schläuche und vereinigen sich in zwei Hauptästen, welche wiederum dicht hinter dem Kalkring mit einander verschmelzen. Jetzt durchbricht der unpaare Ausführgang die Leibeshöhle, um auf der dorsalen Mittellinie unterhalb der Tentakel auf einer Papille zu münden. (Fig. 44).

Am geschlechtsreifen Tier ist die Länge der beiden Drüsenbäumchen sehr verschieden. An erwachsenen Exemplaren beträgt ihre Länge mehrere Centimeter, während an jungen Tieren dieselben bedeutend kleiner sind. Solche noch unentwickelte Schläuche lagen mir vor. Der Durchmesser dieser bereits dichotomisch verzweigten Gebilde betrug bis 0,195 mm. bei mässiger Kontraktion der Schläuche, während an prall angefüllten Schläuchen, welche mit ausgebildeten Eiern und Sperma versehen sind, der Breitendurchmesser mehrere Millimeter beträgt.

Diese kleinen jungen Geschlechtsschläuche besitzen in ihrer Axe einen Kanal, dessen Breite auf 0,04—0,051 mm. angegeben werden kann. Auf dem Querschnitt durch ein solches Organ erkennt man folgendes. Die Peripherie wird von einem Plattenepithel überzogen, dessen Zellen ovale Kerne besitzen. Auf dieses Epithel folgt eine Lage von Längsmuskelfasern, welche streng

<sup>1)</sup> Semper, *Holothurien*, pag. 36.

<sup>2)</sup> In *Arbeiten aus dem zoolog.-zootom. Institut in Würzburg* 5. u. 6. Heft u. extra erschienen, Würzburg 1874.

parallel zu einander verlaufen und eine kontinuierliche Lage bilden. Nach innen folgt eine Ringmuskellage, und hierauf eine Bindesubstanzschicht, welche von allen Geweben, welche die Wandung dieses Organes zusammensetzen, am stärksten entwickelt ist. Ihr Durchmesser beträgt ungefähr 0,0357 mm. Diese Bindesubstanzschicht besteht aus Zellen, welche mit ihren Ausläufern in der Grundsubstanz liegen. Nach innen endlich folgt ein Epithel, welches durch die Größe seiner Zellen wie der Kerne derselben sich auszeichnet. Diese kubischen Zellen bergen in ihrem Centrum einen kreisrunden Kern, dessen Durchmesser äußerst wechselnd ist. Man trifft Zellen mit kleineren oder größeren Kernen an. Immer nimmt der Kern starke Mengen von Farbstoffen auf und erscheint sein Inneres stark gekörnt.

Der Durchmesser der Zellen beträgt 0,0076 — 0,0143 mm. während der große Kern, der von dem durchaus homogenen Protoplasma der Zelle umhüllt wird, zwischen 0,0042 und 0,0067 mm. schwankt. (vergl. Figur 50 und 51 auf Tafel IV.) Zwischen den großen Zellen finden sich hier und da kleinere abgeplattete Zellen, aus denen offenbar die großen hervorgegangen sind.

Ich wende mich nun sofort zur Beschreibung des entwickelten Geschlechtsschlauches, welcher Sperma und Eier enthält.

Bei Betrachtung eines reifen Geschlechtsorganes sieht man durch die Wandung die Eier hindurchschimmern, und zwar erscheinen sie in Längsreihen angeordnet. Schneidet man nun einen Schlauch der Länge nach auf, so sieht man in das Lumen derselben vorspringende Längsstreifen, während zwischen diesen die Eier angeordnet liegen, wie in Figur 53 zu sehen ist. Welche Beschaffenheit es nun mit diesen Längsstreifen hat, das erkennt man allein mit zu Hilfenahme von Schnitten durch das Organ. Es ist nötig und von Vorteil einen Schlauch zunächst zur Untersuchung zu nehmen, welcher wenige Längsstreifen in seinem Innern erkennen lässt. Weshalb, das soll gleich klar werden. Ein Querschnittsbild durch einen Geschlechtsschlauch giebt Figur 54 wieder. Diese Figur soll der Beschreibung zu Grunde gelegt werden. Das erste was im Vergleich mit dem unentwickelten Organ in die Augen fällt, ist eine wulstförmige Bildung des Innenepithels, wie ich zunächst sagen will. Es sind das die bei der Betrachtung von außen bekannten Längsstreifen. Jeder der vier Wulste ist eingebuchtet.

Das Außenepithel besteht aus Zellen, deren Grenzen verwischt worden sind. Auf dasselbe folgt die Längs- und die Ringmuskelschicht, ganz wie es beim unentwickelten Organ der Fall war.

Von besonderer Wichtigkeit ist nun die Bindesubstanzschicht, da in ihr junge wie reife Eier liegen. Dass dieselben nicht in ihr entstanden sind, sondern secundär zu liegen gekommen sind, leuchtet wol gleich von vornherein ein. An Stelle endlich jenes grofszelligen Epithels, welches den unentwickelten Schlauch auskleidete finden wir eine mehrschichtige Lage von Gebilden vor. (vergl. Figur 54 und Figur 56.) In der Tiefe dieser Gebilde lagern Zellen, welche denen gleichen wie wir sie schon kennen. Es sind die grofsen Epithelzellen des unreifen Schlauches. Bald trifft man sie in gröfserer Menge bald nur noch in geringerer an. Sie erzeugen einesteils die Spermazellen, runde Gebilde, welche centralwärts liegen und aus welchen die Spermatozoen entstehen. Wie entstehen aber die letzteren aus den Spermamutterzellen, und diese wiederum aus den grofsen Zellen? Soweit ich an conservirtem Material und nach Schnittpräparaten urteilen darf, lediglich durch Teilung. Die grofsen Zellen mit ihren kreisrunden Kern sind aber auch die Bildungszellen der Eizellen. Das glaube ich mit vollster Gewissheit aussprechen zu können.

Es entstehen aus diesen grofsen Epithelzellen die Eizellen in folgender Weise. Es tritt zunächst eine Trübung des bisher vollkommen hellen Plasmas ein. Körnchen lagern sich in dasselbe ein und indem der grofse Kern an Durchmesser zunimmt tritt die junge Eizelle über in die Bindesubstanz. Dass sie auf amöboide Weise sich bewegt, kann man an Schnitten gut sehen. In allen möglichen Formen, bald länglich oval, bald kreisrund tritt sie dem Beobachter entgegen. Es trübt sich das Plasma mehr und mehr und tritt jetzt eine helle Membran vom Durchmesser 0,00114 mm. an der ausgewachsenen Eizelle auf. Diese Membran besitzt keinerlei Zellen oder Kerne es ist nicht eine Follikelbildung vorhanden, wie bei den Apoden.

In der Bindesubstanz erscheinen die Eizellen vermittels Bindesubstanzzellen und deren Ausläufern befestigt, wie es Figur 55 zeigt. Die Zellen sind von spindlicher Gestalt und befestigen sich die verschiedenen Ausläufer derselben an der Wandung des Schlauches und an der Membran der Eizelle. Untersucht man nun Geschlechtsschläuche, die durch ihre Gröfse und Prallheit sich auszeichnen und an denen schon bei äufserlicher Betrachtung die Längsstreifen undeutlich zu erkennen sind, so ergiebt sich ein weit complicirteres Bild. Die Wulste sind vollständig unregelmäfsig geformt und die Bindesubstanz prall angefüllt mit Eiern, meist reifen und nur wenigen jungen dazwischen. Dann ist das Lumen des Schlauches



von den reifen Spermatozoen (Figur 57) bereits erfüllt und die großen Zellen, aus denen Ei und Spermamutterzelle hervorgehen, sind spärlich vertreten.

Die kleinsten Eizellen innerhalb der Bindesubstanz betragen im Durchmesser 0,00571 mm., ihr Keimbläschen 0,00401 mm., der Keimfleck 0,0010 mm., während reife Eizellen einen Durchmesser von 0,13 mm. erreichen, das Keimbläschen = 0,058 mm., der Keimfleck = 0,0163 mm. —

Somit hätten wir eine Zellform, aus welcher durch Wachstum die Eizellen, durch Teilung die Spermamutterzellen hervorgehen. Diese Zellen kann man als Ureier bezeichnen. Es scheint, dass der Hermaphroditismus der Synaptiden das ursprüngliche ist und die Trennung der Geschlechter erst sekundär entstanden. Ob man nun die Synaptiden, überhaupt die Apoden ableiten soll von den Pedaten, wie es jetzt geschieht, dafür spricht manches; vieles aber dagegen. An einem anderen Orte werde ich dieser Frage näher treten, sobald mehr Formen untersucht worden sind. —

Noch einige Worte habe ich über den Ausführgang der Geschlechtsorgane zu sagen. Derselbe besitzt im Inneren ein hohes Wimperepithel, durchbricht die Leibeswand, um auf einer Papille nach außen zu münden. Diese Geschlechtspapille liegt unterhalb der Tentakel. (vergl. Figur 44.) Eine Muskulatur besitzt der unpaare Ausführgang nicht, sondern unterhalb des Innenepithels folgt eine Schicht Bindesubstanz und hierauf das wimpernde Außenepithel mit seinen abgeplatteten Zellen. —

### Die Bindesubstanz.

Die Bindesubstanz zeigt uns bei Synapta nichts wesentlich abweichendes von den bei den Pedaten sich findenden Verhältnissen, wie ich sie weiter unten schildern werde. Nur in der Körperwand kommt es zu abweichenden Bildungen, im Allgemeinen ist die Bildung der Bindesubstanz immer die gleiche. Die Ansichten, welche bisher über dieselbe bei den Holothurien gang und gäbe waren, und die von Semper<sup>1)</sup> herrühren, kann ich in keinem Falle bestätigen. Nach ihm besteht dieselbe aus einer Grundsubstanz, der Interzellulärsubstanz, Fasern und verästelten Zellen. Die erstere wird als hyalin beschrieben. In ihr treten die Fasern teilweise durch Verdichtung auf, während die verästel-

---

<sup>1)</sup> Semper, a. o. O.

ten Zellen, die sich wenig bewegen sollen, „unter einander durch ihre Fasern in Verbindung zu stehen scheinen“. Nach Baur's<sup>1)</sup> Angaben ist die Bindesubstanz „deutlich fibrillär“ und lässt sich spalten. Er unterscheidet feine netzförmige Fasern und dazwischen kleine kernartige Körperchen, die bei Behandlung mit Essigsäure auftreten. Als Schleimzellen führt Sempfer unsere Plasmawanderzellen auf, die er zur Bindesubstanz gehörig betrachtet. — Ich unterscheide drei verschiedene Bildungen der Bindesubstanz, erstens die einfache fibrilläre Bindesubstanz, die netzförmige Bindesubstanz und drittens Bindesubstanz in welcher Fibrillenbündel sich finden. Diese drei Arten stehen sich nicht als von einander geschieden gegenüber, sondern zeigen mehrfache Uebergänge. —

Die typische Bindesubstanz besteht bei Synapta aus spindlichen und sternförmigen Zellen, die mit ihren Ausläufern in einer Intercellularsubstanz von durchaus homogener Form verlaufen. Die spindelförmigen Zellen haben wir in zwei Gruppen zu unterscheiden; zwischen gewöhnlichen kleinen Zellen finden sich gröfsere eingestreut, wie gleich zu schildern ist.

Die innere Bindesubstanz des Oesophagus wäle ich zur Schilderung der einfachen fibrillären Bindesubstanz. Die Zellen sind von spindlicher Gestalt. An den Polen der Spindel entspringen die beiden Ausläufer, welche parallel zur Schlundaxe verlaufen. Die ganze innere Bindesubstanz besteht aus solchen Zellen mit ihren Ausläufern, welche dicht gedrängt an einander liegen in nur gering entwickelter Intercellularsubstanz. Um den ovalen Kern liegt das fein granulierte Zellprotoplasma, welches in die Ausläufer übergeht ohne das eine Grenze zwischen Zelleib und letzterem existierte.

Im Drüsenmagen sind wenig Zellen mit ihren unregelmäfsig verlaufenden Ausläufern in der Intercellularsubstanz vertreten. Auch hier sind die Zellen von meist spindlicher Form. Unter ihnen beobachtet man zwei Formen, welche sich durch ihre Gröfse und die des Kernes von einander unterscheiden. Schwierig ist es die Gröfse der Zellen zu bestimmen, da die Ausläufer nicht scharf abgesetzt sind vom Zelleib.

Bei den kleineren und häufigeren Zellen besitzt der Kern einen Längsdurchmesser von 0,00499—0,00571 mm. und eine Breite von 0,0014—0,0021 mm., während die Kerne der gröfseren Zellen ein Längsdurchmesser von 0,00714 mm. und ein Breitendurchmesser

---

<sup>1)</sup> Baur, a. o. O. p. 19. Abhdlg. 1.

von ungefähr 0,00428 mm. zukommt. Uebrigens scheinen sich zwischen beiden Extremen Zwischenformen zu finden.

Auffallend abweichend ist die Bindesubstanz im Dünndarm gestaltet. Hier bilden die Zellen mit ihren mit einander anastomosirenden Ausläufern ein Netzwerk, zwischen dessen Maschen die Blutflüssigkeit eindringen kann, welche für gewöhnlich in größeren Lücken der inneren Bindesubstanz verläuft.

Die Zellen sind in diesem Abschnitt von sternförmiger Gestalt und besitzen einen Durchmesser von etwa 0,00856 mm. während wiederum zwei hauptsächlich durch die Größe ihres Kernes unterschiedene Zellformen zu nennen sind. Abweichend von den Bindesubstanzzellen im Schlund und Magen, sind die Kerne der Zellen im Dünndarm kreisrund. (Durchm. der kleineren = 0,0030 mm., der größeren Kerne = 0,0050 mm.) In gleicher Weise sind die Zellen im Rektum gebildet. Nur kommen hier noch spindlige Zellen vor, und sind die Zellausläufer nicht mehr zur Bildung eines Maschennetzes zusammengetreten, sondern verlaufen unregelmäßig, bald parallel zur Längsaxe des Rektums, bald ringförmig. —

In der Mundscheibe sind die Bindesubstanzzellen wie in den Tentakeln von spindelförmiger Gestalt; nur hier und da trifft man sternförmige Zellen an. Ihre Ausläufer bilden ein unregelmäßiges Netzwerk; in der Tentakelwandung verlaufen sie meist mit den Längsmuskelfasern parallel. Im größten Teile der Leibeswand trifft man aber folgende Bildung an. Die Ausläufer verlaufen in derselben zu Bündeln vereint. (vergl. Figur 69.) Es scheint, als ob eine Zelle ein solches Bündel gebildet hätte. Die Zellen liegen dem Fibrillenbündel aufsen auf. In der Figur sieht man einige dieser Gebilde auf dem Querschnitt getroffen, andere der Länge nach verlaufend. Diese Fibrillenbündel fehlen nur im hinteren und vorderen Leibesende. Im mittleren Teile der Leibeswand sind sie so angeordnet, dass ein Teil ringförmig, der andere in der Richtung der Körperlängsaxe verläuft. Die Bindesubstanz der Leibeswand unterhalb der Tentakel zeigt ein Bild, wie es in Figur 67 dargestellt ist, meist spindlige Zellen, welche mit ihren Ausläufern selten anastomisiren und unregelmäßig verlaufen.

Eine kurze Besprechung verdient die Bindesubstanz der Suspensorien, welche zwischen Leibeswand und Rektum, Oesophagus und Wassergefäßssystem sowie dem Kalkring ausgespannt sind. Es sind diese Gebilde Stränge von runder Gestalt. Ihre Axe wird von der Bindesubstanz gebildet, welcher eine Lage von Längs-

muskelfasern und ein die Peripherie überziehendes Epithel aufliegt. Die Binde substanz fibrillen verlaufen parallel der Längsaxe des Aufhängebandes. Eine große Anzahl von Pigmentanhäufungen finden sich in ihr vor. In gleicher Weise gilt das von der Binde substanz, welche in den Wandungen des Ringkanales und der Tentakelkanäle sich findet. Auch diese ist als fibrillär zu bezeichnen. —

Einen abweichenden Bau trifft man in den beiden Darmtrakten und dem Mesenterium an.

Das Lumen einer Darmblutlücke wird von einer dünnen Membran begrenzt. Nach außen von derselben liegen die Längsmuskelfasern und ein Plattenepithel. Diese Binde substanz membran zeigt frei gelegt folgenden Bau. In einer Intercellularsubstanz sind spindlige oder sternförmige Zellen gelagert, welche mit ihren Ausläufern anastomosieren. (Figur 37.) Die Zellen besitzen einen kreisrunden Kern, der von dem fein granulierten Zellplasma umhüllt wird. Ähnliche Bildungen finden wir im dorsalen Mesenterium wieder. Es ist dasselbe ein dünnes Häutchen, welches Leibeswand und Darmwand verbindet. Die Binde substanz der ersteren geht in die des Mesenterium über, welche am Schlunde zusammenhängt mit der äußeren Binde substanzschicht seiner Wandung, am Dünndarm jedoch mit der inneren. —

Das Mesenterium, dessen Axe von der Binde substanz gebildet wird, besitzt auf beiden Seiten Muskelfibrillen aufgelagert und ein Plattenepithel, welches in das Leibeshölenepithel übergeht und wie dieses wimpert. Die Zellen liegen hier nicht in einer Ebene, sondern es durchkreuzen ihre Ausläufer die Grundsubstanz nach allen Richtungen, teilweise mit einander anastomosierend.

Netz förmige fibrilläre Binde substanz trifft man im Kalkring und in der Leibeswand an denjenigen Stellen, an welchen die Anker liegen. Figur 75 zeigt ein Stück des entkalkten Kalkringes. Das Gerüst, in welchem die einzelnen Kalkstückchen suspendirt waren, ist aus sternförmigen Zellen gebildet, deren kurze Ausläufer mit einander anastomosieren. Auf diese Weise kommt es zur Bildung eines eigentümlichen Maschennetzes. In ein ähnlich gebildetes Maschenwerk sind die Kalkanker mit ihren Platten gelagert. Dicht unter der Körper epidermis findet man solch maschenförmig umgebildete Binde substanz vor. Die Kalkanker werden auf gleiche Weise erzeugt innerhalb der letzteren, wie die mannichfaltigen anderen Kalkbildungen, die wir bei den Holothuriern antreffen. Die Ankerform ist zwar an sich merkwürdig, in

Anbetracht jedoch der äußerst mannigfaltigen Formen, welche Kalkgebilde bei diesen Tieren annehmen können, meiner Meinung nach ebenso verständlich wie etwa die Stülchen, Rädchenformen und wie die anderen verschiedenen Bildungen alle benannt sein mögen, es sind. Dass das Hervortreten der Anker und über die Hautoberfläche Hinausragen ein nur zufälliges ist, darauf haben schon Quatrefages und Semper hingewiesen. Es kommen nun diese Kalkanker bald zwischen den Tastpapillen bald im Grunde von Hautpapillen liegend vor. Im letzteren Falle sind die Hautpapillen jedoch lediglich Erhebungen der Leibeswand, ohne dass ein Nerv zu ihnen hinzuträte. Es ist Semper's Ansicht, dass diese Papillen Sinnesorgane seien, deshalb nicht haltbar.

An dieser Stelle will ich noch andere Kalkgebilde erwähen, welche in der Binde substanz vorkommen. Dies sind die schon Joh. Müller<sup>1)</sup> bekannten biskuitförmigen Kalkkörper. Besonders stark vertreten sind sie in den fünf Radialmuskeln. Hier liegen sie zwischen den Längsmuskelfasern in der Binde substanz welche die Interstitien zwischen denselben ausfüllt. Die Binde substanz besteht hier aus Zellen, welche mit ihren feinen Ausläufern in einer reichlich entwickelten Grundsubstanz liegen. Die biskuitförmigen Körper besitzen einen Durchmesser von 0,0163 mm. bis 0,0228 mm. Es sind Kalkplatten, um die es sich handelt. Von der Seite betrachtet erkennt man ihren geringen Dicken durchmesser. Er beträgt 0,0032 mm. Dieselben Gebilde trifft man in großer Menge auch in den Suspensorien des Schlundes.

An dieser Stelle will ich auch die Kalkstäbe nennen, welche in den Radialnerventrieben in der Binde substanz der Leibes wand gelagert liegen. Auf Querschnittsbildern sieht man wie lateralwärts also in der dem Deckepithel aufliegenden Binde substanzlage diese Kalkstäbe gelagert sind. (Länge bis 0,199 mm. Breite 0,0028 mm.) (siehe Figur 18.)

Was nun die Einlagerungen in der Binde substanz betrifft, so ist folgendes zu bemerken. Wenn man die innere Leibes wand der die Wandung des Ringskanales oder der Tentakelkanäle durchmustert, so fallen kugelige anscheinend von Körnchen herührende schwarze Flecken auf, welche oft dicht nebeneinander abgelagert sind. Diese Flecken rühren von Einlagerungen her, welche sich in der Binde substanzschicht der betreffenden Organe

<sup>1)</sup> Synapta digitata, pag. 1.

Hamann, Beiträge I. Holothurien.

finden. Um über ihre Natur klar zu werden, muss man sie im ungefärbten Zustande untersuchen. Dann zeigt sich, dass diese meist kugelrunden schwarzen Gebilde (vergl. Figur 70) Ansammlungen eines schwarzen körnigen Pigmentes sind um ein helles Centrum. An allen Stellen, wo ich auch immer diese kuglichen Haufen untersuchte, war der Bau der gleiche. Innerhalb des ungefähr 0,01304 mm. — 0,0194 mm. im Durchmesser messenden, kuglichen Gebildes liegt eine orange gefärbte Kugel, die durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen auffällt. Dieses orange gefärbte Gebilde gleicht einem Oeltröpfchen. Es blieb sowol in Alkohol wie in Chloroform gänzlich unverändert, nahm jedoch eine rötliche Färbung in Essigkarminlösung gebracht, an. Durch Zerdrücken wird diese orange Kugel von den schwarzen Körnern befreit und kann ihr Durchmesser mit 0,00252 — 0,0041 mm. angegeben werden. Außerdem kommen noch in der Bindesubstanz Ansammlungen von gelb gefärbten Körnermassen vor, die wol als Ausscheidungsprodukte anzusehen sind. —

---

## II. Abschnitt.

### Die Pedaten.

Im Folgenden will ich aus der Histologie dieser Gruppe nur solche Kapitel herausheben, welche im Vergleich mit Synapta, den Apoden, von besonderem Interesse sind. In erster Reihe kommt das Nervensystem in Betracht, dann der Bau der Blutlakunen, sowie die Muskulatur und die Bindesubstanz. Hieran sollen noch einige Bemerkungen über die Plasmawanderzellen und über den Steinkanal und die Madreporenplatte hinzugefügt werden.

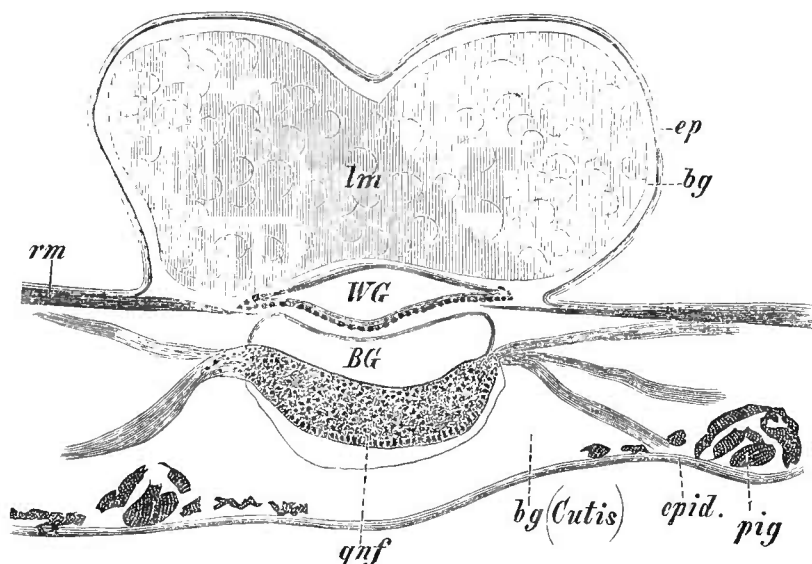
Das Material an pedaten Holothurien beschränkte sich auf *Cucumaria cucumis* Risso, *Cucumaria Planci* Brandt, *Holothuria Polii*, und *Holothuria tubulosa* Gmel. Die vorletzte Art lag mir in lebenden Exemplaren vor. —

### Das Nervensystem.

Das Nervensystem der Pedaten setzt sich zusammen aus dem Gehirnring, den fünf Radialnerventämmen, den Tentakelnervenästen und dem Oesophagealnervenast. Hierzu kommen die pe-

riperen Nervenendigungen in den Füßchen und Rückenpapillen sowie den Tentakeln und der zwischen den Füßchen gelegenen Haut.

Was nun zunächst die Zusammensetzung der Nervenstämme und ihrer ringförmigen Verbindung, des Gehirns anlangt, so ist dieselbe vollkommen übereinstimmend mit der der Apoden, speciell Synapta. Wir finden das Deckepithel mit seinen Fortsätzen wieder und zwischen letzteren die Nervenfibrillen.



Querschnitt durch die Leibeswand (Ambulacrum) von *Cumaria Planci*.

Es bedeuten: *epid.* Epidermis; *bg.* (Cutis) die Lederhaut; in ihr verläuft der auf dem Querschnitt getroffene Radialnervenstamm (*gnf.*); *Bg.* = Radialblutlakune; *WG.* Radialwassergefäß; *rm.* = Ringmuskelschicht der Körperwand; *lm.* = Einer der fünf Längsmuskeln derselben; *ep.* = Leibeshölenepithel. —

Ein Querschnitt durch die Leibeswand, welcher radial geführt ist, vergegenwärtigt am besten den Bau des Nervenstammes (vergl. Holzschnitt). Auf das Körperepithel (*epid.*) folgt die mächtig entwickelte Cutis, auf welche die Ringmuskularis und nach außen von dieser das die Leibeshöhle auskleidende Epithel liegt. In den fünf Radien verlaufen die fünf Blutlakunen, die fünf Wassergefäße, die Nervenstämme und die in die Leibeshöhle weit hervorragenden Längsmuskelbündel. — Der Nervenstamm liegt in der Cutis eingebettet und erscheint auf dem Querschnitt als halbmondförmige Figur (*gnf.*) Von ihm gehen rechts und links Nervenzüge ab, die teilweise zur Muskulatur, teilweise aber zur Körperepithelschicht ziehen. Das Deckepithel erkennt man in der Figur und ebenso die Fortsätze seiner Zellen, die senkrecht den Nervenstamm durchsetzen. Die Nervenfibrillen sind, weil auf

dem Querschnitt getroffen, als fein punktirte Masse sichtbar und nur in den seitlich abgehenden Nervenzügen verfolgt man die Fasern. Centralwärts vom Nervenstamm liegt die Radialblutlakune, die eine Lücke in der Binde substanz (Cutis) darstellt. Nach innen von dieser Lakune liegt das Wassergefäß, dessen laterale Wandung Längsmuskelfasern trägt, während sie der central gelegenen Wandung fehlen.

Dieselbe Zusammensetzung wie die Radial- (Ambulacral-) Nervenstämmе zeigt uns das Gehirn. Auch in Betreff der Ganglienzellen haben wir dasselbe zu berichten, wie oben bei Synapta geschehen ist.

An die Stelle der Tastpapillen der Apoden sind bei den Füfschentragenden Formen die Nervenendplatten auf den Füfschen getreten.

Zur Untersuchung der Nervenendigungen in den Füfschen eignet sich aus mehrfachen Gründen *Holothuria Polii* am besten. Das Genus *Holothuria* gehört zu den Aspidochoroten und besitzt aufser den Saugfüfschen, welche auf der Bauchseite zerstreut stehen, auf der Dorsalseite pyramidenähnliche Füfschen, die sich in mancherlei Hinsicht von ersteren unterscheiden. Während diese zum Ansaugen dienen, ist dies bei den Pyramidenfüfschen nicht der Fall. Sie sind konisch zugespitzt und tragen keine Saugscheibe. Diese Gebilde sind rein weifs gefärbt, während nur der basale Teil des Füfschen dem Körper an Farbe gleicht, also tief schwarz erscheint. Auf der Spitze tragen diese Pyramidenfüfschen<sup>1)</sup> eine kreisrunde schwarz gefärbte Platte oder Scheibe. Dieser oberste Teil kann sich nun in das Füfschen zurückziehen, wie in Figur 27 zu erkennen ist. Dieses Bild zeigt einen Längsschnitt durch das obere Ende mit der eingestülpten kalbkugeligen Platte (*sch.*) Das die Pyramide überziehende Epithel setzt sich am Apikalende in das des halbkugeligen Endes fort. Die Epithelzellen, welche dasselbe zusammensetzen, zeichnen sich durch ihre Länge aus. Es sind feine fadenförmige Zellgebilde, welche den ovalen Kern in einer Anschwellung tragen und basal sich in feine Fortsätze verlängern. Zwischen ihnen kommen keinerlei Drüsenzellen vor, wol aber im übrigen kleinzelligen Epithel. Hier sind es die Becherdrüsen, die uns schon von Synapta bekannt sind, wo ich dieselben des genaueren geschildert habe. Unterhalb der

---

<sup>1)</sup> vergl. die Abbildungen, Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. XXXIX Tafel 20, Figur 1—3.



feinen Epithelzellen endet der Nervenzug des Pyramidenfüßchens mit einer plattenförmigen Ansammlung von Nervenfibrillen, zwischen denen die feinen basalen Fortsätze der Epithelzellen verlaufen. —

Der Nervenstrang selbst erscheint auf dem Längsschnitt als bandförmiges Gebilde, welches in der Bindesubstanz eingelagert ist. Er setzt sich zusammen aus dem Deckepithel mit seinen Fortsätzen, zwischen denen die parallel verlaufenden Nervenfasern angetroffen werden, welche eben unterhalb der Epithelzellen als Platte sich ausbreiten und in denselben endigen. Diese Zellen sind also als Epithelsinneszellen anzusehen. Sehr schwer gelingt eine Isolirung der einzelnen Sinneszellen. Nur bei großer Geduld wird es möglich sich von der Zusammengehörigkeit der Nervenfasern und Sinneszellen zu überzeugen. In der Figur erscheint das Pigment nur teilweise entfernt, sodass die Zellen nicht vollkommen deutlich hervortreten. Zwischen den Nervenfasern sind Ganglienzellen regellos zerstreut, in welchen der große Kern nur von wenig Plasma umhüllt wird.

Der Nervenzug liegt auf der Längsmuskularis, auf welche das Epithel folgt, welches das Lumen des Füßchens auskleidet. Die Cutis besteht aus fibrillärer Bindesubstanz mit reichlich vorhandenen Plasmawanderzellen. In ihr trifft man Kalkkörper von radförmiger und stangenähnlicher Gestalt an.

Ein ähnliches Verhalten zeigt sich uns bei Betrachtung der eigentlichen Saugfüßchen. In jedem solchen Organ verläuft ein Nervenzug von der angegebenen Bildung. Das Epithel der Saugplatte besteht aus cylinderförmigen Zellen, welche mit ihren feinen Fortsätzen übergehen in eine Nervenfaserschicht, welche unterhalb derselben sich findet und zusammenhängt mit dem Nervenzug, und aus gleichfalls cylindrischen Zellen, deren stärkere Fortsätze die Nervenfaserschicht durchsetzend in der Bindesubstanz verlaufen. Die ersteren Zellen sind als Sinneszellen, letztere etwa als Stützzellen zu bezeichnen.

Von besonderem Interesse ist aber der Bau der Tentakel. Rings um den Mund stehen eine Anzahl von schildförmigen Tentakeln, an welchen ein basaler Teil als Stiel von dem oberen mit kleinen Köpfchen besetzten Teile zu unterscheiden ist. In jedem Tentakel findet sich ein Kanal, welcher Aeste entsendet in die einzelnen Köpfchen; diese enden blind in denselben. Die Peripherie der Tentakel wird von dem gewöhnlichen Körperepithel überzogen, und nur auf den Köpfchen macht dieses Platz einen Cylinderepithel. Unterhalb des Epithels findet sich die Binde-

substanz. Nach innen von dieser trifft man die Längsmuskularis und die die Kanäle auskleidende Epithelschicht.

Das Epithel der Köpfcchen besteht aus feinen fadenförmigen Gebilden, welche sich in Fortsätze verlängern. Es gelingt nun an Macerationspräparaten zweierlei Zellarten zu unterscheiden, indem bei der einen die Fortsätze ziemlich stark entwickelt sind und senkrecht verlaufen, während bei der anderen Art, den Sinneszellen feine sich verzweigende Fibrillen sich zeigen, in welchen die Zellen sich verlängern. Diese Fibrillen bilden unterhalb der Sinneszellen eine Schicht, welche mit dem Tentakelnerven, das heißt mit den in die Köpfcchen führenden Verzweigungen desselben, in Verbindung stehen. Auf Längsschnitten trifft man dieses Nervenfibrillengeflecht als eine teils fein gekörnte, teils gestreifte Schicht, je nachdem die Fibrillen der Quere oder der Länge nach durch den Schnitt getroffen sind. Besonders schön tritt sie hervor nach Färbung mit Essigkarmin.

Was nun die Epithelstützzellen anlangt, so enden die Fortsätze derselben unterhalb des Nervengeflechtes. Figur 88 zeigt die Epithelschicht eines Köpfcchens mit dem Nervengeflecht. Einzelne Zellen sind durch Maceration isolirt worden.

Nervenendigungen sind bisher in den Tentakeln nicht beschrieben worden. S e m p e r beschreibt einmal die langen Epithelzellen der Endschichten der Füßchen und der Endäste der Tentakel und stellt diese cylinderförmigen Zellen in Parallele mit jenen Zellen, welche er in den Hauptpapillen einer Anapta gefunden hatte. Dass diese Anschauung den Tatsachen entspricht, glaube ich bewiesen zu haben <sup>2)</sup>.

---

<sup>1)</sup> Holothurienwerk, pag. 153.

<sup>2)</sup> Einer Arbeit von S e m o n (Nervensystem der Holothurien, Jenaische Zeitschrift Band XVI 1883) muss ich hier gedenken. Dieser Autor hat gleichfalls die Tentakel von *Holothuria Polii* untersucht. Die Epithelschicht mit ihren cylinderförmigen Zellen (vergl. meine Figur 88 und seine eigene Tafel II, Figur 16) hat ihm jedoch zu eigentümlichen Deutungen Anlass gegeben. Die Cuticula, welche den ganzen Körper sowie auch die Tentakel mit ihren Köpfcchen überzieht, beschreibt er als membranöse Hülle. Der periphere Teil der Cylinderzellen (bis zum Kern) wird als Faserschicht (!) die Kerne der Zellen, welche in Anschwellungen der letzteren liegen, als Zellschicht bezeichnet! Das Epithel (also die Kerne der Zellen) soll mehrschichtig sein. In gleicher Weise schildert uns S e m o n die Endplatten der Saugfüßchen von *Holothuria Polii* (vergl seine Tafelerklärung.)

## Der Darmkanal und seine Blutlakunen.

### a) *Cucumaria cucumis*.

Der Darmkanal der Pedaten zerfällt in dieselben Abschnitte wie ich sie von *Synapta* geschildert habe.

Der Oesophagus, der sich bei *Cucumaria* an seiner Basis trichterförmig verengt, fällt durch seine dunkle Färbung auf. Bei *Cucum. cucumis* ist derselbe tiefschwarz durch einen im innern Epithel sich vorfindenden Farbstoff gefärbt. Die Epithelzellen selbst, welche das Lumen des Schlundes auskleiden, sind von fadenförmiger Gestalt. Die Zellen laufen spitz zu, ihre Länge beträgt ungefähr 0,055 mm. Eine schwach entwickelte Ringsmuskelschicht folgt auf dasselbe, zu welcher an der Basis des Oesophagus noch der Länge nach verlaufende Muskelfasern auftreten. Diese Schicht nimmt mehr und mehr zu, um im Magen, etwa in dessen Mitte die größte Entwicklung zu erreichen. Nach außen folgt die äußere Binde substanzschicht und das den Darmkanal außen überkleidende Plattenepithel. In der äußeren Binde substanzschicht trifft man Lücken an, welche mit einander in Zusammenhang stehen und als Blutlakunen zu deuten sind (vergl. Figur. 81). Im zweiten Abschnitt dem Magen treten keine Drüsenzellen auf. Ueberhaupt fehlen diese Gebilde bei *Cucum. cucumis* im Darm in auffallender Weise. Im Magenteil kommt eine schwach entwickelte innere Binde substanzschicht zuerst zur Beobachtung. Sie liegt zwischen Innenepithel und Längsmuskelschicht und gewinnt mehr und mehr an Ausdehnung, welche sie bis zur Afteröffnung beibehält. Im Magen erreicht die Muskulatur, Rings- wie Längsschicht, eine starke Entwicklung, während im Dünndarm beide nur sehr gering entwickelt sind. Die Aufeinanderfolge der den Dünndarm zusammensetzenden Schichten ist aus Figur 41 zu erkennen. Das Innenepithel wird gebildet von feinen cylindrischen Zellen, in welchen der Kern der Mitte genähert liegt. Der Inhalt derselben ist fein granuliert. Zwischen ihnen trifft man gelbe Ballen an, deren Inhalt gekörnt ist. Zur Nahrungsaufnahme scheinen diese Gebilde in Verbindung zu stehen. Vielleicht sind es Ausscheidungsprodukte.

Nach außen vom Innenepithel folgt die innere Binde substanzschicht, welche von Hohlräumen durchzogen wird, in welchen die Blutflüssigkeit (*blf*) cirkuliert. In der Figur sind in großer Anzahl

Blutzellen zu erkennen, welche sich in den Lakunen finden. Eine schwach entwickelte Längs- und Ringsmuskelschicht und das Aufsenepithel folgen weiterhin nach außen.

#### b) Der Darmkanal von *Holothuria tubulosa*.

In vielen Stücken weicht der Darmtraktus dieser Art von dem der übrigen Pedaten ab, sodass eine ausführlichere Besprechung notwendig wird.

Schneidet man den Darmkanal der Länge nach auf, so treten längsverlaufende Streifen in seiner inneren Wandung entgegen. Im Oesophagus und Magen verlaufen dieselben parallel zu einander. Der Dünndarm besitzt gleichfalls solche Falten seiner inneren Wandung; dieselben sind aber von ganz unregelmäßiger Gestalt. An der Grenze der einzelnen Darmabschnitte gehen die Falten nicht in einander über, sondern es hören plötzlich die wellenförmigen parallelen Streifen auf, um den unregelmäßigen Faltungen des Dünndarmes zu weichen. Auf Querschnitten finden wir diese Bildungen als in das Lumen hervorspringende Wülste wieder.

Was nun den Oesophagus als ersten Abschnitt des Darmkanales anlangt, so fällt seine Ähnlichkeit in der Bildung der einzelnen ihn zusammensetzenden Gewebe mit dem gleichen Abschnitt von *Synapta* auf. Besonders ausgebildet ist die innere Binde substanzschicht, während beispielweise bei *Cucumaria* das gerade Gegenteil zu konstatieren war. Der Oesophagealnerv erscheint als schmales Band der Längsmuskulatur aufliegend. Auf diese folgt die Ringsmuskelschicht, eine ganz gering entwickelte äußere Binde substanzschicht und das Aufsenepithel. Eine 0,00163 mm. im Durchmesser hohe Cuticula liegt auf dem Innenepithel welches aus cylindrischen Zellen besteht. Die Suspensorien, welche vom Oesophagus ausgehen, sind direkte Fortsetzungen der äußeren Binde substanzschicht, lange meist runde Stränge, deren Aufsenepithel übergeht in das des Darmkanals.

Der zweite Darmabschnitt ist der Magen, oder wie ich gleich sagen will, der Drüsenmagen. Sein Innenepithel zeichnet sich durch die Länge seiner Zellen aus. Diese Zellen besitzen eine Länge von 0,081—0,110 mm. Neben feinen harförmigen cylindrischen Zellen findet man große kolbige Gebilde, die als Drüsenzellen anzusehen sind. (vergl. Figur 79 und 80.) Nach der Peripherie zu sind diese Zellen abgerundet, nach der Basis zu ver-

laufen sie meist spitz. Eine feine helle Membran umschließt den Inhalt, der aus einem weitmaschigen Netz von Protoplasmafäden besteht. Der runde Kern liegt meist der Basis genähert. Er ist schwer auf zu finden. Diese kolbigen Drüsen stehen dicht gedrängt und kaum erkennt man dann noch die feinen Epithelzellen, die zwischen ihnen in den Interstitien der auf dem Querschnitt sich als rund ergebenden Drüsen lagern. Bei Färbung mit Essigkarmin tingirt sich das Protoplasmanetz der Drüsen äußerst stark, während die glasigen Holräume keinen Farbstoff annehmen. Der Durchmesser einer Drüsenzelle beträgt im Mittel 0,01314, die Cuticula 0,00163 mm. Die Drüsen reichen nicht bis unmittelbar unter die helle Cuticula, sondern zwischen ihrer Peripherie und letzterer liegt eine Protoplasmaschicht, welche eine helle Streifung zeigt, die von feinen Kanälchen herzurühren scheint. Von der inneren Binde substanzschicht (Durchm. 0,026—0,048 mm.) wird diese Epithelschicht durch eine glashelle dünne Membran abgegrenzt. In der Binde substanzschicht finden sich auffallend viele Binde substanzzellen angehäuft, welche mit ihren langen Ausläufern in die Grundsubstanz eingebettet liegen. Außerdem trifft man gelbe Körnerhaufen in Menge an. Eine Längs- und Ringsmuskularis folgen nach aufsen von derselben. Jede besteht aus nur wenigen Lagen, sodass man nicht von einem Muskelmagen sprechen kann.

Der dritte Abschnitt des Darmkanales, der als Dünndarm zu bezeichnen ist, zeigt wiederum abweichende Bildungen. Das Innenepithel wird gebildet aus feinen cylindrischen Zellen. Es ist wie schon oben bemerkt wurde, in Falten gelegt. Zwischen diesen Zellen kommen Drüsenzellen vor, welche sich im Bau von denen des Magens unterscheiden. Der äußeren Form nach sind sie zwar auch als kolbig zu bezeichnen, ihr Inhalt jedoch ist körnig und färbt sich die ganze Zelle tief dunkel mit Farbstoffen behandelt. Die Länge dieser einzelnen Drüsen beträgt ungefähr 0,038 mm. In der Binde substanz treten die Lakunen und Lücken auf, in denen man Blutzellen mit der geronnenen Blutflüssigkeit hier und da antreffen kann.

Nach aufsen von der Binde substanzschicht liegt zunächst die Ringmuskellage, auf welche erst die längsverlaufenden Muskelfibrillen zu liegen kommen. Es ist dieses Verhalten entgegengesetzt dem in den zwei ersten Darmabschnitten angetroffenen, und schließt sich diese Art in dieser Beziehung eng an Synapta an. —

Ueber den verschiedenen Bau des Darmkanales bei Pedaten und Apoden soll die folgende Tabelle als Uebersicht dienen. Ich

habe als Vertreter der Pedaten *Cucumaria cucumis* und *Holothuria tubulosa* gewählt, während ich *Synapta digitata* in die Mitte gestellt habe. Es scheint mir der Schluss gerechtfertigt, dass bei jeder Gattung der Holothurien der Darmkanal verschieden gestaltet ist, bei den einzelnen Arten aber Uebereinstimmung zeigt<sup>1)</sup>.

<b>Cucumaria cucumis, u. Planci.</b>	<b>Synapta digitata.</b>	<b>Holothuria tubulosa.</b>
<b>Oesophagus.</b>	<b>Oesophagus.</b>	<b>Oesophagus.</b>
1) Innenepithel,	1) Innenepithel,	1) Innenepithel,
2) Längsmuskelschicht,	2) stark entw. innere Bindesubstanzlage,	2) stark entw. innere Bindesubstanzlage,
3) Ringmuskelschicht,	3) Ringmuskelschicht,	3) Längsmuskelschicht,
4) Bindesubstanzschicht, gut entwickelt,	4) Längsmuskelschicht,	4) Ringmuskelschicht,
5) Aufsenepithel.	5) äußere Bindesubstanzsch. wenig entw.	5) äußere Bindesubstanz, wenig entwickelt,
	6) Aufsenepithel.	6) Aufsenepithel.
<b>Muskel-Magen.</b>	<b>Drüsen-Magen.</b>	<b>Drüsen-Magen.</b>
1) Innenepithel,	1) Drüsenzellen,	1) Innenep. m. Drz.,
2) ganz gering entw. innere Bindesubstanzlage,	2) stark entw. innere Bindesubstanz,	2) stark entw. innere Bindesubstanz,
3) Längsmuskelschicht,	3) Ringmuskelschicht,	3) Längsmuskelschicht,
4) Ringmuskelschicht,	4) Längsmuskelschicht,	4) Ringmuskelschicht,
5) äußere gut entw. Bindesubstanz,	5) äußere ganz gering entw. Bindesubstanz,	5) äußere ganz gering entw. Bindesubstanzlage,
6) Aufsenepithel.	6) Aufsenepithel.	6) Aufsenepithel.
<b>Dünndarm.</b>	<b>Dünndarm.</b>	<b>Dünndarm.</b>
1) Innenepithel,	1) Innenepithel,	1) Innenepithel,
2) innere gut entw. Bindesubstanz (mit Blutlakunen),	2) innere gut entw. Bindesubstanz (mit Blutlakunen),	2) innere gut entw. Bindesubstanz (mit Blutlakunen),
3) Längsmuskelschicht,	3) Ringmuskelschicht,	3) Ringmuskelschicht,
4) Ringmuskelschicht,	4) Längsmuskelschicht,	4) Längsmuskelschicht,
5) ganz gering entw. äußere Bindesubstanz,	5) ganz gering entw. äußere Bindesubstanz,	5) ganz gering entw. äußere Bindesubstanz,
6) Aufsenepithel.	6) Aufsenepithel.	6) Aufsenepithel.

<sup>1)</sup> Der Darmkanal von *Holothuria tubulosa* ist von Jourdan

c) Die beiden Darmlakunen und die Lakunen in der Wandung  
des Darmkanales.

1) *Holothuria tubulosa*.

Um das Verhältniss der beiden Darmlakunen zur Wandung des Darmkanales zu untersuchen, sind Querschnittserien durch letzteren am zweckmäfsigsten. Dass beide Darmlakunen nur Ausstülpungen der Darmwandung sind, lässt sich dann leicht feststellen. Das Lumen beider Lakunen, solange sie am Dünndarm verlaufen, ohne ein Wundernetz zu bilden, wird von der Binde substanz ausgekleidet, welche zusammenhängt mit der inneren Binde substanzschicht der Darmwandung. (vergl. Figur 77.) Zugleich communicirt der Hohlraum der Darmlakunen mit Lücken und Hohlräumen in der inneren Binde substanz der Darmwandung, welche letztere keinerlei endothelartige Auskleidungen besitzen. Man kann die Blutflüssigkeit mit ihren amöboiden Blutzellen von der Darmlakune aus verfolgen bis in die Lücken der Darmwandung. Diese Lücken stehen mit einander in Verbindung und so kommt es zur Bildung eines Systems von unregelmäßigen bald kreisförmigen, bald bandartigen Kanälen, die zum größten Theile ringförmig verlaufen. Der Binde substanz der Darmlakunen liegt eine Längsmuskelschicht auf. Nach außen von dieser folgt das wimpernde Außenepithel welches eine Fortsetzung des äußeren Darmepithels vorstellt, während die Längsmuskelschicht mit der gleichen Schicht der Darmwandung in Verbindung steht. Während die ventrale Darmlakune einfach verläuft besteht die dorsale bekanntlich aus zwei Kanälen von denen der eine dicht am Darmkanal liegt, während der zweite mit dem letzteren durch ein Netz von kleinen Kanälchen verbunden wird. Von diesem Netzwerk werden ja auch die sogenannten Wasserlungen umspunnen. Die Wandung aller dieser Kanälchen besteht aus denselben Elementen, wie die der Hauptdarmlakunen. Auf das Außenepithel folgen Muskelfasern und eine bald stärker bald geringer entwickelte Binde substanzlage, welche im Centrum einen einfachen Hohlraum besitzt, in welchem die Blutflüssigkeit an-

---

vor kurzem geschildert (*Recherches sur l'histologie des Holothuries*. Marseille 1883) und verweise ich auf dessen in manchen übereinstimmende Darstellung zum Vergleich. —

getroffen wird. Wie sind aber jene Kanälchen entstanden? Ursprünglich werden in gleicher Weise, wie es in der Darmwandung noch der Fall ist, Lücken und Holräume in der Binde substanz des Mesenteriums als die Wege für die Blutflüssigkeit aufgetreten sein. Indem nun das Mesenterium zwischen diesen Blutwegen sich rückbildete, entstanden Maschen zwischen den Lakunen und so wird jetzt ein Bild erweckt, als hätte man echte Gefäße vor sich. Das Maschen und Lücken im Mesenterium auftreten, ist gar nichts besonderes. Bei *Cucumaria* bietet das Mesenterium oft den Anblick eines Netzes; vorzüglich vom dorsalen Mesenterium gilt dies.

Einen abweichenden Bau bieten beide Hauptlakunen am Oesophagus und am Magen. An letzterem zeichnet sich die ventrale Blutlakune durch die Stärke ihrer Wandung aus. Während der Durchmesser am Dünndarm etwa 0,013—0,042 mm. betrug, ist derselbe am Drüsenmagen etwa 0,098 mm. wovon auf die Binde substanzschicht allein 0,065 mm. kommt. Auch trifft man häufig Binde substanzzellen, welche mit ihren Ausläufern das Lumen durchziehen. Eine Kommunikation mit der Darmwandung in Gestalt von Lücken ist nicht vorhanden. Am Oesophagus endlich ist das Lumen der Lakunen reich durchsetzt von der Binde substanz, sodass man ähnliche Bilder erhält wie bei *Cucumaria Planci*. (Figur 81 und 42.)

## 2) *Cucumaria cucumis*.

Von dieser Art gilt dasselbe betreffs der beiden Hauptdarm lakunen (vergl. Figur 41). Ich verweise deshalb nur auf die Abbildung. Einen etwas abweichenden Bau zeigt das dorsale Blutgefäß, welches am Magen und Oesophagus verläuft. Es hat seine Verbindung mit dem Darmkanal aufgegeben indem es vermittels eines dünnen Stieles am Darm befestigt ist (Figur 80). Derselbe besitzt jedoch dieselbe Wandung und cirkulirt in seinen Holräumen die Blutflüssigkeit. Während die beiden Darmlakunen, so lange sie am Dünndarm verliefen, als einlumig zu bezeichnen waren, zeigen sie jetzt folgenden Bau.

Die Binde substanz durchzieht mit ihren Fibrillen die Lakune und bildet ein Maschenwerk, zwischen welchem die Blutflüssigkeit zirkulirt. In Figur 81 ist die dorsale Blutlakune auf einem Querschnitt getroffen, abgebildet.

Die Wandung der Lakune besteht aus dem peripheren Epithel, einer Längsmuskelschicht und der Binde substanz. In gleicher



Weise ist der Stiel gebaut. Während aber nun, so lange die beiden Lakunen am Dünndarm verliefen, die innere Bindesubstanz des letzteren in der Lakunenwandung übergang, findet folgendes Statt. Die Bindesubstanzschicht der Blutlakunen hängt am Magen und Oesophagus mit der äußeren Bindesubstanz ihren Wandungen zusammen (Figur 81 *bg*<sup>1</sup>). Dies gilt für beide Lakunen, sowol die ventrale wie die dorsale. In der äußeren Bindesubstanz ist ein System von Lücken vorhanden, in welchen die Blutflüssigkeit sich bewegt und durch Lücken im Stiel (*st*) mit den Holräumen in der Darmlakune kommuniziert.

Ehe ich weiter gehe, will ich noch einige ältere Mitteilungen über Blutgefäßverteilung in der Darmwandung besprechen. Semper<sup>1</sup>) hat in seinem systematischen Holothurienwerke in den Magen vorspringende Wülste als sichelförmige Falten beschrieben. Diese Wülste nimmt er als Träger der Blutgefäße in Anspruch. Bereits Selenka<sup>2</sup>) hatte eine ähnliche Meinung ausgesprochen. Nach diesem Autor sollten die Gefäße zwischen die Muskelschichten in der Darmwandung sich eindrängen. Dass dies unmöglich ist, geht aus meiner oben gegebenen Schilderung des Darmkanales hervor. Die Wülste sind lediglich Bildungen des Epithels, welches das Darmlumen auskleidet. Ebenso unhaltbar sind Semper's Ansichten über eine Darmatmung. Es sollten nämlich die sichelförmigen Falten als Träger von Blutgefäßen als „innere Kiemen“ fungieren. Hierbei wird an die Darmatmung der Insekten erinnert. Es sollte nun Seewasser von der Kloake her bis zum Magen eingepumpt werden und dieses die Falten umspülen. Da nun aber, wie ich zeigte, keine Blutgefäße im Epithel des Darmes vorkommen, ist eine solche Atmung unmöglich, doppelt unmöglich aber, da durch den prall angefüllten Darm der Holothurien Wasser durch die Afteröffnung gar nicht bis zum Magen eingeführt werden kann, wie schon Teuscher<sup>3</sup>) hervorgehoben hat.

Die Blutzellen, zu deren Besprechung ich mich jetzt wenden will, sind mit einem großen runden Kern versehene Gebilde, deren Plasma durchaus homogen ist. Es tingirt sich mit Farbstoffen gar nicht, nur der Kern nimmt dieselben begierig auf.

---

1) Semper, a. o. O.

2) Selenka, Beiträge zur Anatomie und Systematik der Holothurien, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Band XVII. 1867

3) Teuscher, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen, Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, Band X.

Bald trifft man in der Blutflüssigkeit viele, bald nur wenige Zellen. Letztere ist bei *Holothuria tubulosa* bräunlich gefärbt, während sie bei *Cuc. Polii* wasserhell erscheint. Besonders angehäuft fand ich die Blutzellen in den Lakunen der inneren Bindesubstanzschicht, während sie in den beiden Hauptlakunen in geringerer Anzahl vorkommen. Die Gröfse dieser amöboiden Zellen beträgt bei *Hol. tubulosa* und *Cucumaria Planci* ungefähr 0,0074 mm, während der Kern einen Durchmesser von etwa 0,0028 mm besitzt.

### Die Plasmawanderzellen.

Bei *Synapta digitata* habe ich Zellen beschrieben, welche im Körper an den verschiedensten Stellen angetroffen werden. Ich knüpfte an die Beschreibung dieser Wanderzellen die Bemerkung, dass sie vielleicht nur besondere Entwicklungszustände der Blutzellen vorstellen möchten. Dies folgerte ich aus ihrem Bau, ihrer Gröfse und dem Verhalten des Zellkernes. Dieselben Gebilde trifft man bei den Pedaten wieder an. Es sind amöboid sich bewegende Zellen, deren Plasma fein granulirt erscheint und einen kreisrunden Zellkern von 0,0031 mm Gröfse einschließt, während die Zelle im kuglichen Zustand ungefähr 0,007—0,008 mm misst. — Solche Plasmawanderzellen sind auf Tafel VI, Figur 89 abgebildet. Außer dieser Art von Wanderzellen kommt bei allen Pedaten noch eine zweite Form vor, welche die erstere an Gröfse um bedeutendes überragt. Es sind im Durchmesser 0,015—0,018 mm messende Zellen, welche grofse Körner in ihrem Plasma eingelagert haben (Figur 90.) Im Ruhezustande ist ihre Form, wie die der ersten Art, oval bis kreisrund. Die Körner in ihrem Inneren sind stark lichtbrechend, färben sich mit Osmiumsäure wenig bräunlich, sind jedoch mit Aether nicht extrahirbar. Nach *Semper* sollten diese Körner Schleimtröpfchen sein, eine Ansicht, die nicht haltbar erscheint. Es kommen nun aber auch gleich grofse Gebilde vor ohne Einschlüsse. In diesen Plasmawanderzellen, die ich bei *Cucumaria Planci* nur unterhalb des Coelomepithels der Leibeswand antraf, trifft man nur ein feinkörniges Protoplasma an. Eine Vermehrung der letzteren Zellen erfolgt durch Theilung, wie ich mehrfach konstatiren konnte. —

Um die Bewegungen der Plasmawanderzellen zu studiren, wält man am besten das ventrale Mesenterium, welches sich seines geringen Durchmessers wegen besonders gut hierzu eignet. Man bringt ein Stück desselben von einem soeben aufgeschnittenen Tiere

auf einen Objektträger mit Seewasser, fügt ein Deckglas darauf, doch so, dass kein Druck ausgeübt wird, und beobachtet nun bei starker Vergrößerung. In kurze beginnen sich einzelne große Plasmawanderzellen zu bewegen; an einigen Stellen durchboren sie die Bindesubstanz, um nach außen zu gelangen, während andere sich einen Weg in das Innere bahnen. Der Anblick, welcher sich so den Augen darbietet, ist vollkommen dem analog, welchen uns Amöben zeigen. Verfolgen wir eine große Wanderzelle während ihrer Bewegung näher und fassen zunächst den kugligen Zustand ins Auge! Es beginnt die kuglige Zelle sich an einer Stelle zu strecken (vergl. Figur 59), indem hier das Hauptprotoplasma sich ansammelt. In dieser Richtung erfolgt nun die weitere Bewegung. Während nun der Inhalt nach dieser Stelle zufließt und der Zellinhalt des hinteren Poles nach vorn drängt, entsteht zunächst eine Einschnürung, die dann verschwindet. Außer dieser regelmäßigen Bewegungsart trifft man Wanderzellen an, die nach verschiedenen Seiten Fortsätze ausstrecken. Besonders wenn die Zellen an ein Hindernis stoßen, entsenden sie diese nach verschiedenen Richtungen <sup>1)</sup>).

Somit hätten wir denn zwei Arten von Plasmawanderzellen gefunden. Erstens die den Blutzellen an Größe gleichkommenden, mit feingekörntem Inhalt, und zweitens die nur bei den Pedaten anzutreffenden großen Zellen, welche bald Körner eingeschlossen tragen, oder gleichfalls einen gekörnten Inhalt besitzen. —

### Die Bindesubstanz.

Die ersten Angaben über dieselbe datiren aus dem Jahre 1854, in welchem Leydig kurze Notizen veröffentlicht hat. An frischem Material vom lebenden Tier beschrieb er dieselbe als von scheinbar feinen Fibrillen zusammengesetzt, welche in lockigem oder welligem Verlaufe neben einander herziehen. Bei Anwendung von Essigsäure erfolgte eine Trübung und darauf eine Aufhellung des Gewebes. Daraufhin glaubt Leydig das Fibrilläre als Falten

---

<sup>1)</sup> Die Bewegung der großen Plasmawanderzellen schilderte ich bereits, früher (Zeitschr. f. w. Zool. Band 39), one dass ich dort die kleinere Art beschrieben hätte. Die Untersuchungen, welche ich an größerem Material seither fortführen konnte, haben mich zu manchen abweichenden Resultat, als dort angegeben, geführt.

<sup>2)</sup> Leydig, kleinere Mitteilungen zur tierischen Gewebelehre, Müllers Archiv f. Anat. u. Physiolog. 1854, pag. 310.

und Schichten erklären zu müssen. Indem er nun weiter Kalilauge gebrauchte, verschwanden die Fibrillen, und Bindegewebskörperchen von spindelförmiger Gestalt traten in einer homogenen Grundsubstanz auf. Eine Abbildung dieses so mit Kalilauge behandelten Gewebes hat Leydig in seinem Lehrbuch und in Müllers Archiv gegeben. Sempers Ansichten über die Binde substanz habe ich schon oben wiedergegeben, sodass ich jetzt gleich meine eigenen Untersuchungen hinzufügen kann. —

Da das Mesenterium der Holothurien zum großen Teil aus der Binde substanz gebildet wird und man dasselbe leicht im frischen Zustande auf den Objektträger ausbreiten kann, so eignet es sich vorzüglich zur Untersuchung. Es fallen uns zunächst Fibrillen in die Augen und Zellen von bald spindlicher, bald multipolarer Gestalt. Beide Elemente sind in einer homogenen Intercellularsubstanz eingebettet. Man kann nun leicht konstatiren, dass die Fibrillen mit den Zellen in Zusammenhang stehen. Hier und da anastomosiren die Ausläufer der Zellen mit einander; an anderen Punkten laufen dieselben parallel neben einander. In dem ersten Falle sind die Zellkörper meist sternförmig, während sie im letzteren fast stets von spindlicher Gestalt sind.

Wie bei den Synaptiden kommen zwei Formen von Binde substanzzellen vor, die sich allein durch ihre Größe unterscheiden. Bei den am häufigsten sich findenden Zellen ist der ovale Kern 0,0057 mm. lang, während er bei der größeren Art eine Länge von 0,0071 und eine Breite von 0,0042 mm. besitzt. Ein Kernkörperchen tritt mit dem Kerngerüst in den Kernen beider Formen schön hervor. Was nun die Größe der Zellen anlangt, so lässt sich dieselbe sehr schwer bestimmen, da man nicht genau sagen kann, wo der Zelleib aufhört und die Fortsätze beginnen indem der Protoplasmakörper der Zelle allmählich übergeht in seine Ausläufer. Als ungefähre Größe kann für die kleineren Binde substanzzellen 0,009 mm. angenommen werden, während die größeren einen Längsdurchmesser von etwa 0,01 mm. besitzen. Hauptsächlich ist es jedoch der Kern, welcher beide Formen leicht von einander unterscheiden lässt (vergl. Figur 91 *a* und *b*, Binde substanzzellen von *Cucumaria Planci*, die Ausläufer der Zellen sind nicht mit dargestellt.) In der Leibeswand sind die Ausläufer der Zellen bald in paralleler Lagerung angeordnet, bald bilden sie ein Maschenwerk, in welches die Kalkkörper zu liegen kommen<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Siehe die Abbildungen, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Band XXXIX, Tafel 10.

Außerst verschieden ist der Durchmesser der Ausläufer der Zellen, von fast kaum erkennbarem Durchmesser wechselt er bis zu ziemlicher Stärke. Oft verfilzen sich die Fibrillen untereinander. Dies ist beispielsweise der Fall in der Leibeswand. Untersucht man auf Querschnitten dieselbe, ungefähr in der Körpermitte des Tieres, (*Cucumaria cucumis*) so unterscheidet man in der Binde substanzschicht (*Cutis*), welche unterhalb des Körperepithels liegt, zwei Lagen. Die erste Lage wird von Maschen durchsetzt, in welchen die radförmigen Kalkgebilde eingelagert liegen. Unterhalb dieser ersten Lage verlaufen die Binde substanzfibrillen parallel, verkleben mit einander, verfilzen sich, sodass diese Schicht einen knorpligen Charakter annehmen kann. — In den Kalkstücken finden wir dieselbe Anordnung der Zellen wieder, wie ich bei *Synapta* beschrieben habe. Es ist hier ein Netz von sternförmigen Zellen vorhanden, deren Ausläufer mit einander anastomosieren und in der durchaus homogenen Intercellularsubstanz liegen. —

Die feinere Zusammensetzung der Binde substanz an den verschiedensten Körperteilen zu erörtern, ist hier nicht der Ort. Es genügt die Uebereinstimmung derselben bei *Pedaten* und *Apoden* nachgewiesen zu haben. —

#### **Madreporenplatte und Steinkanal von *Holothuria tubulosa*.**

Am Ringkanal dieser Art beschreibt man ein Büschel von Steinkanälen. Es sind das dieselben Gebilde, die schon *Tiedemann* schilderte, und deren Natur ihm noch rätselhaft blieb. *Selenka*<sup>1)</sup> hat bei einem reichen Material von Formen dieselben aufgefunden und beschrieben, one jedoch den feinen Bau geschildert zu haben, sodass die Angaben von *Joh. Müller*<sup>2)</sup> die einzigen geblieben sind, welche denselben berücksichtigt haben. Es unterscheidet derselbe den Kanal und das Endstück, den Sack. Dass die Wände desselben porös sind und ein wimpernder Wulst die Oeffnungen umgiebt, hat uns *Joh. Müller* bereits geschildert. Das Endstück vergleicht er mit der Madreporenplatte der übrigen Echinodermen. *Semper* schließt sich dieser Schilderung an.

---

<sup>1)</sup> *Selenka*, Beiträge zur Anat. u. System. d. Holothurien, in Z. f. w. Zoolog. Band XVII. 1867.

<sup>2)</sup> *Joh. Müller*, Bau der Echinodermen, Abhandlungen der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1853, pag. 205.

<sup>3)</sup> *Joh. Müller*, Bau der Echinodermen, Archiv f. Anat. u. Physiolog. 1850, pag. 148.

Nach ihm besitzt der Sack, die Madreporenplatte einen großen Holraum, wie es auch Müller annahm. — Der Bau dieser Gebilde ist jedoch weit complicirter, wie ich gleich schildern werde.

Vom Ringkanal (Figur 83, *RK*) entspringen die Steinkanäle (*st*), um eine geringe Strecke weit frei zu verlaufen (Müllers Kanal) und dann von der Madreporenplatte umhüllt zu werden, welche sackartig um den größten Teil des Kanals gestülpt erscheint. (Figur 87, Längsschnitt.) In dieser sackartig umgebildeten Madreporenplatte verläuft der Steinkanal in mehrfachen Windungen gelegt, um frei zu münden. Er ist durch Suspensorien mit der Wandung der Madreporenplatte verbunden und durchläuft letztere in ganzer Länge. Zwischen dem Steinkanal und der Platte ist ein Holraum, der blind geschlossen ist, gebildet. Er wird begrenzt von der Oberfläche des Steinkanales und der inneren Wandung der Madreporenplatte. (*hr* Figur 84.) Mit der Leibeshöhe communicirt dieser Holraum durch feine Kanäle, welche seine Wandung durchsetzen. (*PK*.)

Zunächst will ich den Bau des Madreporensackes näher schildern. Die ganze Oberfläche desselben ist bewimpert. Das Epithel, welches sich auf der Peripherie findet, besteht aus cylindrischen Zellen von 0,009—0,01 mm. Länge. Ein großer länglich ovaler Kern von 0,0057 mm. Länge und 0,00145 mm. Breite kennzeichnet diese Wimperzellen. (Figur 86.) Schon bei schwacher Vergrößerung treten auf der Oberfläche des Sackes kreisrunde Oeffnungen auf, welche ihm das Aussehen eines Siebes geben. Diese Oeffnungen, denen ein Durchmesser von etwa 0,034 mm. zukommt, führen in Kanäle, welche radiär die Sackwandung durchsetzen und so in den inneren Holraum des Madreporensackes münden. In diese Kanäle setzt sich ein kurzes Stück das hohe Wimperepithel fort, um dann Platz zu machen einem Plattenepithel, welches den Kanal auskleidet und gleichfalls die innere Wandung überzieht. Nach innen von dem Epithel liegt die Bindesubstanz welche Kalkkörper einschließt, und das am mächtigsten entwickelte Gewebe des Madreporensackes vorstellt. Ein Stück eines Längsschnittes durch die Wandung desselben stellt Figur 84 dar. Im Porenkanal sieht man das Plattenepithel. Die Flächenansicht desselben zeigt uns eine eigentümliche Bildung. Wir sehen, wie die spindligen Zellen an beiden Polen feine Fortsätze ausgeschieden haben (Figur 92). Vielleicht sind diese muskulöser Natur. —

Die Bindesubstanz ist mit verzweigten Kalkstücken durch-

setzt. Es finden sich nur wenig Fibrillen und Zellen vor, und ist die Intercellularsubstanz vorwiegend vorhanden.

Der Steinkanal, welcher, wie schon gesagt, zum bei weiten größten Teile von dem Madreporensacke umhüllt wird, zeigt denselben Bau, wie ich ihn bei Synapta geschildert habe. Sein Lumen wird auch hier von einem Cylinderepithel und einem kubischen Epithel ausgekleidet, und zwar so, dass die eine Hälfte der inneren Fläche von ersterem, die andere Hälfte von letzterem besetzt ist. Da der Steinkanal sich korkzieherartig windet, erhält man auf Längsschnitten Bilder wie das in Figur 84 dargestellte. Der Durchmesser desselben beträgt 0,13 mm., während die Cylinderzellen 0,024 mm. lang sind, die cubischen Zellen aber einen Durchmesser von 0,0057 mm. besitzen. Die langen Wimpern dieses Epithels sind auch an conservirtem Material sehr deutlich wahrzunehmen. Auch die Wandung des Steinkanals, das heißt die Binde substanzlage derselben, wird von Kalkkörpern durchsetzt, die denen, welche im Madreporensacke vorkommen, gleichen. In den Suspensorien, welche zwischen letzterem und dem Steinkanale ausgespannt sind, besteht die Axe aus Binde substanz, während das Plattenepithel die Peripherie derselben überzieht. Die Zahl der Suspensorien ist sehr variabel und lässt sich nicht bestimmt angeben.

Die eigentümliche Bildung des Innenepithels des Steinkanals würde sich kaum erklären lassen, wenn man nur diese Art betrachtete. Geht man aber von solchen Formen aus, wie sie bei Synapta sich finden und die Madreporenplatte als kugliches Gebilde dem Steinkanale aufsitzt, so wird das Vorkommen des Cylinder- und cubischen Epithels erklärlich, wie ich oben gezeigt habe. Es ist dann der Madreporensack als eine Umbildung der eigentlichen typischen Madreporenplatte zu erklären. Eine Untersuchung der verschiedenen Holothurien darauf hin wäre von großem Interesse.

### Die Muskulatur.

Die Muskulatur der Pedaten ist nach demselben Typus gebaut wie die der Synaptiden, sodass ich das dort gesagte hier wiederholen müsste.

Auch bei dieser Gruppe sind die Muskelfasern glatte Gebilde denen die Bildungszelle aufliegt. Sie zeigen denselben parallelen Verlauf, wie wir ihn bei Synapta antrafen. Im Allgemeinen sind die Muskelfasern weit stärker entwickelt als die der Synaptiden

und zeigen in ihrer Anordnung mehrfache Abweichungen. So tritt in den Längsmuskeln der Leibeswand folgende Bildung zu Tage. Die Fibrillen verlaufen in ringförmiger Anordnung in der Binde- substanz eingebettet und hat man es mit Muskelprimitivbündeln zu tun. In lamellöser Anordnung kommen sie in der Körperwand wie in anderen Orten des Tieres, so in den Tentakeln, vor.

### **Die sogenannten Wasserlungen von *Holothuria tubulosa*.**

Das Hauptinteresse bei der Untersuchung der Wasserlungen erweckt die Frage, ob dieselben an ihren terminalen Endästen mit der Leibeshöle communiciren. Damit wäre die Frage erledigt, wie in das Coelom Seewasser eindringen kann. Bei Formen freilich wie *Synapta*, bei welcher diese Gebilde fehlen, muss ein anderer Weg vorhanden sein. Poren in der Wand des Rektums sind nicht vorhanden. Wol aber ist es möglich, dass durch die Gewebe desselben Flüssigkeit hindurchgepresst werden kann. Diese Ansicht mag auf den ersten Blick abenteuerlich erscheinen, in Anbetracht jedoch, dass besondere Oeffnungen in der Leibeswand, durch welche Wasser in die Leibeshöle gelangen könnte, nicht vorhanden sind, scheint eine solche Annahme wol gerechtfertigt. Vielleicht hängt hiermit die Anordnung der Epithelzellen und der Drüsenzellen im Rektum zusammen.

Was nun die Endäste der Lungen anlangt, so sind sie anders gebaut als die Hauptäste. Letztere besitzen eine dünne Wandung, deren Durchmesser etwa 0,013 mm. beträgt, während die Endäste eine sehr dicke durch innere wulstförmige Hervorragungen ausgezeichnete Wandung besitzen. Die Endäste sind fingerförmige Gebilde, welche einen Kanal im Inneren besitzen, welcher blind zu enden scheint. Das Epithel, welches sich auf ihrer Oberfläche findet, besteht aus langen Cylinderzellen, die im Leben Wimpern tragen. An der Basis der Endsäckchen geht das Cylinderepithel über in das Plattenepithel der Hauptäste. (Länge der Cylinderzellen 0,023 mm.) Unterhalb der Epithelzellen liegen Ringsmuskelfasern, die parallel verlaufend in einer Schicht angeordnet sind. Nach innen den letzteren aufliegend trifft man Längsmuskelfasern, die bald vereinzelt bald dichter stehend auftreten. Hierauf folgt die Binde substanzschicht, welche das am stärksten entwickelte Gewebe ist. Es sind die Zellen desselben von dem gewöhnlichen Bau. Meist verlaufen die Ausläufer derselben in radiärer Richtung. Grofse gelbe Körnermassen sind in der Binde substanz eingelagert, welche



jedenfalls Ausscheidungsprodukte darstellen. Ebenso kommen Plas-mawanderzellen beiderlei Form in großer Menge vor. Die schon von außen an Situspräparaten zu erkennenden Wülste, welche in das Lumen des Kanals vorspringen, werden vom Innenepithel und der Binde-substanzschicht gebildet. Das Epithel ist einschichtig, seine cylindrischen Wimperzellen besitzen einen Längsdurchmesser von 0,0097 mm. Was nun am meisten Interesse erweckt, ist die Tatsache, dass die Endäste an ihrem peripheren Ende eine papillöse Erhebung tragen und diese von einem dünnen Kanal durchsetzt wird, welche durch eine feine Oeffnung nach außen, also in die Leibeshöhle mündet. Bereits S e m p e r hat denselben beschrieben. Nicht immer gelingt es diese Oeffnung nachzuweisen, da sie durch die Ringmuskulatur, die dieselbe sphinkterartig umgiebt, fest geschlossen werden kann. Somit ist denn bei den Formen, welche diese Wasserlungen besitzen, eine Kommunikation zwischen dem Seewasser, welches von der Kloake aus in diese Gebilde gelangt, und der Leibeshöhle gegeben.

### Die Ovarialschläuche.

#### Die Entstehung der Eier bei *Holothuria tubulosa*.

Der abweichende Bau der Eizellen von *Synapta* von dem bei vielen pedaten *Holothurien* geschilderten Verhältnissen lies es mich wünschenswert erscheinen einen genauen Einblick über die Bildungsstätte des Eies bei einer Form zu erlangen. Hierzu wälte ich *Holothuria tubulosa*, jene Art, über deren Eier bereits eine Reihe von Angaben vorliegen. Aus S e m p e r s Untersuchungen geht hervor, dass die Eizelle aus einer Zelle des inneren Epithels des Eischlauches hervorgeht. Diese seine Angaben wurden an tropischen Arten gemacht, und sind neue Angaben nicht gefolgt<sup>1)</sup>. — Ich beginne mit der Schilderung des unentwickelten Geschlechtsschlauches. Die kleinsten unverzweigten blind endenden Geschlechtsschläuche, die ich untersuchte, besaßen eine Länge von 3 Millimetern bei einem Breitendurchmesser von 0,195—0,21 mm. Das Außenepithel, welches dieselben überkleidet besteht aus spindeligen Zellen, welche Muskelfibrillen ausgeschieden haben. Diese Zellen bilden also einmal die epitheliale Begren-

<sup>1)</sup> Die Literatur findet sich zusammengestellt in Ludwig, Ueber die Eibildung im Tierreiche, auf welche Schrift ich verweise pag. 14 u. f. Würzburg, 1874.

zung des Schlauches, während sie basal eine einzige glatte Muskelfaser ausgeschieden haben, es sind also Epithelmuskelzellen. Schon lange suchte ich bei den Holothurien nach diesen Gebilden, denn es schien mir nicht unwahrscheinlich zu sein, dass neben den subepithealen Muskelfasern auch noch das primäre Stadium vorhanden sei. An weiter entwickelten Schläuchen trifft man die Epithelmuskelzellen in gleicher Weise an, ja selbst an den erwachsenen Organen sind sie, wenn auch nicht mehr so schön zu erkennen. — Unterhalb dieser der Länge nach verlaufenden Muskelfasern findet sich eine Schicht ringförmiger Fasern, welche der Bindesubstanz aufliegen und jedenfalls mesenchymatösen Ursprungs sind. Sie erscheinen auf dem Längsschnitt als kleine Punkte. Innerhalb von der Bindesubstanz liegen die Epithelzellen, die ich gleich schildern werde. Vorher sei jedoch noch ein Wort über die Bindesubstanz bemerkt. Sie besteht aus Zellen, meist spindlicher Gestalt, welche an den zwei Polen in Ausläufer ausgewachsen sind. Hier und da trifft man in der Bindesubstanz Blutzellen an und kann in ihr die Blutflüssigkeit circuliren, indem Lücken vorhanden sind. — Bei der Ausdehnung der Schläuche und der Entwicklung der Eier nimmt die Bindesubstanz an Lumen ab. Dies dürfte mit der dann weniger vorhandenen Ernährungsflüssigkeit in Zusammenhang zu bringen sein.

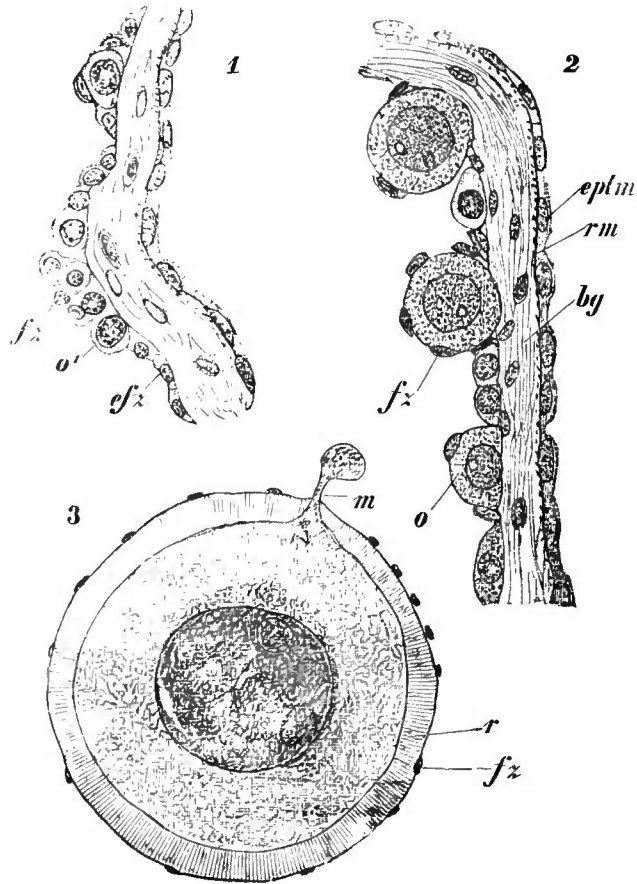
Betrachten wir nun das Innenepithel näher! Es besteht aus Zellen, die von mehr abgeplatteter Gestalt sind und einen rundlichen Kern bergen. Zwischen diesen Zellen ragen andere hervor, die dieselben an Gröfse übertreffen. Zugleich trifft man an einzelnen Stellen mehrere Zellen angehäuft, welche von verschiedener Gröfse sind. Einige (siehe Holzschnitt) zeichnen sich durch den großen Kern aus und sind es dann diejenigen Zellen, welche unmittelbar der Bindesubstanz auflagern. Während die gewöhnlichen Epithelzellen einen Durchmesser von 0,00284—0,0041 besitzen, sind diese größeren Zellen — die künftigen Eizellen — bereits 0,0057—0,0065 mm. und ihr runder Kern 0,0032—0,0041 mm. im Durchm. groß. Letzterer wird zum Keimbläschen. Indem nun das bis jetzt helle Protoplasma sich trübt und das Deutoplasma entsteht, wächst das Keimbläschen mehr und mehr, ein kleiner kreisrunder Keimfleck tritt auf, und die kleineren Epithelzellen legen sich der jungen Eizelle an, oder vielmehr werden von ihr in die Höhe gehoben. So entsteht der Follikel, welcher das nun rasch wachsende Ei umhüllt. Zugleich scheiden diese Zellen eine Membran um die Ei-

zelle ab, welcher sie aufsen aufliegen. Merkwürdig ist es, dass die wachsende Epithelzelle bei diesem ihren Wachstum nicht die benachbarten Epithelzellen einfach auf die Seite drängt, sondern dass dieselben ihr anhaften und gleichsam in die Höhe gehoben werden. Das hängt mit der eigentümlichen plattenförmigen Gestalt der Epithelzellen zusammen. Anfangs glaubte ich, dass die Follikel von Binde substanzzellen gebildet würden. An ganz jungen Schläuchen jedoch überzeugt man sich bald, dass dies nicht der Fall ist und es sich um die nicht zu Eizellen werdenden Epithelzellen handelt. Die Figur 2 giebt ein Bild von der Wandung eines bereits weiter entwickelten Ovarialschlauches. Neben kleineren Eizellen treten solche mit schon entwickeltem Follikel auf. Die Membran, welche die Eizellen umhüllt und von den anliegenden Zellen ausgeschieden worden ist, hat einen Durchmesser von 0,00071 mm. und ist vollkommen glasig hell. Das Protoplasma der Follikelzellen schwindet nun mehr und mehr, sodass nur der Kern noch deutlich erscheint. Zugleich haben sich aber die Follikelzellen stark vermehrt. Während einer kleineren Eizelle nur wenige anhaften, oft kann man acht bis zwölf, je nach der Gröfse der Eizelle zählen, so liegen der Follikelhaut der ausgewachsenen reifen Eizelle eine weit gröfsere Zal an. Wenn man die Kerne nach hunderten zählt wird man nicht fehlgehen.

Sobald die Eizelle einen Durchmesser von ungefähr 0,0652 mm. erreicht hat, (Keimbläschen 0,0326 mm., Keimfleck 0,00652 mm.) beginnt folgende eigentümliche Bildung. Zwischen der Follikelhaut und der Eizelle wird eine Schicht ausgesondert, welche schliesslich beim reifen Ei einen Durchmesser von 0,00714 mm. besitzt. (Gröfse des reif. Eis, = 0,096 mm. Keimbläschen 0,0456 mm., Keimfleck 0,0064 mm. Diese Schicht zeichnet sich durch eine feine radiäre Streifung aus, welche von feinen Porenkanälchen herzurüren scheint. Die reife Eizelle (vergl. Holzschnitt) bleibt an einer Stelle mit dem Lumen des Ovarialschlauches in Verbindung indem durch die helle Eiweifsschicht, welche am Spirituspräparat ein fein granulirtes Aussehen besitzt, ein Strang hindurchzieht, welcher vom Plasma der Eizelle gebildet wird (sein Durchmesser beträgt 0,00214 mm.). Ein rundes kernartiges Gebilde hängt an diesem Stiel aufserhalb der Follikelhaut. An reifen Eiern habe ich es stets wiedergefunden.

Ueber die Lagerung der reifen Eizellen habe ich noch einiges nachzuholen. Ein Blick auf das nebenstehende Bild zeigt, dass die heranwachsenden Eizellen nicht immer in einer Reihe werden

lagern können. Es ist dies in der Tat nicht der Fall. Der Hohlraum des Ovarialschlauches ist nur noch zum geringsten Teil im reifen Organ vorhanden, indem er von den hineinragenden Eizellen



Figur 1 u. 2 Längsschnitte durch zwei junge Ovarialschläuche *efz* Epithelzellen; *o*<sup>1</sup>, *o*, junge Eizellen; *bz*, Binde substanz; *fz*, Follikelzellen, *eplm*, Epithelmuskelzellen; *rm*, Ringsmuskelfasern; Fig. 3 reife Eizelle; *m*, sog. Mikopyle; *r*, Radiäre Kanälchen in der Eiweißschicht. —

angefüllt wird, die zwar noch der Wandung anliegen, aber in mehreren Schichten angeordnet sind. Die Befestigung der Eizellen unter einander geschieht auf folgende Weise. Binde substanzfibrillen, zu Bündeln angeordnet, umspannen die einzelnen Eizellen und verleihen ihnen auf diese Weise einen Halt.

Sobald die Eier abgelegt werden reißt die Follikelhaut und die Eizelle wird frei umgeben von der Eiweißhülle in welcher noch die Stralen erkennbar sind. In gleicher Weise geht der periphere Teil des Stranges mit dem kuglichen Gebilde verloren und nur die schornsteinähnliche Erhebung bleibt am Ei bestehen.

Dieser Eistrang, dessen heist seine Bedeutung, bleibt noch räthselhaft.

Zuerst war es Joh. Müller, welcher den Strang, welcher von der Eizelle nach der Follikelwandung führt, erkannte. Das von mir an allen reifen Eiern beobachtete kugliche Gebilde beschreibt er nicht. Unseren Strang beschreibt er als Mikropylöffnung. Wenn nun Joh. Müller glaubte, dass dieser Plasmastrang der Insertionszelle der Eizelle an der Wandung des Ovarialschlauches entspräche, so irrte er hierin. Ob nun Sempers Ansicht, dass der Strang (sein Mikropylkanal) dadurch entstanden ist, dass die Eizelle nur an dieser Stelle in Zusammenhang mit der Follikelwandung geblieben ist, sonst jedoch allseitig von der abgesonderten Eiweißschicht umgeben wird, das kann ich weder bestätigen noch bestreiten. Die Verhältnisse liegen hier eben nicht so einfach als dass man so schnell urteilen könnte. Bevor ich schliesse, möchte ich noch hervorheben, dass die Eizelle von *Holothuria tubulosa* nicht an einem Stiel an der Wandung ihres Mutterschlauches befestigt ist, wie es bei den tropischen Arten *Semper* darstellt. An die Stelle dieser Art von Befestigung ist die der Bindesubstanz-Fibrillenbündel getreten, welche sich zwischen den Eizellen ausspannen und Bändern gleichen. —

---

### III. Abschnitt.

#### **Zusammenfassung der erhaltenen histologischen Befunde, welche für eine vergleichende Betrachtung der Echinodermen von Wichtigkeit sind.**

In derselben Reihenfolge, wie ich die einzelnen Organe und ihren Bau besprochen habe, will ich am Schluss angekommen die Hauptresultate, welche mir von besonderem Wert zu sein scheinen, zusammenstellen. Ich beginne mit dem: Centralnervensystem. Es besteht bei den *Holothuriern* (*Pedaten* wie *Apoden*) aus dem Gehirnring und dem von diesem ausstralenden Nervenstämmen. Anatomisch und histologisch betrachtet ist der Gehirnring nichts weiter als die ringförmig in der Mundscheibe (der *Cutis* derselben) verlaufende räumliche Commissur der Hauptstämme des Nervensystems. Es ist der Gehirnring nicht mit einem complicirterem Bau versehen, als wie die von ihm stralenförmig

abgehenden Nervenstämme. Nur kräftiger ausgebildet ist das Gehirn. Seine Elemente wie die der Hauptnervenstämme sind Nervenfibrillen und Ganglienzellen, welche ersteren in den Nervenstämmen parallel zur Axe derselben verlaufen. Bei der Betrachtung desselben und der Nervenstämme lernten wir einen peripheren Zellbelag kennen, den ich *Deckepithel* benannt habe; es bestand aus Zellen mit langen Fortsätzen, welche den Nervenfibrillen zur Stütze dienten. Woher stammt dieses Epithel, welches doch nicht nervöser Natur ist. Früher habe ich gezeigt, wie bei den Asteriden die fünf (oder mehr) *Ambulacralnervenstämme* aus Fibrillen und Ganglienzellen bestehen, die in der Tiefe des *Ambulacralrinnenepithels* verliefen, also ektodermal liegen. Dieses Epithel besteht aus Zellen, welche den gleichen Bau zeigen, wie die *Deckepithelzellen* der *Holothurien*. Bei letzteren, wo das *Central-Nervensystem* in die *Bindesubstanz* zu liegen gekommen ist, treffen wir die Zellen der *Ambulacralrinne*, — *Stützzellen* — als *Deckepithel* an, indem eben nicht allein die *Nervenfibrillenzüge*, sondern auch das Epithel mit seinen Fortsätzen, welches die letzteren beherbergte, mit in die *Bindesubstanz* gerückt ist. Somit ist die Natur unseres *Deckepithels* klar und jeder Versuch, welcher diese Zellen für nervös erklären will, hiermit zurückgewiesen. —

Außer den fünf *radialen Nervenstämmen* lernten wir noch einen *Oesophagealen* und zwölf (oder mehr) in den *Tentakeln* verlaufende *Nervenäste* kennen, so genannt wegen ihrer geringen Entwicklung im Verhältniss zu ersteren.

Von den *Nervenstämmen* und *Nervenästen* gehen *Nervenzüge* ab, welche als *Hautnervenzüge* zu bezeichnen sind. Die *Hautnerven*, welche vom *Oesophagealnerven* sich abzweigen, solange nämlich derselbe noch in der *Mundscheibe* verläuft, gehen zum *Epithel* derselben, um hier in *Sinneszellen* zu enden. Die *Hautnerven* der *Radialnerven-* und *Tentakelnervenstämme* gehen theils zu *Sinnesknospen*, theils zu den *Tastpapillen* der *Haut*. Immer bestehen diese *Hautnerven* aus feinsten *Nervenfibrillen* mit *Ganglienzellen*. Sie enden in den *Tastpapillen* in Form von *Nervenendplatten*. Die Zellen nun, welche sich auf den genannten *Sinnesorganen* befinden, sind *Sinneszellen*, *Stütz-* und *Drüsenzellen*. Die ersteren verlängern sich in feinste in der *Nervenschicht* verlaufende *Fibrillen*. Die *Drüsenzellen* kommen in zweifacher Gestalt vor. Wir unterschieden *Becher-* und *Schlauchdrüsen*. Nicht blos auf den *Tastpapillen*, sondern auch auf den übrigen *Körperepithel* trifft man die so genannten *Elemente* an.

Weiterhin lies sich ein subepithelialer Nervenplexus konstatieren, welcher mit den Tastpapillen in Zusammenhang steht.

Von Sinnesorganen waren aufer den letzteren die Sinnesknospen zu erwänen, Organe, welche jedenfalls mit Quatrefores und Müllers Saugnäpfen identisch sind. Was die Augen anlangt, welche den Holothurien zukommen sollten, so wurde gezeigt, dass es sich um Bildungen in der Cutis handelte, die mit Augen nichts zu tun haben. Dass die Baur'schen sogenannten Gehörbläschen eine jede Nerveninnervierung sind und nicht als Sinnesorgan gelten können, — es gilt dies nur vom erwachsenen Tiere — glaube ich gezeigt zu haben.

Bei den Pedaten fanden wir einen Gehirnring, die fünf Radialnervenstämme, Tentakeln- und Oesophagealnervenäste. Hierzu kamen die Nervenendigungen in den Füßchen und sog. Rückenpapillen sowie in den Tentakeln. In jedem Füßchen verläuft ein Nervenzug, der mit Sinneszellen in Zusammenhang steht. Das gleiche gilt von den Tentakeln. —

Bei Betrachtung des Wassergefäßsystems beschrieb ich einen neuen Klappenventilapparat in den Tentakelkanälen. Ich nannte denselben die Semilunarklappen nach ihrer eigentümlichen Gestalt. Weiterhin wurde dann die Natur des Kanales aufgeklärt, welcher centralwärts von den Radialnervenstämmen verläuft. Er entspringt aus dem Tentakelkanal und gehört mithin zum Wassergefäßsystem.

Neben Muskelfasern epithelialen konnten solche mesenchymatösen Ursprunges unterschieden werden. Muskulatur von letzterem Typus kommt im Oesophagus vor. (Ringsmuskulatur.)

In den Ovarialschläuchen der *Holothuria tubulosa* konnte ich Epithelmuskelzellen beschreiben. Das Außenepithel dieser Geschlechtsorgane hat basal Längsmuskelfasern abgeschieden, der einzige Fall, den ich angetroffen habe. (Vielleicht gehört auch hierher das Epithel der Porenkanälchen in der Madreporenplatte derselben Art.)

Der Bau des Darmkanales bietet bei den verschiedenen Formen, bei Apoden wie Pedaten sowie unter den Gattungen der letzteren mannichfache Unterschiede. Besonders auffallend war die verschiedene Lage der Rings- und Längsmuskularis. In einem Falle lag die erstere innen von der letzteren, während im anderen Falle das gerade Gegenteil statt fand. Bei *Synapta* fand sich ein stark entwickelter drüsiger Abschnitt vor, der als Drüsenmagen geschildert wurde. In gleichem Mafse war das bei *Holothuria tubulosa* der Fall. Immer waren es verschiedene eigentümlich ge-

bildete Drüsenzellen, die angetroffen wurden. Bei Cucumaria ist der Darmkanal auffallend arm an Drüsenzellen, wie sich im Muskelmagen, so genannt wegen der starken Rings- wie Längsmuskulatur, gar keine solchen Gebilde vorfinden. — Die sogenannten Blutgefäße stellten sich als Aussackungen der Darmwandung heraus, in welchen ein Hohlraum — und zwar in der Bindesubstanzschicht derselben — sich gebildet hatte, welcher von der Blutflüssigkeit mit ihren Blutzellen angefüllt war. Dieser Hohlraum der beiden Darmlakunen, wie anstatt „Blutgefäße“ zu sagen ist, kommunizierte mit Lücken in der inneren Bindesubstanzschicht der Darmwandung. Auf diese Weise ist ein System von Lakunen, von Spalträumen vorhanden, vermittelt welcher die beiden Hauptdarmlakunen in Verbindung stehen. Das gleiche Verhalten wie bei Synapta ist bei den Pedaten vorhanden. Nur ist bei letzterem die den Hohlraum der Blutlakune auskleidende Bindesubstanzschicht stärker entwickelt. Die Bindesubstanzzellen mit ihren Ausläufern bilden eine fibrilläre Schicht, one das eine endothelartige Auskleidung vorhanden wäre. Anders ist dies bei Synapta, wie ich ausführlich geschildert habe. Bei letzterer habe ich noch zwölf Blutlakunen auf den Tentakelkanälen beschrieben sowie eine ringförmige Verbindung derselben, welche dem Ringgefäß aufliegt und nur wenig entwickelt erscheint.

Im Anschluss an die Blutzellen wurden dann die Plasmawanderzellen geschildert, mit welchem Namen ich wandernde Zellen beschrieben habe, die in der Leibeshöhle, in der Bindesubstanz, im Wassergefäßsystem, ja in der Blutflüssigkeit (bei Pedaten) angetroffen werden und wahrscheinlich nur Entwicklungszustände der Blutzellen vorstellen und mit letzteren in den Entwicklungszyklus ein und derselben Zellform gehören.

Hierauf beschäftigte uns der Bau der Geschlechtsorgane näher. Bei Synapta nehmen Spermatozoen und Eizellen ihren Ursprung aus ein und derselben Zellform, großen Zellen, die durch ihren kreisrunden Kern sich auszeichnen, welche im einen Fall zum Keimbläschen der reifenden Eizelle wird, wie es bei Holothuria ja auch beschrieben ist.

Bei den Apoden liegen die Verhältnisse anders, da dieselben ja getrennten Geschlechtes sind. Die Entwicklung der Eizellen, die Bildung der Follikelhaut, die den Eiern von Synapta fehlt, schilderte ich dann bei Holothuria tubulosa.

Bei Betrachtung des Wassergefäßsystemes war die Bildung des Steinkanales und einer echten Madreporenplatte bei Synapta



zu konstatiren. Letztere besaß ganz denselben Bau wie er bei dem gleichen Gebilde der Asteriden vorhanden ist. In gleicher Weise fand sich bei den Pedaten (*Holothuria tubulosa*) eine echte Madreporenplatte mit Steinkanal vor, nur war erstere sackförmig gestaltet und barg den letzteren zum größten Teil im Inneren. Zwischen dieser Bildung und jener von *Synapta* wird es wol alle möglichen Uebergänge geben. Madreporensäcke und Steinkanäle kommen bei der genannten Art in großer Anzahl vor. (vergl. Figur 83.) Die Steinkanäle besitzen dasselbe doppelt gestaltete Innenepithel wie es bei *Synapta* sich findet.

Die Bindesubstanz endlich zeigte bei Apoden wie Pedaten einen übereinstimmenden Bau. Es fanden sich in ihr Zellen, von welchen Ausläufer entspringen, die in der Intercellularsubstanz verlaufen. Die Fibrillen der Bindesubstanz sind niemals Ausscheidungen der letzteren, sondern hängen stets mit Zellen zusammen!

---

Fragt man nun nach der Stellung der Holothurien innerhalb der Gruppe der Echinodermen, so kann eine endgültige Antwort kaum gegeben werden. Dazu fehlt uns noch die Kenntnis der Gewebe der übrigen Klassen. Was nun aber die Verwandtschaft mit den Gephyreen anlangt, so ist wol die Kenntnis der Holothurien-gewebe fähig eine solche Annahme unmöglich zu machen. Wir werden uns bescheiden müssen die Holothurien wie die Echinodermen überhaupt von Wurmformen abzuleiten, welche unter den jetzigen lebenden Formen keine Repräsentanten haben. Der Bau des Nervensystems beispielsweise gestattet einen direkten Anschluss an jetzt existirende Formen nicht. Nimmt man nun noch hinzu, dass die Echinodermen bereits zu einer Zeit lebten, aus welcher uns von anderen Tierklassen fast keine Ueberreste geblieben sind, so erscheint eine Speculation über ihre Herkunft ziemlich wertlos zu sein.

Merkwürdig sind Uebereinstimmungen im Bau der Holothurien (überhaupt der Echinodermen) mit den Coelenteraten. Dieselben haben ihren Grund darin, dass eben beide Tiergruppen dieselbe niedere Entwicklungsstufe, in Betreff ihrer Gewebe, einnehmen. So finden wir nicht blos bei den Coelenteraten Epithelmuskelzellen, sondern treffen sie auch bei den Holothurien wieder. (siehe oben.)

Wie bei Coelenteraten Sinneszellen und Stützzellen uns entgegengetreten, so ist dies bei den Seesternen in gleicher Weise der Fall. Bei beiden Tierstämmen stellt das Nervensystem einen

Teil der Körperoberfläche dar und gehört mit seinen Bestandteilen dauernd dem Ektoderm an (bei Seesternen) während bei den Holothurien ein Teil in die Binde substanz zu liegen gekommen ist. Wir können nun auch verfolgen, wie unabhängig von einander in zwei Tierstämmen auf gleiche Weise sich das Nervensystem entwickelt hat und dann auf gleich niederer Stufe stehen geblieben ist! Es ist nun noch eine andere Möglichkeit vorhanden, die Resultate in Betreff der Gewebe der Echinodermen zu verwerten. Geht man nämlich nur von dem einfachen Bau aus, welchen uns speciell die Holothurien in ihrem Nervensystem, Muskulatur u. s. w. zeigen, so kann man dieselben nicht als von den Würmern abstammend ansehen, sondern als Stammgruppe betrachten, von welcher aus sich die Würmer abzweigten. So absurd zunächst eine solche Hypothese erscheinen mag, so liegt sie dennoch ziemlich nahe und jeder, der sich mit den Geweben dieser Gruppe beschäftigt hat, wird mir dies zugeben müssen. Als Stütze einer solchen Hypothese könnte man ganz gut die Tatsachen der Ontogenie, den bilateral-symmetrischen Bau der Larven heranziehen. Da wir weiterhin Echinodermenreste in Schichten der Erdrinde vorfinden, in denen noch keinerlei Würmer existirten, so würde auch die Palaeontologie keinen Einspruch erheben können.

Was mich aber abhält für die Wahrscheinlichkeit einer solchen Hypothese einzutreten ist folgendes. Nehmen wir die Echinodermen als Stammformen an, aus welchen sich zunächst die niederen Würmer abgezweigt hätten, so ist jeder Anschluss derselben nach unten hin unmöglich. Es stehen dann die Echinodermen vollständig in der Luft. Zweitens aber würde es schwer gelingen nachzuweisen, wie sich aus den streng radialen Tieren die bilateral symmetrischen Wurmformen entwickelt haben. Diese Erwägungen werden uns deshalb vor der Hand abhalten müssen eine solche Hypothese aufzustellen und es erscheint unseren jetzigen Kenntnissen zu Folge als das warscheinlichste die Echinodermen anzusehen als Ausläufer des großen Wurmstammes. —

---

## Erklärung der Abbildungen.

---

In allen Figuren bedeutet:

<i>bg</i> ,	Bindesubstanz ;
<i>bg</i> <sup>1</sup> . <i>bg</i> <sup>2</sup> ,	äußere und innere Lage derselben im Darmkanal ;
<i>c</i> ,	Cuticula ;
<i>de</i> <sup>1</sup> ,	inneres Darmepithel ;
<i>de</i> <sup>2</sup> .	äußeres Darmepithel ;
<i>dr</i> <sup>1</sup> ,	Becherdrüsen ;
<i>dr</i> <sup>2</sup> ,	Schlauchdrüsen ;
<i>dr</i> ,	Drüsenzellen ;
<i>dk</i> ,	Deckepithel ;
<i>dnf</i> ,	Dünndarmnervenstrang ;
<i>ep</i> ,	Körperepithel ;
<i>e</i> <sup>1</sup> ,	Epithel, welches die Lumina des Wassergefäßssystems auskleidet ;
<i>e</i> <sup>2</sup> ,	Epithel der Leibeshöhle ;
<i>ez</i> ,	Epithel der Seminularklappen ;
<i>esz</i> ,	Epithelsinneszellen ;
<i>hn</i> ,	Hautnervenzug ;
<i>gz</i> ,	Ganglienzellen ;
<i>lm</i> ,	Längsmuskelfasern ;
<i>luf</i> ,	der Länge nach auf dem Schnitt getroffener Nervenzug ;
<i>m</i> ,	Maschen in der Bindesubstanz ;
<i>n</i> , <i>nf</i> ,	Nerven, Nervenfasern ;
<i>oe</i> ,	Oesophagus ;
<i>oenf</i> ,	Oesophagealnervenstrang ;
<i>pigm</i> ,	Pigment ;
<i>pnf</i> ,	peripherer Nervenplexus ;
<i>rm</i> ,	Ringsmuskularis ;
<i>rnf</i> ,	Radialnervenstamm ;
<i>stz</i> ,	Stützzellen ;

---

<i>sk</i> ,	Sinnesknospen;
<i>t</i> ,	Tentakel;
<i>tnf</i> ,	Tentakelnervenast;
<i>R. W</i>	Radialwassergefäßs;
<i>M. P.</i>	Madreporenplatte;
<i>St.-K.</i>	Steinkanal;

Die Erklärung der übrigen vorkommenden Buchstaben findet sich bei den einzelnen Figuren angegeben.

---

Die Figuren beziehen sich, wenn nicht anders angegeben, auf *Synapta digitata*.

### Tafel I.

Fig. 1. Innenansicht eines Tentakels mit seinen vier Fülcherchen. Die Sinnesknospen sind in zwei Reihen angeordnet zu erkennen.

Fig. 2. Außenansicht eines Tentakels, um den Ursprung der vier Fülcherchen zu zeigen. Lupenvergrößerung.

Fig. 3. Längsschnitt durch die Wandung des Tentakels nahe seiner Basis. Vom Tentakelnervenast sieht man einen Hautnerven abgehen. Zeifs, D. oc. 2. eingesch. Tubus.

Fig. 4. Querschnitt durch die Leibeswandung die Tastpapillen zeigend, Zeifs, A. oc. 4.

Fig. 5. Eine Tastpapille mit dem an ihr endigenden Sinnesnerven, D. oc. 2.

Fig. 6. Der Sinnesnerv und sein plattenförmiges Ende. F. oc. 2.

Fig. 7. Eine Drüsenzelle aus einer Tastpapille. F. oc. 4.

Fig. 8. Drüsenzellen aus dem Körperepithel. F. oc. 4.

Fig. 9. Sinneszellen und Schlauchdrüse aus einer Tastpapille,  $\frac{1}{12}$  Immer. Zeifs. Glycerinpräparat.

Fig. 10. Ganglienzelle aus dem subepithelialen Nervcnplexus, dies. Vergrößerung.

Fig. 11. Ganglienzellen aus dem Gehirnring. F. oc. 2.

Fig. 12. Becherdrüse, dies. Vergr.

Fig. 13. Dieselbe ohne Inhalt.

Fig. 14. Zwei Becherdrüsen von oben gesehen. Im Centrum derselben sieht man die Oeffnungen. Dies. Vergr.

Fig. 15. Hautepithel vom hinteren Leibesende. F. oc. 2. Längsschnitt.

Fig. 16. Sinnesknospe, Längsschnitt. D. oc. 2.

### Tafel II.

- Fig. 17. Längsschnitt durch die Leibeswand. D. oc. 2.  
Fig. 18. Querschnitt durch dieselbe. A. oc. 4.  
Fig. 19. Längsschnitt durch den Radialnervenstamm. F. oc. 2.  
Fig. 20. Längsschnitt durch den Gehirnring. F. oc. 2.  
Fig. 21. Querschnitt durch denselben. A. oc. 4.  
Fig. 22. Isolierte Zellen aus dem Deckepithel des Tentakelner-  
venastes. F. oc. 2.  
Fig. 23. Isolierte Sinneszellen und Becherdrüse aus einer Tast-  
papille  $\frac{1}{12}$  Oelimm. oc. 4.  
Fig. 24. Epitheliale Muskelfasern aus dem Radialmuskel isolirt;  
in verschiedenen Kontraktionszuständen. F. oc. 4.  
Fig. 25. Mesenchymatöse Muskelfasern aus der Ringsmuskularis  
des Oesophagus. Dies. Vergr. (ausgez. Tubus).  
Fig. 26. Querschnitt durch die Radialmuskelfasern. F. oc. 2.  
Fig. 27. Längsschnitt durch ein Pyramidenfüßchen von Holo-  
thuria Polii.  
Fig. 28. Zellen aus dem Kapitulum eines Tentakels, in Osm.-  
Essigs. macerirt. Glycer. präp. Oelimm.  $\frac{1}{12}$  Zeifs. oc. 4. Hol. Polii.

### Tafel III.

- Figur 29. Steinkanal mit frei in der Leibeshöhle endigender Ma-  
dreporenplatte. *Sp.* Suspensorien, welche zwischen Ringkanal und  
Oesophagus ausgespannt ist. (Lupenvergrößerung.) *dm.* dorsales Me-  
senterium.  
Fig. 30. Schnitt durch die Madreporenplatte, das dorsale Mesen-  
terium mit dem Ausführgang der Geschlechtsorgane (*AG*) und dem zwei-  
mal auf dem Querschnitt getroffenen Steinkanal (*St.-K.*)  
Fig. 31. Desgleichen, um die Porenkanälchen, *PK.* zu zeigen.  
Fig. 32. Querschnitt durch den Steinkanal. In der Wandung  
desselben sind die Kalkkörper zu sehen (*KK.*); nach unten setzt sich  
die Wandung in das Mesenterium (*m*) fort. D. oc. 2.  
Fig. 33. Isolirter Kalkkörper aus der Bindesubstanz in der Wan-  
dung des Steinkanals. F. oc. 2.  
Fig. 34. Schnitt durch die Madreporenplatte. *PK.*, Porenka-  
nälchen, welches in den Steinkanal mündet.  
Fig. 35. Isolierte Zellen aus dem Cylinderepithel des Steinka-  
nals.

Fig. 36. Längsschnitt durch den Dünndarm und die ventrale Blutlakune. *m.* Wandung derselben. *b/f.* Blutflüssigkeit. A. oc. 2.

Fig. 37. Innensicht der dorsalen Blutlakune. *m.* Muskelfasern, *bgz.* Endothelartige Auskleidung. F. oc. 4.

Fig. 38. Aufsenepithel mit längsverlaufenden Muskelfibrillen von der Blutlakune, dies. Vergr.

Fig. 39. Ursprung der Blutlakune aus dem Dünndarm (vergl. Figur 36). F. oc. 2. *b/z.* Blutzellen.

Fig. 40. Große und kleine Binde-substanzzellen. F. oc. 2. (mit ausgezog. Tubus gez.)

Fig. 41. Querschnitt durch den Dünndarm und Blutlakune von *Cucumaria cucumis*. Die Blutzellen sind in der Blutflüssigkeit gelagert. *b/z.* Blutzellen; *b/f.* Blutflüssigkeit. —

Fig. 42. Teil eines Querschnittes der dorsalen Blutlakune des Oesophagus, *Cuc. cucumis*. D. oc. 2.

Fig. 43. Biskuitförmig gestaltete Kalkkörper aus dem Radialmuskel, von der Seite und von oben gesehen. D. oc. 2.

Fig. 44. Längsschnitt durch die Papille der Leibeswand, auf welcher der Ausführgang der Geschlechtsorgane nach außen mündet. (*qu.*) *ep.* = Körperepithel.

#### Tafel IV.

Fig. 45. Längsschnitt durch das Schlundepithel. F. oc. 2.

Fig. 46. Längsschnitt durch den Drüsenmagen. F. oc. 2.

Fig. 47. Querschnitt durch den Dünndarm. D. oc. 2.

Fig. 48. Querschnitt durch das Rektum. F. oc. 2.

Fig. 49. Darmepithel aus dem Dünndarm. F. oc. 2.

Fig. 50. Längsschnitt durch einen jungen Geschlechtsschlauch, F. oc. 2. *ep*<sup>1</sup> Außen-, *ep*<sup>2</sup> Innenepithel.

Fig. 51. Zellen vom Innenepithel ebendaher. F. oc. 4.

Fig. 52. Aufsenepithel desselben. F. oc. 1.

Fig. 53. Flächenansicht der inneren Wand eines Geschlechtsschlauches, mit Eiern und Sperma. A. oc. 2. *h* = Hodenzellen.

Fig. 54. Querschnitt durch denselben. *ov.* Eizellen.

Fig. 55. Stück der Flächenansicht des Inneren. F. oc. 4.

Fig. 56. Spermazellen und Spermatozoen. <sup>1</sup>/<sub>12</sub> Immer. oc. 4.

Fig. 57. Spermatozoen, dies. Vergr.

Fig. 58. Aufsenepithel eines jungen Geschlechtsschlauches. Flächenansicht. F. oc. 2.

Fig. 59. Plasmawanderzellen von *Cucumaria Planci* in den verschiedenen aufeinanderfolgenden Bewegungszuständen.

**Tafel V.**

Fig. 60. Längsschnitt durch Tentakel und Schlund. Es ist zunächst der Ursprung des Tentakel- und Oesophagealnervenastes vom Gehirnring zu erkennen. (*G.*) Letzterer ist auf dem Querschnitt getroffen. Die Lage des Steinkanals ist zwischen dem Tentakelschlauche, welcher vom Wassergefäßring sich abgezweigt hat und zum Tentakel führt. *Sk.* Seminularklappe. *T.-k.* Tentakelkanal.

Fig. 61. Längsschnitt zwischen zwei Tentakelbasen geführt. Vom Gehirnring entspringt der Radialnervenstamm. Die Baur'schen Gehörbläschen liegen lateralwärts vom letzterem. (*B.S.*)

Fig. 62. Längsschnitt durch den Tentakel und dessen Basis. Vom Tentakelschlauch zweigt sich ein blind endender Schlauch (*R.W.*) ab, welcher sich in das Radialwassergefäß fortsetzt.

Fig. 63. Die Seminularklappe am Eingange in die Tentakelcavität. *K.St.* Kalkring.

Fig. 64. Die Muskelfibrillen mit dem aufliegenden Epithel von der Semilunarklappe. *F. oc. 2.* *mk.* Muskelkern.

Fig. 65. Epithel der Leibeshöhle, Längsschnitt, (s. Text). *D. oc. 2.*

Fig. 66. Dasselbe von der Fläche gesehen.

Fig. 67. Bindsesubstanz aus der Körperwand. *F. oc. 2.*

Fig. 68. Bindsesubstanz aus dem Mesenterium, dies. Vergr.

Fig. 69. Bindsesubstanz aus der Leibeswand. *D. oc. 2.*

Fig. 70. Concrementhaufen aus der Bindsesubstanz des Wassergefäßsystems. *K.* = Fettkugel (?) um welche die schwarzen Pigmentkörner gelagert sind.

**Tafel VI.**

Fig. 71. Querschnitt durch einen Tentakelkanal welchem eine Blutlakune aufliegt (*bl.*). Rechts und links von derselben gehen Suspensorien ab zum Oesophagus. *A. oc. 2.*

Fig. 72. Ein Teil der Wandung des Tentakelkanals mit der Blutlakune vergrößert. Mit *e*<sup>1</sup> ist das Epithel bezeichnet, welches den Kanal auskleidet, mit *rm.* die innere Ringsmuskellage, welche in der Wandung der Blutlakune einer Längsmuskellage Platz macht. Mit *lm*<sup>1</sup> ist die nur im Tentakelkanale (nicht im Ringkanal) vorhandene Längsmuskelschicht bezeichnet.

Fig. 73. Flächenansicht des Epithels aus der Tentakelcavität. *F. oc. 4.* ausgez. Tubus.

Fig. 74. Epithel mit den Ringsmuskeln aus dem Ringkanal, von der Fläche gesehen. F. oc. 2.

Fig. 75. Binde substanz aus dem Kalkstück, (entkalkt).

Fig. 76. Blutzellen aus der Blutlaku ne des Darmes. F. oc. 2. ausg. Tubus.

Fig. 77. Querschnitt durch die Dünndarm wandung von *Holothuria tubulosa*, mit der dorsalen Blutlaku ne.

Fig. 78. Plasmawanderzellen von *Synapta digitata*. F. oc. 2. ausg. Tubus.

Fig. 79. Querschnitt durch die Drüsenmagen wandung von *Holothuria tubulosa*.

Fig. 80. Eine einzelne isolirte Drüsenzelle. F. oc. 2. H. tub.

Fig. 81. Querschnitt durch den Oesophagus und Blutlaku ne von *Cucumaria Planci*.

Fig. 82. Flächenansicht und Seitenansicht des Epithels, welches die Baur'schen sog. Gehörbläschen auskleidet. F. oc. 2.

Fig. 83. Steinkanal und Madreporenplatten am Ringkanal von *Holothuria tubulosa*.

Fig. 84. Längsschnitt durch die Madreporenplatte und den im Inneren liegenden Steinkanal (*st*). *hr.* = Holraum zwischen der inneren Wandung der Madreporenplatte und der äußeren des Steinkanals. *P.k.* Porenkanälchen in der Wandung des Madreporensackes. Hol. tub.

Fig. 85. Ein Porenkanälchen mit der Wandung stärker vergrößert.

Fig. 86. Aufsenepithel des Madreporensackes. F. oc. 4.

Fig. 87. Epithel eines Porenkanälchens, Flächenansicht. F. oc. 2.

Fig. 88. Epithel vom Capitulum eines Tentakels.  $1\frac{1}{2}$  Imm. oc. 4. *stz.* Stützzellen. Hol. Polii.

Fig. 89. Plasmawanderzellen von *Cucumaria cuc.* F. oc. 2. a. Tub.

Fig. 90. Große Plasmawanderzellen von Hol. tub. F. oc. 2. bei ausgez. Tubus gez.

Fig. 91. Binde substanzzellen (a. kleine, b. große) von *Cuc. Planci*, dies. Vergr.

Fig. 92. Aufsenepithel vom jungen Geschlechtsschlauch von Hol. tub. Flächenansicht. F. oc. 2.

Fig. 93. Leibeshölenepithel von der Fläche gesehen von *Syn. digitata*. F. oc. 2.

























Beiträge  
zur  
Histologie der Echinodermen.

Heft 2.  
Die Asteriden  
anatomisch und histologisch untersucht.

Von  
**Dr. Otto Hamann,**  
Privatdozent und Assistent am zoolog. Institut der Universität Göttingen.

Mit 7 Tafeln und 3 Holzschnitten.



---

**Jena,**  
Verlag von Gustav Fischer.  
1885.



# Inhalt.

Einleitung	Seite 1
<b>Spezieller Teil.</b>	
<b>I. Abschnitt.</b>	
<b>Die Körperwandung.</b>	
Allgemeiner Bau	5
Das Nervensystem	8
Das Körperepithel	9
a) Das Rückenepithel	9
b) Das ventrale Epithel	11
Der Gehirnring und die Radialnervenstämme	12
Das Nervensystem des Darmtractus	14
Der terminale Fühler	15
Die Augenflecke	17
Der Bau der Füßchen	19
1. u. 2. Astropecten, 3. Solaster	19
4. Asterias	27
Kritik der über den Bau des Nervensystems handelnden Arbeiten	28
Die äußeren Anhänge der Körperwand	32
1. Die Kiemenbläschen, Ontogenie derselben	32
Der Bau des ausgebildeten Organes	33
2. Pedzellarien und Stacheln	35
Die Schizocoelbildungen in der Rückenwand (GREEFF's Ka- nalsystem)	36
Ontogenie der Schizocoelbildungen	37
Die Schizocoelbildungen in der ventralen Körperwand	38
Die lateralen Schizocoelräume	42
Das Gefäßsystem	45
Die Lakunen in der Ventralwand (Radiargefäße)	46
Zur Entwicklungsgeschichte derselben	48
Die Gefäßlakunen in der Rückenwand	49
<b>II. Abschnitt.</b>	
<b>Das Enterocoel.</b>	
Der Bau desselben	51
Das Organ des schlauchförmigen Kanales	52
Das Excretorische Kanalsystem	56
Die Wandung des schlauchförmigen Kanales	58

	Seite
<b>Der Darmtractus</b>	59
Der Schlund	60
Der Magendarm	62
Die Blinddärme	63
Das Rektum	65
<b>Zur Physiologie des Darmtractus</b>	66
Die Gefäße des Darmes	69
<b>III. Abschnitt.</b>	
<b>Das Wassergefäßsystem.</b>	
Steinkanal und Madreporenplatte	71
Wassergefäßring und Radialwassergefäße	74
Die Tiedemannschen Körper	75
<b>IV. Abschnitt.</b>	
<b>Die Geschlechtsorgane.</b>	
Entwicklung und Bau	77
Entstehung der Eier	81
Die Zellen im Enterocoel, Schizocoel und Wassergefäßsystem	86
<b>V. Abschnitt.</b>	
<b>Die Muskulatur.</b>	
Epitheliale Muskelfasern	93
Mesenchymatöse Muskelfasern	94
Muskeln der Cutis in der dorsalen Körperwand	96
<b>VI. Abschnitt.</b>	
<b>Die Binde substanz.</b>	
Bau derselben	97
<hr/>	
<b>Allgemeiner Teil.</b>	
<b>I. Abschnitt.</b>	
Das Nervensystem der Echinodermen und Coelenteraten	101
<b>II. Abschnitt.</b>	
Die Muskulatur der Echinodermen und Coelenteraten	103
Die Coelomtheorie und die Echinodermen	104
<b>III. Abschnitt.</b>	
Zusammenfassung der Resultate	112
Literatur-Verzeichnis	117
Erklärung der Abbildungen	120



## Einleitung<sup>1)</sup>.

---

Nachdem ich bereits vor zwei Jaren eine Mitteilung über die Gewebe und Anatomie des Nervensystems der Asteriden gegeben habe, veröffentliche ich hiermit meine an verschiedenen Arten von Asteriden unternommenen Untersuchungen.

Ursprünglich sollte diese Arbeit, wie der Titel sagt, sich nur mit der Histologie der Echinodermen beschäftigen. Bald wurde ich jedoch gewar, dass auch die Anatomie berücksichtigt werden mußte, und so erweiterte sich die Arbeit mehr und mehr. Dies gilt besonders von diesem 2. Heft, welches die Asteriden anatomisch und histologisch untersucht enthält.

In vielen Punkten weiche ich von den Darstellungen der früheren Forscher ab. Auch mit Ludwigs über die Asteriden publicirten Arbeit kann ich in wesentlichen Punkten nicht übereinstimmen. So bin ich über den Bau der Körperwand, des Kanalsystems in derselben, über die Deutung des Organes im schlauchförmigen Kanal (sogenanntem Herzen) zu anderen Resultaten gekommen.

Die Holräume in der dorsalen und ventralen Körperwand — Greffs Kanalsystem und Ludwigs Perihämalräume — habe ich in ihrer Entstehungsweise verfolgen können und sie als Schizocoelbildungen erkannt entgegen der Ansicht, welche sie als mit der Leibeshöle (dem Enterocoel) zusammengehörig betrachten zu können glaubte.

---

<sup>1)</sup> Ich erkläre an dieser Stelle, dass diese Abhandlungen nicht, wie von verschiedenen Seiten angenommen wird, Separatabdrücke von Artikeln sind, welche vorher in der Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaft erschienen sind, sondern nur extra herausgegeben werden und nur eines mit der genannten Zeitschrift gemein haben, nämlich den Verleger. Die im zoolog. Anzeiger No. 184, 1884, sich findende Notiz, dass Heft 1 in der Jenaischen Zeitschr. abgedruckt sei, ist unrichtig und in No. 185, 1885 widerrufen.

In vielen Punkten habe ich Ludwigs Darstellung beipflichten müssen und erkenne es an, wie vielfach ich durch seine Arbeiten gefördert worden bin.

Vor Ludwigs Publicationen war die Anatomie der Asteriden, wie überhaupt der Echinodermen, ein wares Chaos von sich widersprechenden Angaben, sodass es fast unmöglich war, das Richtige von dem Falschen unterscheiden zu können. Es kann deshalb das Verdienst, welches sich Ludwig erworben hat, indem er auf Grund eigener anatomischer Untersuchungen die älteren Angaben sichtetete, nicht hoch genug angeschlagen werden.

Was nun die Resultate anlangt, die ich im Folgenden vorlege, so erstrecken sich dieselben auf sämtliche Organe des Asteridenkörpers.

Entwicklungsgeschichtlich von Interesse wird, wie ich hoffe, die Darstellung der Entstehung der Geschlechtsorgane, des Kanalsystemes der Körperwand und die der Muskelfasern sein. Dass ich die Entwicklung dieser Bildungen untersuchen konnte, danke ich der Güte des Herrn Professor Möbius in Kiel, welcher mir in den Sommerferien 1884 sein Institut in der liebenswürdigsten Weise zum Arbeiten zur Verfügung stellte. Es war mir so möglich, täglich frische Tiere zur Untersuchung zu erhalten, insbesondere vorzüglich ganz junge Asterien von wenigen Millimeter Durchmesser.

Indem ich nicht selbst täglich auf den Fang ausgehen musste, sondern der Institutsdiener, vertraut mit den Fundorten besonders der jungen Tiere, dies besorgte, ersparte ich viel Zeit, die ich der Untersuchung widmen konnte.

Ich sage auch auf diesem Wege Herrn Prof. Möbius nochmals meinen Dank für sein freundliches Entgegenkommen, one das es mir nicht möglich geworden wäre, meine Arbeit so bald zu Ende zu füren.

Die Conservirung der Asteriden ist mit mancherlei Schwierigkeiten verknüpft. Will man die Füfschen, Füler, wie Rückenkiemen im ausgestreckten Zustande erhalten, so kann man wol siedendes Wasser anwenden und die Tiere nachher in die Erhärtungsflüssigkeit bringen. Viele Vorteile bietet jedoch diese Art der Behandlung nicht, da die Flüssigkeiten, wie Chromsäure etc., nur sehr langsam in das Innere des Körpers eindringen und die Härtung nicht an allen Stellen des Tierkörpers eine gleiche ist.

Ich habe mich einer anderen Methode bedient, die ich kurz schildern will. Mir lag es daran, alle Teile des Körpers in un-



contrahirtem Zustande und gleichmäfsig gut konservirt zu erhalten, da ich durch Seesterne bis 2 ctm. Durchmesser Schnittserien anfertigen wollte. Dies gelang am besten, indem ich die Tiere mit der Flüssigkeit injicirte. Man fñrt die Injektionsspritze an einem Armende unter die Haut ein und injicirt, beispielsweise 1 0/0 Chromsäure langsam in die Leibeshöle. Füfschen wie Kiemenbläschen dehnen sich aus, indem das Tier dieselben lebhaft bewegt. Wenn man mit dem Injiciren aufzuhören hat, sieht man bei einiger Uebung bald, da sich der Seestern nach und nach prall fñllt. Fürchtet man aber, durch allzu grofse Menge der Injektionsflüssigkeit Organe im Enterocoel in ihrer Lagerung zu zerstören, so empfiehlt es sich, ein Armende ganz kurz abzuschneiden, damit die Flüssigkeit wieder herauslaufen kann. Die injicirten Tiere bringt man in ein Gefäfs mit derselben Flüssigkeit, sodass dieselbe jetzt von allen Seiten einwirken kann. Auf diese Weise erreicht man es, dass die Härtungsflüssigkeit schnell mit allen Organen in Berñrung kommt.

Die besten Resultate erhielt ich an mit 1 0/0 Chromsäure behandelten Tieren, welcher 1 0/0 Osmiumsäure in wenigen Tropfen hinzugefügt werden kann.

Die mit Sublimat getöteten Tiere eignen sich zum Schneiden weniger gut, da man dieselben noch lange Zeit entkalken muss. Diese Manipulation fällt an jungen Tieren von *Asterias rubens* aus der Ostsee ganz fort, da die 1 0/0 Chromsäure bereits langsam den Kalk auflöst.

Pikrinschwefelsäure nach *Kleinenbergs* Angaben giebt gleichfalls sehr gute Präparate. Auch diese Flüssigkeit wird in die Leibeshöle injicirt.

Von Färbemitteln benutzte ich *Ranviers* Pikrokarmin<sup>1)</sup>, das sich vorzugsweise bei der Untersuchung des Nervensystems bewährt, indem die Fibrillen durch dasselbe auferordentlich klar dargestellt werden. Die mit Chromsäure conservirten Tiere müssen lange ausgewaschen werden, da die Färbung sonst sehr schlecht gelingt. Aufer dem genannten Carmin verwendete ich noch neutrales essigsaures Carmin, dessen Darstellung an anderem Orte angegeben wurde<sup>2)</sup>.

---

<sup>1)</sup> Aus dem Laboratorium von *Ranvier* in Paris in Pulverform bezogen. Es ist weit besser als die bei uns im Handel vorkommenden Sorten.

<sup>2)</sup> Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Histol. von *Krause*. Band 1, Heft 5. 1884.

Außerdem verwendete ich Böhmersches sowie Ehrlichs essigsaures Hämatoxylin, dem Eosin zugesetzt worden war (auf 100 Ccm. der sauren Hämatoxylinlösung ca. 15 Ccm. einer 1 procentigen wässrigen Eosinlösung).

Um Macerationspräparate zu tingiren, gebrauchte ich eine essigsaure Methylgrünlösung, die sich gut bewährte.

Die Arten, welche mir im lebenden Zustande vorlagen, waren außer *Asterias rubens* aus der Ostsee noch *Solaster papposus* aus der Nordsee, sowie eine *Astropecten*art aus Triest. Sämtliche Arten hielt ich lange Zeit lebend im Marineaquarium des zoologischen Institutes.

---

# Specieller Teil.

---

## I. Abschnitt.

### Die Körperwandung.

#### Allgemeiner Bau.

Es wird sich am zweckmäÙigsten erweisen, wenn wir mit der Schilderung der Körperwandung beginnen und hierbei die einzelnen Gewebe und Organsysteme, die sich in derselben finden, abhandeln. So soll bei der Betrachtung des Ektoderms, das heißt vornehmlich der Haut, das Nervensystem im Zusammenhang geschildert werden. Vor allem aber soll dieses Kapitel als Einleitung dienen und für die spätere ausführliche Beschreibung des Schizocoels und Blutgefäßsystems gleichsam den Boden ebnen. —

Wollen wir uns einen Ueberblick verschaffen, so zeigt uns ein Querschnitt durch einen Arm folgendes Bild (vergl. hierzu Figur 1 auf Tafel I). Wenn wir die durch verschiedene Farbtöne in der Figur angegebenen Schichten der Körperwand betrachten und dabei von außen nach dem Inneren des Körpers gehen, so haben wir zuerst die mit *ep* bezeichnete Epidermis vor uns, welche auf der Rücken- und der Ventralfläche von gleicher Entwicklung sich zeigt. Sie überzieht sämtliche Hervorragungen des Körpers, die Pedicellarien, Ambulacralkiemen usw. Im Centrum der Ventralfläche erscheint die Epidermis allein verdickt und in Gestalt eines V hervorspringend. In der Tiefe der Epithelzellen, zwischen den Fortsätzen der letzteren, wie wir sehen werden, verläuft die Hauptmasse der Nervenfibrillen, jener Nervenzug, der als Radial- oder Ambulacralnervenzug bezeichnet werden soll. Dass auch auf der übrigen Körperoberfläche, vorzüglich der Dorsalseite, in der Epidermis Nervenfibrillenzüge vorkommen, ist

aus der Figur zu ersehen. Die dunkler erscheinende tiefe Lage der Epidermis, welche mit *nf* bezeichnet ist, stellt diese Nerven dar. —

Der größte Teil der Körperwand besteht aus Bindesubstanz. Die Cutis, welche aus derselben gebildet wird, ist die mächtigst entwickelte Schicht des Körpers (*bg*). In ihr finden sich auf der Dorsalseite sowol als auf der Ventralseite des Körpers die Kalkgebilde vor. Mit *Kst* sind die Kalkgebilde in der Rückenhaut angegeben, mit *W* die Wirbel der ventralen Körperwand.

Als weitere Schichten kommen die Muskelschichten in Betracht und zwar von außen nach innen gerechnet eine Rings- und eine Längsmuskelschicht. Beide Schichten sind sowol in den Armen als in der Scheibe wiederzufinden. Auf der Ventralfläche des Seesternes trifft man sie ebenfalls an; in der Nähe der Kalkstücke verschwinden sie jedoch. Nach innen von der Längsmuskelschicht liegt das Coelomepithel, welches die innere Fläche der Körperwand, sowie alle im Coelom liegenden Organe überzieht.

Von besonderer Wichtigkeit ist nun aber ein System von Hohlräumen, welches als Canalsystem von Greef zuerst beschrieben wurde und nach ihm einen Teil des Blutgefäßsystems vorstellen sollte. Wir finden dieses System von Hohlräumen, über dessen Entstehung ich weiter unten berichten werde, in der Tiefe der Cutis fast unmittelbar der Ringsmuskelschicht aufliegend, nur durch wenig Bindesubstanz von letzterer getrennt. Diese Hohlräume stellen, wie ich gleich hier voraussagen will, ein echtes Schizocoel vor und sind von einem Endothel ausgekleidet.

Die äußeren Körperanhänge wie die *Ambulacralkiem*en, welche Ausstülpungen der Körperwand sind, die *Pedicellarien* und *Stacheln* werden am Schluss unserer Betrachtung beschrieben werden.

Bevor ich jedoch zur Schilderung der Haut übergehe, habe ich noch auf die Darstellung von Ludwig einzugehen, welche derselbe über den Bau der Körperwand gegeben hat. Nach Ludwig<sup>1)</sup> soll die Körperwand aus zwei Schichten bestehen, „einer dickeren, äußeren, welche je nach den Arten verschieden starke Verkalkungen in sich einschließt und einer weit dünneren, inneren, die bei den untersuchten Arten keine Verkalkungen besitzt“. Zwischen beiden Lamellen lässt Ludwig weiterhin einen Zwischenraum bestehen, welcher von Strängen durchsetzt und so „in klei-

---

<sup>1)</sup> Ludwig, Beiträge zur Anatomie der Asteriden, pag. 200, in Morphologische Studien 1. Band, 1877, 79.

nerer Räume“ verteilt wird. Diese Räume stellen das Kanalsystem von Greef dar (unser Schizocoel). Betrachten wir nun den schematisirten Durchschnitt durch einen Asteridenarm, wie ihn Ludwig auf Tafel VIII, Figur 38 seiner Abhandlung giebt, so sieht man, wie die „innere Lamelle“ auf der Ventralseite des Tieres die Armwirbel bildet, während die Kalkwirbel auf der Dorsalseite in der äußeren Lamelle gebildet werden sollen<sup>1)</sup>. Vergleicht man nun die eben erwänte Abbildung mit dem von mir gegebenen Querschnittsbild durch einen Arm, so ergibt sich, dass Ludwigs „innere Lamelle“ nichts anderes ist als die Rings- und Längsmuscularis der Körperwand. Nach ihm findet sich gar keine Muskelschicht in der Rückenwand vor<sup>2)</sup>. Wie man sich aber dann die Bewegung eines Seesternarmes erklären sollte, bleibt unverständlich. Weiterhin entstehen aber die Armwirbel nicht in der „inneren Lamelle“, denn diese, sofern man von einer solchen überhaupt sprechen kann, besteht nicht aus Bindesubstanz, sondern wird von den Muskelschichten gebildet, wie aus Figur 1 auf Tafel I deutlich und klar hervorgeht. Ueberhaupt ist die Darstellung von Ludwig, nach welcher zwei Lamellen am Aufbau der Körperwand teilnehmen sollten, nicht haltbar. Dass sich, wie schon Sharpey<sup>3)</sup> angiebt und Ludwig bestätigt, die „innere

<sup>1)</sup> Vergl. a. s. O. pag. 202.

<sup>2)</sup> Ludwig hat in einer späteren Arbeit (Ueber den primären Steinkanal der Crinoiden, nebst vergleichender anatomischer Beschreibung über die Echinodermen überhaupt) bei den Seesternen, überhaupt an der Innenseite der dorsalen Wand eines jeden Armes genau in der Mittellinie einer Längsmuskel in Gestalt eines platten Bandes beschrieben. Wie derselbe gebaut ist oder welches seine Lage ist, wird nicht genauer angegeben. „Diese Längsmuskeln treffen im Centrum der Scheibe auf einander und verbinden sich hier zu einer centralen Muskelmasse.“ Dass diese Darstellung eine irrthümliche ist, geht aus Querschnitten, die durch einen Arm eines Seesternes gelegt sind, hervor. Die äußerlich als Längsmuskel gedeuteten Bänder Ludwigs sind nur Verdickungen in der Längsmuskelschicht. Wenn dann weiter Ludwig sagt, dass die dorsale Muskulatur der Seesterne — speciell seine Längsmuskel — außer bei *delle Chiaje* in der Literatur nicht erwänt seien, so möchte ich auf Hoffmanns Asteridenarbeit (1874) verweisen, in welcher bereits Längsmuskeln aufgeführt werden, die ohne Vergrößerung schon zu erkennen seien und die gleichen von Ludwig beschriebenen Gebilde sind. Ueber den wahren histologischen Aufbau der Gewebe der Körperwand können eben nur aus Schnittserien gewonnene Bilder entscheiden.

<sup>3)</sup> Sharpey, in: Todds Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. Vol. 2, p. 35, 1836—1839.

Lamelle“ (also die beiden Muskelschichten) von der „äußeren“ leicht ablösen lässt, kann doch hierfür ebenso wenig geltend gemacht werden als die Lage der Schizocoelholräume.

Nach Ludwigs erster Darstellung wäre der Bau der Körperwand eines Seesterns bedeutend abweichend gewesen von den bei den Holothurien gefundenen Resultaten, da die beiden Muskelschichten fehlen sollten und man alle Beweglichkeit eines Seesternarmes auf Rechnung der Muskulatur der Armwirbel hätte setzen müssen.

Wie bei den Holothurien, Apoden wie Pedaten, eine Ringmuskelschicht nach innen von der Cutis gelagert vorkommt und weiter eine Längsmuskelschicht, so ist das gleiche Verhalten auch bei den Asteriden zu verzeichnen. Ein Unterschied ist nur insofern zu constatiren, als bei ersteren die Längsmuskelschicht auf fünf (oder mehr) Bänder reducirt erscheint, während sie bei Asteriden noch gleichmäßig über die innere Fläche der Körperwand verteilt ist.

### **Das Nervensystem.**

Da das Nervensystem der Seesterne seine Lagerung im Epithel beibehalten hat, so ist es nötig, 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 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.

Das Nervensystem eines Seesterns setzt sich zusammen aus dem Gehirnring und fünf oder zehn, je nach der Zahl der Arme

ist die Anzahl verschieden, Hauptnervenstämmen, welche auf der Ventralfläche in der sogenannten Ambulacralfurche verlaufen.

Zu diesen bisher bekannten Teilen kommen noch Nervenzüge in der Haut der Dorsalfläche des Tieres, welche ich zuerst in einer kurzen Mitteilung beschrieben habe. Außerdem ist noch eine Nervenmasse zu erwähnen, welche in der Mundscheibe verläuft, concentrisch zum Gehirnring, und welche ich in vorläufiger Mitteilung gleichfalls kurz beschrieben habe. Dass in jedem Füßchen ein Nervenzug sich findet, ist bereits bekannt.

An Sinnesorganen sind einmal vor allem der Taster oder Füler mit dem Sinnespolster, welches die Augenflecke trägt, zu nennen und dann die Ambulacralfüßchen sowie die verschiedenen äußeren Anhänge des Körpers.

Da nun der Bau des Nervensystems ohne ein Kenntniss der Epidermis schwer zu verstehen ist, so schicke ich eine Schilderung derselben voraus.

#### **Das Körperepithel.**

Am erwachsenen *Asterias rubens* besteht das Körperepithel, wie ich zur Orientirung vorausschicken möchte, aus folgenden Elementen. Außer den gewöhnlichen Epithelzellen, die je nach dem Ort ihres Vorkommens in Gestalt und Größe variiren, treffen wir zwischen denselben zerstreut Drüsenzellen an und zwar solche von becherförmiger Gestalt. Außer dieser Art kommen an bestimmten Stellen schlauchförmige Drüsenzellen vor, so in den Saugscheiben der Füßchen. In gleicher Weise treffen wir als besondere Zellelemente Sinneszellen an, welche mit einer aus feinsten Fasern bestehenden basalwärts von den Epithelzellen verlaufenden Schicht, den Nervenfasern, in Zusammenhang stehen. Weiterhin sind an dieser Stelle die Ganglienzellen zu nennen. —

#### a) Das Rückenepithel.

Die verschiedenen Zellarten, welche überhaupt in der Epidermis angetroffen werden, finden sich auch im Rückenepithel vor. Als die bei weitem in der Mehrzahl vorhandenen Zellen sind die gewöhnlichen Epithelzellen oder nach ihrer Funktion besser als Stützzellen zu bezeichnenden Gebilde zuerst zu nennen. Sie sind je nach dem Alter des Seesterns von verschiedener Höhe. An einem 1,5 mm im Durchmesser großen *Asterias* besitzt das Rückenepithel eine Höhe von 0,00856 mm. Dass es als einschich-

tig zu bezeichnen ist, lässt sich an jungen Tieren besonders gut erkennen (vergl. Fig. 31 auf Taf. IV). Die Zellkerne der mehr cylindrischen Zellen liegen im Centrum der Zelleiber und somit sämtlich in einer Reihe (Fig. 32). Mit dem Wachstum des Tieres nimmt auch die Höhe des Epithels zu und wir haben am geschlechtsreifen Tiere ein etwas 0,0269 mm. hohes Epithel vor uns. Dann liegen die Zellkerne in verschiedenen Höhen und es könnte bei oberflächlicher Betrachtung an ein mehrschichtiges Epithel gedacht werden (vergl. die Figuren 11 u. 33 *ep*). Die Epidermis ist gegen die Cutis streng abgegrenzt. Ihre Zellen scheinen mit ihren Basen auf einer äußerst feinen Membran aufzusitzen.

Das Rückenepithel wimpert in seiner ganzen Ausdehnung. Die feinen Wimperharen besitzen eine Länge, die auf den Ambulacralkiemeln gleich ist der Länge der Epithelzellen. Behandelt man die Zellen mit Reagentien, so verschwinden die Wimpern. Nur an lebenden Zellen sind sie mit Sicherheit zu constatieren. Sie treten durch eine glashelle Cuticula hindurch und zwar durch sehr feine Porenkanälchen in derselben. Die Drüsenzellen erscheinen bei der Flächenansicht als kreisrunde helle Lücken zwischen den Epithelzellen. Sie sind bald in größerer, bald in geringerer Menge vorhanden. Sie gleichen in Gestalt und Bau den im Körperepithel bei den Holothuriern beschriebenen Becherdrüsen<sup>1)</sup>. Ein an eine Nesselkapsel erinnernder Hohlraum liegt im vorderen Teil. Dieser becherförmige Abschnitt der Zelle birgt einen fein granulirten Inhalt. Der Zellkern liegt unterhalb des Bechers. In einen Fortsatz setzt sich basalwärts jeder Zelleib fort. Dieser dient zur Stütze und Anheftung. Je nach der Höhe des Epithels, in welchem die Becherzellen auftreten, ist der basale Fortsatz bald kürzer, bald länger.

Zwischen den basalen Verlängerungen der Epithelzellen verlaufen im ganzen dorsalen Epithel Züge von Fibrillen, den Nervenfibrillen. Bald bilden sie eine dünne Schicht, bald sind sie stark entwickelt. Im Allgemeinen ist der Verlauf dieser zu Bündeln vereinigten Fibrillen ein zur Längsaxe des Armes paralleler, während auf der Scheibe ihr Verlauf ein verschiedener ist. Eine strenge Regelmäßigkeit in der Anordnung dieser Nervenzüge habe ich nicht constatieren können. Auf einem Querschnitt durch das Rückenepithel findet man die Nervenzüge, wenn der Quere nach getroffen, als feingekörnte Masse, während die Fibrillen, sobald der

---

<sup>1)</sup> vergl. Heft 1 pag. 14.



Schnitt parallel zum Nervenzug geführt ist, dann eine streng parallele Anordnung zeigen. Zwischen den Fibrillen finden sich Zellen mit zwei oder mehr Ausläufern vor, die Ganglienzellen. Die Nervenfibrillenzüge verlaufen beim erwachsenen Seestern in den Buchten, welche zwischen den verschiedenen Erhebungen der Rückenwand gebildet werden, so im Epithel, welches an der Basis der Kiemenbläschen sich findet. Von diesen Nervenzügen treten Bündel von Fibrillen aus und ziehen zu den Enden der Kiemenbläschen wie Pedicellarien und Stacheln (vergl. Figur 1 und 40). Merkwürdigerweise nehmen aber bei den Kiemenbläschen die Nervenzüge nach dem Ende zu an Entwicklung ab. Es ist die Funktion dieser Gebilde also jedenfalls, wie man ja auch annimmt, erst in zweiter Reihe die eines nervösen Endorganes. Anders ist es mit den Pedicellarien. Auf ihnen ist die epitheliale Nervenfaserschicht stark entwickelt (vergl. Figur 11).

Auf den eben genannten Organen wie überhaupt im Rückenepithel trifft man zerstreut Zellen an, welche sich in ihrer Gestalt von den gewöhnlichen Epithelzellen unterscheiden. Figur 12 stellt einen Schnitt durch das Epithel dar. Hier sehen wir nur die Stützzellen. Es sind (beim geschlechtsreifen Tiere) cylindrische bis fadenförmige Zellen, deren Kern in einer Anschwellung liegt. Basal setzt sich die Zelle fort in einen Fortsatz, der senkrecht verläuft und oberhalb der Cutis endet. Sobald nun zwischen diesen Fortsätzen (Figur 15 ist ein solches Bild) die Nervenfasern auftreten *nf*, so trifft man im Epithel auf Zellen, welche von feinerem Bau sind. Ihr Kern ist weit kleiner als der der Stützzellen (Fig. 15). Der basale Fortsatz dieser Zellen, der Sinneszellen, ist von sehr hingänglicher Natur; er verläuft in der Nervenfaserschicht, wo man ihn auf Macerationspräparaten oft auf weite Strecken verfolgen kann.

Die Nervenfibrillen schildere ich bei Besprechung der Hauptnervenstämme. In gleicher Weise die Ganglienzellen.

#### b) Das ventrale Epithel.

Zur Orientirung eignet sich ein Querschnitt durch einen Arm senkrecht zur Längsaxe desselben geführt am besten. (Fig. 1, Taf. I.) Das Körperepithel der Ventralfläche ist besonders verdickt in der Mittellinie. Hier ragt es als dreieckiges Gebilde (auf dem Querschnitt betrachtet) in die Ambulacralfurche hinein. In diesem verdickten nach außen gefalteten Epithel verläuft zwischen den Fortsätzen der Epithelzellen die Hauptmasse der Ner-

venfibrillen (*rmf*-Radialnervenstamm). Dieselbe Faltung des Epithels findet sich concentrisch um die Mundöffnung vor und verläuft in derselben der Gehirnring, das heißt ein die fünf Radialnervenzüge verbindender Nervenstamm. —

Außer dieser epithelialen Verdickung in der Ambulacralfurche trifft man in den Enden der Saugfüßchen, in den Saugscheiben auf ein eigenartig gestaltetes Epithel, welches besonders besprochen werden soll.

Wie bekannt ist, befindet sich an dem Ende jedes Seesternarmes auf der ventralen Fläche ein (terminaler) Füler, auf dessen unterer Fläche ein Wulst sich erhebt, welcher die Augenflecken trägt. Das gleiche Epithel, wie es in der Ambulacralfurche das Nervenband bildet, überzieht auch den Füler mit sammt seinem Wulst. Wir haben also auf letzteren die gleichen Zellelemente und Nervenfibrillen wie im Nervenband vor uns.

Zunächst wollen wir das Epithel der Ambulacralfurche mit seinen Nervenstämmen, sowie den Gehirnring betrachten, und hierauf eine Beschreibung des terminalen Fülers mit den Augenflecken, sowie der Füßchenendplatten folgen lassen.

#### Der Gehirnring und die Radialnervenstämme.

In dem verdickten Epithel der Ambulacralfurchen verlaufen die Radialnervenstämme, über deren Bildung ein Querschnittsbild Auskunft giebt. Figur 53 zeigt den medianen Teil der ventralen Körperwand auf dem Querschnitt.

Den größten Teil des ambulacraren Epithels nimmt eine feingekörnte Masse ein, welche von parallel zu einander verlaufenden Fortsätzen durchsetzt wird. Peripherisch liegen dicht gedrängt die eigentlichen Epithelzellen, deren Kerne zumeist hervortreten.

Isolationspräparate zeigen nun, dass die Fortsätze mit den Zellen in Verbindung stehen. Der Zelleib dieser als Stützzellen zu bezeichnenden Gebilde besteht aus nur wenig Plasma, welches den ovalen Zellkern umhüllt. Basalwärts setzt sich die Zelle fort in einen stark lichtbrechenden Fortsatz, welcher senkrecht verläuft bis zu der Basalmembran, auf welcher er aufsitzt. Liegt der Zelleib nicht selbst peripherisch, sondern in der Tiefe, so ist er von spindlicher Form. An dem einen Pol der Spindel setzt sich die Zelle dann in einem Fortsatz fort, welcher zur Peripherie geht und in den zweiten basalen hyalinen.

Dass noch eine zweite Zellform vorhanden ist, nämlich Sinneszellen, lehren einesteils Zerzupfungspräparate, andrentheils Längs-

schnitte durch das Ambulacralrinnenepithel. Dann sieht man auch, wie der oben als feingekörnte Masse bezeichnete Teil die auf dem Querschnitte getroffenen längs verlaufenden Nervenfibrillen vorstellen. Die Sinneszellen sind von spindlicher Gestalt, ihr basaler Fortsatz ist äußerst fein und verzweigt sich in der Nervenfaserschicht. Diese besteht aus feinsten parallel zu einander verlaufenden Fibrillen, welche bis zum Fülcr sich verfolgen lassen. Hier zweigen sich Nervenfibrillenzüge zum Rückenepithel ab. —

Die Nervenfibrillen verlaufen parallel zur Längsaxe des Armes. Man bringt sie am besten auf Längsschnitten durch mit Osmiumsäure 1 ‰ oder Chromsäure 1 ‰ gehärteten und Pikrokarmine gefärbten Armen zur Anschauung. Die Nervenfaserschicht setzt sich dann deutlich ab von den übrigen Geweben. Sie erscheint aus feinsten zu einander parallel verlaufenden Fibrillen zu bestehen, welche von Fortsätzen, die sich durch stärkeres Lichtbrechungsvermögen auszeichnen (den Fortsätzen der Epithelstützzellen), durchsetzt werden. Ihre Stärke ist kaum messbar. Macerationspräparate zeigen, dass die Fibrillen untereinander oft stark verfilzt sind. Zwischen ihnen findet man Zellen, an denen es nicht selten gelingt zwei, drei oder mehr Fortsätze zu erkennen, welche sich in die Fibrillenschicht einsenken und in ihr verzweigen. Diese Ganglienzellen sind vornehmlich durch ihren Kern von ovaler Gestalt leicht zu erkennen: während der Zelleib mit den Ausläufern durch seine Kleinheit nur bei stärksten Vergrößerungen zur Wahrnehmung kommt.

Die Nervenfibrillenschicht ist in den Radialnervenstämmen, im Gehirnring wie überhaupt an allen Körperstellen von gleichem Bau. Was die Ganglienzellen anlangt, so hat man zwei leicht von einander unterscheidbare Arten zu verzeichnen, von denen die eine Form, die größeren, nur auf dem terminalen Fülcr beschränkt sind, während die kleinere Art sich mit derselben sowie an allen anderen Punkten findet.

Der Kern der größeren Art wird von nur wenig Plasma umgeben, welches sich in feine Fibrillen fortsetzt. Die Gröfse dieser Zellen, die zwischen den Nervenfibrillen des Augenvulstes in größerer Anzahl vorkommen, beträgt ungefähr 0,0113 mm. Die kleineren meist spindlichen bipolaren Ganglienzellen finden sich unregelmäßig zerstreut vor zwischen den Fibrillen. Ihre Gröfse ist etwa 0,0062 mm.

Die Höhe des Epithels, in dem die Hauptnervenstämme verlaufen, beträgt am jungen 1,5 mm Durchmesser großen *Asterias* 0,0401 mm, hiervon kommen auf den Nervenstamm 0,0261 mm.

Am erwachsenen Tiere ist das Epithel bedeutend mehr ausgebildet, wie auch die Nervenmasse mit dem Wachstum des Tieres zugenommen hat. Bereits an Asterien von etwa einem Centimeter Durchmesser ist der Durchmesser des Epithels auf das Doppelte gewachsen.

Wie bekannt, sind die radiären Hauptnervenstämme untereinander verbunden durch den sogenannten Nervenring, oder besser Gehirnring, der als eine Commission zwischen den genannten Nervenstämmen zu betrachten ist. Es kommt der Gehirnring dadurch zu Stande, dass sich das Ambulacralrinnenepithel rings peripher um die Mundhaut fortsetzt, und die Nervenfibrillen circular verlaufen. Figur 51 und 52 auf Tafel VI stellen Verticalschnitte durch das Tier und die Mundhaut dar. Der Gehirnring ist quer durchschnitten. Er zeigt keinerlei höhere Bildungen als die einzelnen radialen Hauptnervenstämme, sondern dieselben Elemente, die in letzteren angetroffen wurden, setzen ihn zusammen. Sowol das Ambulacralrinnenepithel als überhaupt das ganze Körperepithel wimpert. Jeder Zelle gehört eine Wimper zu. Eine Cuticula ist an conservirten Tieren nachweisbar und auch am lebenden bereits zu erkennen.

Ein bisher überhaupt noch nicht beschriebener Teil des Nervensystems ist

#### Das Nervensystem des Darmtractus<sup>1)</sup>.

Vom Gehirnring aus breiten sich im Epithel der Mundhaut Nervenfibrillenzüge nach allen Richtungen aus. Das Epithel der Mundhaut besitzt nur eine Höhe von etwa 0,0065 mm. (Asterias von 1,5 mm.). Nach der Mundöffnung zu verdickt es sich jedoch allmähig um das dreifache. Die Länge der Epithelzellen, welche auf der die Mundöffnung umgebenden Wulstbildung sich vorfinden, sind 0,0228 mm lang. Untersucht man nun auf Längsschnitten diese wulstförmige Bildung, so sieht man wie es hier zur Bildung eines dem Gehirnring gleichenden, wenn auch nicht so stark entwickelten Gebildes gekommen ist. Dieser Nervenwulst, welcher in der Tiefe des Epithels verläuft, wird von Nervenfibrillen gebildet, welche aber zum größten Teile nicht ringförmig verlaufen, son-

---

<sup>1)</sup> vergl. die vorläuf. Mitteilung zur Histologie der Asteriden, in: Nachrichten von der königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der Georg-August-Universität Göttingen 1884, Nr. 9.

dern parallel zur Darmaxe. Zugleich aber setzt sich das Epithel und mit ihm die Menge der Nervenfibrillen fort in den Oesophagus. Nervenzüge gehen von diesem perioesophagealen Nervenring ab, um im Schlund und Magendarm weiter sich zu verzweigen. Es ist nun unendlich schwierig, sich sicher zu überzeugen, dass Sinneszellen in dem Mundwulst sich vorfinden. Da jedoch dieser Teil des Darmtractus ektodermaler Herkunft ist, wie aus seinen Zellen und Drüsen zu schliessen ist, so steht dem Vorkommen von Epithel-sinneszellen nichts im Wege. Macerationspräparate in Drittelalkohol haben mich auch überzeugt, dass hier die Epithelzellen teilweise mit ihren feinsten Fortsätzen in die Nervenfaserschicht eintreten und sich in ihr verzweigen (vergl. Fig. 54, Taf. VI).

Die Nervenzüge verlaufen parallel zur Darmaxe. Im Magendarm, also dem während des Fressens nach aufsen handschuhfingerartig hervorgestülpten Abschnitt des Darmes, sind sie in enormer Entwicklung vorhanden. Die Länge der Epithelzellen kann 0,0326 mm betragen, während die Nervenfibrillenmasse einen Durchmesser von 0,00978 mm. besitzt. (Asterias von 1,5 mm.) — Sind nun schon an jungen Tieren die Nervenzüge im Magendarm von ungewöhnlicher Entwicklung und leicht zu constatiren, so ist am Magendarm der erwachsenen geschlechtsreifen Tiere die Menge der Nervenzüge eine erstaunliche. Immer zeigt dieselbe einen gleich einförmigen Bau, wie er schon bei den Radialnervestämmen besprochen wurde. Die feinen Nervenfibrillen verlaufen parallel zu einander, oft zu Zügen formirt, Ganglienzellen der kleineren Art in sich einschliessend. Wie ihr Verhalten zu den Zellen des Mitteldarm und der radiären Blinddärme ist, konnte ich nicht eruiren. — Ob die Nerven des Magendarmes entodermalen Ursprunges sind, wie warscheinlich ist, muss die Entwicklungsgeschichte zeigen.

### **Der terminale Fülcr.**

Der terminale Fülcr ist als der Endteil der Ambulacralrinne zu bezeichnen. In ausgestrecktem Zustande änelt er einem Ambulacralfüßchen. Seine Länge ist sehr verschieden. An jungen Exemplaren (Figur 2 auf Tafel I) ist er bereits stark entwickelt und leichter zu erkennen als an älteren, an denen er durch das Rückendach mehr oder weniger verdeckt wird. Während der Bewegung eines Seesternes wird die Spitze des Armes bekanntlich nach oben emporgerichtet getragen, sodass er dann nach oben sieht. Figur 3 giebt einen Längsschnitt durch den Endteil eines

Armes. Der Föler (*F*) ist hier weit hervorgestreckt und mit dem Armende nach oben gekehrt. (Das Tier wurde mit heifsem Sublimat getötet.) Der Wulst mit den Augenflecken tritt deutlich auf der unteren Fölerfläche hervor.

Was nun den Bau des Fölers anlangt, so ist zunächst hervorzuheben, dass auf seiner unteren Fläche das Epithel ungemein verdickt erscheint. Hierdurch kommt der schon mehrfach erwänte Wulst, das Augenpolster besser gesagt, zu Stande. Diese Verdickung des Epithels verstreicht nach der Spitze des Fölers zu, um am Ende nochmals einer plattenförmigen Anschwellung Platz zu machen. (Figur 3.) Unterhalb der Epithelschicht liegt eine mäfsig entwickelte Binde substanzschicht, und nach innen von dieser eine hyaline Membran, eine Längsmuskelschicht und das den Hohlraum des Fölers auskleidende Epithel des Radialwassergefäßes, welches blind im Ende des Fölers endet.

Auf einem Längsschnitt durch den Föler, welcher durch die Medianebene desselben gelegt ist, trifft man das Nervenband das heifst den Radialnervenstamm der Länge nach. Es setzt sich derselbe auf den Föler fort, indem er einerseits die Augen versorgt und andererseits bis zum Fölerende verläuft, um hier in einer Anschwellung zu enden. Die Nervenfibrillenschicht (*nf*) des Radialnervenstammes ist in der Figur mit dunklem Tone markirt.

In dem Fölerepithel trifft man erstens dieselben Epithelzellen an, wie im Radialnervenstammepithel überhaupt. Zwischen den basalen Fortsätzen der Stützzellen verlaufen die Nervenfibrillen. Im Augenwulst sind diese Zellen von ganz besonderer Länge. Ihre stark lichtbrechenden Fortsätze durchsetzen die Nervenfaserschicht senkrecht (siehe Figur 4). Ihre Gestalt wird aus Macerationspräparaten (Fig. 7) besonders kenntlich. Der grofse ovale Kern liegt im oberen Teil oder im Centrum der Zelle von wenig Plasma umgeben. Zwischen den Stützzellen zerstreut trifft man auf die zweite im Föler vorkommende Zellform, die Epithelsinneszellen. Es sind die uns schon bekannten harförmigen feinen Zellen, deren Kern bedeutend kleiner ist als der der Stützzellen. Ihr basaler Fortsatz ist kaum messbar und verläuft in der Nervenfaserschicht. Diese fadenförmigen Zellen trifft man auf dem Ende des Fölers in grofser Menge an. Die Nervenfasern verlaufen, wie schon oben bemerkt wurde, bis zum Ende des Fölers und gehen hier über die Epithelzellen, oder besser gesagt: Die auf dem Distalende des Fölers sich findenden Epithelsinneszellen setzen sich in feine Fibrillen fort, welche die Nervenfaserschicht

bilden helfen. Unterhalb des knopfförmig erweiterten Endes des Fülers zweigen sich Nervenfibrillen ab, um ringförmig zu Faserzügen angeordnet zu verlaufen. Auf dem Längsschnitt durch den Füler werden dieselben auf dem Querschnitt getroffen und kommen als fein punktirte Masse zur Beobachtung (*qnf*). Zwischen den Nervenfibrillen des Fülers treten Zellen hervor, die sich durch ihre Größe — ihr Durchmesser beträgt bis 0,0113 mm. — auszeichnen. Diese großen Ganglienzellen habe ich nur hier beobachtet, wo sie neben den kleineren sich finden, die sonst allein in der Nervenschicht vorkommen. —

### Die Augenflecke.

Betrachtet man bei Lupenvergrößerung den Füler mit seiner polsterförmigen Verdickung, so treten die Augenflecke als purpurne Flecke auf, in deren Centrum ein heller, meist kreisrunder, stark lichtbrechender Körper zu liegen scheint (vergl. Figur 5). Je jünger das Tier ist, desto weniger Augenflecke findet man vor. Mit dem zunehmenden Wachstum nimmt auch die Anzahl der Augen zu. —

Auf dem Längsschnitt senkrecht zur Füleraxe erhält man Augenflecke der Länge nach durchschnitten. (Fig. 3 und Fig. 4.) Jeder einzelne Augenfleck stellt ein kegelförmiges Gebilde dar. Mit einem purpurfarbenen gefärbten Kegel oder Trichter lässt sich ein einzelner Sehleck gut vergleichen. Der Bau ist am besten zu erkennen, wenn wir auf die Entstehung der Augenflecke eingehen. Jeder Sehleck wird als Einstülpung des Epithels angelegt. Diese Einstülpung erstreckt sich tiefer und tiefer, sodass im Centrum des ausgebildeten Organes sich ein kegelförmiger Hohlraum findet, dessen Spitze nach innen zu liegen kommt. Ueber die so entstandene Einsenkung des Epithels setzt sich die Cuticula fort. Rings um die trichterförmige Einsenkung gruppieren sich die die Retina des Auges bildenden Zellen, Pigmentzellen und pigmentlose Zellen. Figur 4 zeigt einen Augenfleck mit dem erhaltenen Pigment, während zwei andere Augenflecke ohne Pigment, dasselbe ist durch Alkohol entfernt worden, dargestellt sind.

Die Zellen der Retina, welche das Pigment tragen, haben einen complicirten Bau. Macerirt man einen frei präparirten Augenvulst in Drittel-Alkohol, so erhält man sehr gute Präparate. — Der Zelleib der Pigmentzellen ist dicht angefüllt mit roten Körnchen oder besser Tröpfchen, die von einer stark lichtbrechenden

Substanz gebildet werden. Zerquetscht man solche Pigmentzellen, so tritt das Pigment in Gestalt kleiner Körnchen aus dem Zellleib heraus. Dem freien Teile der Zelle sitzt ein halbkugeliges Gebilde auf, das Stäbchen, dessen Inhalt von wässriger Consistenz erscheint. Diese an isolirten Zellen halbkugeligen bis prismatischen Gebildes ragen in den trichterförmigen Holraum der Augenflecke hinein und füllen denselben fast ganz aus. Der Kern liegt basal in demjenigen Teile der Zelle, welcher sich in eine feine Fibrille fortsetzt, die in der Nervenschicht verläuft. Hier und da bilden diese Fibrillen Varicositäten, öfter finden sich Pigmenttröpfchen in denselben „perlschnurartig“ angereiht.

Der Augenfleck wird zum größten Teile von diesen Pigmentzellen gebildet. Zwischen denselben jedoch findet man gewöhnliche Sinneszellen, welche denen im übrigen Körperepithel gefundenen gleichen. Nur durch ihre Länge sind sie ausgezeichnet. Diese Sinneszellen, welche übrigens zwischen den Augenflecken im Wulstepithel überhaupt, sowie auf der Spitze des terminalen Fülers sich finden, sind von feiner harförmiger Gestalt (vergl. Figur 8 *esz*). Der länglich ovale Kern ist nur von wenig Plasma umgeben und liegt meist im oberen Teile der Zelle. Die feinen Fibrillen, in welche sich basal die Zellen verlängern, lassen sich in Drittel-Alkohol sowol in Essigsmiumsäure gut demonstrieren.

Außer den genannten Zellen findet man noch die Stützzellen vor, welche besonders in den Interstitien, welche zwischen den einzelnen Sehflecken sich finden, vorkommen. Es sind Zellen mit großem ovalen Kern. Ihr basaler breiter Fortsatz durchsetzt senkrecht die Nervenfaserschicht. Der kegelförmige Holraum jedes Augenfleckes wird von einer wasserhellen gallertartigen Flüssigkeit erfüllt; dieselbe umspült also die zu den einzelnen Pigmentsinneszellen gehörigen Stäbchen und wird nach außen von der Cuticula begrenzt.

Dass die eben geschilderten Organe nur in beschränktem Maße als Augen fungiren werden, liegt auf der Hand. Wir werden deshalb auch besser von Augenflecken oder Sehflecken zu sprechen haben.

Auf das, was die verschiedenen Autoren uns bisher über den Bau der Sehflecke berichtet haben, komme ich weiter unten zu sprechen, wenn ich die verschiedenen Ansichten über das Nervensystem durchgehen werde.

Recapituliren wir noch einmal, so können wir am Auge der Seesterne unterscheiden die Retina mit den Stäbchen und die den



Holraum des Sehkegels ausfüllende Substanz, welche eine gallertartige Consistenz hat. Diese könnte als Glaskörper gedeutet werden, während die Cuticula als Cornea in Anspruch zu nehmen wäre.

In wiefern solche Deutungen berechtigt sind, lasse ich dahingestellt sein.

Die Sehflecke der Gattungen *Astropecten*, *Asterias*, (auf diese bezieht sich die Darstellung) und *Solaster* haben denselben Bau. Wahrscheinlich wird bei allen Gattungen, welche Augenflecke besitzen, der Bau derselben der gleiche sein. —

Ich schliesse noch einige Bemerkungen über die Konservierungsmethoden an. Will man die Sehflecke auf Schnitten untersuchen und zugleich das Pigment möglichst erhalten, so ist es rätlich, das frei herauspräparirte Augenpolster in ein Gemisch von 1 9/10 Osmiumsäure und 1 9/10 Essigsäure zu bringen und hierauf in Gummiglycerin einzubetten oder überhaupt in irgend einer anderen Masse, welche eine vorherige Behandlung mit Alkohol ausschließt, da dieser den Farbstoff extrahirt und der Leib der Pigmentzellen dann wasserhell erscheint.

Während ich meist zum Maceriren bisher Osmiumessigsäure anwendete, erhielt ich die Stäbchen der Pigmentzellen nicht mit conservirt. Ich kam deshalb auf den Gedanken, dass, wo solche beschrieben seien (*Lang e*), es sich um Kunstprodukte handle. Bei Anwendung von Drittelalkohol jedoch erhalten sich die Gebilde sehr gut und sind an Klopfpräparaten leicht zu finden.

## Der Bau der Füßchen.

### 1) *Astropecten platyacanthus*.

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 des Ansaugens 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 Augenwulst 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 nur als Tastorgane.

Bei *Astropecten* sind Tastfüßchen wie Saugfüßchen nicht zu unterscheiden. Beide Formen sind konisch zugespitzt; sie besitzen keine Saugplatten.

Zur Erläuterung des Baues eines Füßchens unserer Art diene ein Längsschnittsbild, wie es in Figur 9 Taf. II gegeben ist. Betrachtet man den oberen Teil, so fällt zunächst auf die verschiedene Entwicklung der Gewebe, welche die Wandung des Saugfüßchens zusammensetzen. Die Epithelschicht ist von der Basis des Füßchens an bis zum Beginn des konisch zugespitzten Endes gleichmäÙig entwickelt, um in letzterem Teile an Dicke zuzunehmen. Die Cutis, Bindesubstanzschicht, ist in gleicher Weise stärker ausgebildet im Füßchenende. Die Muskulatur hingegen nimmt nach der Spitze des Füßchens an Entwicklung ab. Sie ist an der Fußbasis sehr stark ausgebildet und verjüngt sich mehr und mehr nach dem Ende. Diese verschieden starke Entwicklung der Gewebe tritt bei anderen Gattungen nicht in dieser Weise auf, und es ist von Interesse, dem Grund dieser Erscheinung nachzugehen. — Wir werden finden, dass das Füßchen durch diese eigentümliche Entwicklung der Gewebe besonders befähigt wird zur Bewegung sowol wie zur Sinnesperception. Bei einer Kontraktion des Füßchens wird durch die massige Entwicklung der Muskulatur im basalen Teile 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 Teil kontrahirt würde, nicht der Fall sein könnte. So ist hier das Füßchen in äußerst zweckmäßiger Weise angepasst zwei Funktionen, denen der Bewegung und der Sinnesperception. —

Gehen wir nun zur Betrachtung der einzelnen Gewebe, welche die Füßchenwandung zusammensetzen, über! Es sind zu nennen 1) das Epithel mit den Nervenfasern, 2) die Cutis, 3) eine

hyaline bindegewebige Membran, 4) die Längsmuskelschicht, 5) das Innenepithel, welches den Hohlraum auskleidet.

1) An vollkommen ausgestreckten Füßchen überzeugt man sich am besten, dass das Epithel einschichtig ist. Von der Fläche betrachtet, zeigt es uns das bekannte Bild polygonaler Zellen. Auf Querschnitten durch ein Füßchen (nahe der Basis) sieht man (zur Erläuterung diene Figur 17 auf Tafel II), wie das Außenepithel aus cubischen Zellen besteht. Dies ist der Fall, wenn die Füßchen vollkommen ausgestreckt sind. Sind sie jedoch contrahirt, dann bekommen die Zellen eine cylindrische Gestalt. Die Höhe des Epithels kann bei mittlerer Contraction mit etwa 0,0228 mm angegeben werden. Der Zellkern ist von ovaler Gestalt. An der Spitze des Füßchens ist das Epithel durch eine zweite Zellform, die Epithel-Sinneszellen, ausgezeichnet.

Die Verdickung des Epithels des Fußendes wird durch die verlängerten feinen Zellen hervorgerufen. Auch hier ist das Epithel einschichtig zu nennen. Die Kerne der Zellen liegen nur in den verschiedensten Höhen derselben. Zweierlei Zellformen kann man hier unterscheiden, Stützzellen und Epithelsinneszellen. Erstere sind von fadenförmiger Gestalt, der Zellkern wird von dem geringen Zellplasma umgeben. Basal verläuft ein starker Fortsatz, der sich auf der Basalmembran inserirt. Die Epithelsinneszellen unterscheiden sich von ersteren durch ihren feineren Bau. Die Sinneszelle zeigt eine spindelförmige Anschwellung, in welcher der Kern mit constant einem Kernkörperchen liegt. Nach der Peripherie verlängert sie sich in einen feinen Fortsatz und in gleicher Weise sendet sie basalwärts einen solchen aus, welcher von feinstem Bau erscheint. Die basalen Fortsätze bilden ein Geflecht, das Nervenfasergeflecht, welches zwischen den basalen Stützfasern der Stützzellen verläuft. Einen genügenden Einblick in den Bau der Sinneszellen erlangt man erst an Macerationspräparaten. Mit großer Geduld muss man hier zu Wege gehen. Osmiumessigsäurepräparate führen zu guten Resultaten. Figur 10 auf Tafel II zeigt ein in Glycerin aufgehelltes, auf die eben angegebene Weise behandeltes Präparat. Auf diesem Bild fällt die zwischen den peripheren Zellfortsätzen auftretende Körnelung auf. Sie rührt von schwer zu isolirenden und darzustellenden einzelligen Drüsen her, welche von schlauchförmiger Gestalt sind und im Fußende auftreten. Im Epithel finden sich außer diesen Drüsenzellen Becherdrüsen vor, wie ich sie bei *Asterias* näher beschrieben

haben. Besonders im basalen Teile des Füßchens sind sie anzutreffen. Auch die Stützzellen mit ihren lichtbrechenden robusten basalen Fortsätzen sind zu erkennen.

Die Nervenfaserschicht findet sich in Gestalt von Nervenzügen, welche in der Tiefe der Epithelschicht parallel zur Längsaxe des Füßchens verlaufen. Am stärksten entwickelt ist sie im Bereich des konischen Fußendes, wie ein Blick auf Figur 9 lehrt. Hier kann man von einer plattenförmigen Ausbreitung der Nervenzüge sprechen.

Zu erwähnen ist noch, dass eine feine (0,0014 mm im Durchmesser) Cuticula die Epithelschicht überzieht. Durch Poren treten die Flimmerhaare hindurch.

2) Die Cutis (Bindesubstanzschicht) ist im basalen wie mittleren Teile des Füßchens weniger stark zur Entwicklung gekommen als im Endteile. Man kann in ihr von außen nach innen gerechnet unterscheiden eine Lage mit längsverlaufenden Fasern und Zellen und eine Lage von feinen ringförmig angeordneten einer hyalinen Membran aufliegenden Fasern. Auf letztere folgt nach innen die Längsmuskulatur des Füßchens. In der Basis des Füßchens sind die genannten beiden Schichten der Cutis nicht zu unterscheiden, da sie hier überhaupt nur gering ausgebildet ist. Die Zellen der Bindesubstanz sind in diesem Teile plattgedrückt und liegen der hyalinen Membran eng auf. Der Durchmesser der letzteren kann mit etwa 0,0021 mm angegeben werden.

3) Die Längsmuskelschicht, über deren verschiedene Ausbildung ich mich schon oben ausgesprochen habe, besteht aus längs verlaufenden auf dem Querschnitt oval bis kreisrund erscheinenden langen Fibrillen, welche das Muskelkörperchen etwa in der Mitte tragen.

4) Die Epithelschicht endlich, welche den Hohlraum des Füßchens auskleidet, setzt sich aus wimpernden cubischen Zellen mit kugeligem Kern zusammen. Sie bietet für uns kein besonderes Interesse.

## 2) *Astropecten aurantiacus* Phil.

Da der Bau der Füßchen dieser Art im Großen und Ganzen übereinstimmt mit dem so eben bei *A. platyacanthus* geschilderten Verhältnissen, so will ich nicht näher an dieser Stelle auf denselben eingehen, zumal ich schon früher, wenn auch nur kurz, denselben geschildert habe. Soviel sei jedoch hervorgehoben, dass bei dieser Art sich die Sinneszellen besser demonstrieren lassen und

zwar schon an Längsschnittpräparaten, an denen man streng unterscheiden kann zwischen den gewöhnlichen Epithel- und den Sinneszellen.

### 3) *Solaster papposus* Retz.

Diese Art besitzt in vier Reihen angeordnete Saugfüßchen, welche an ihrer Spitze eine Saugplatte tragen. Im Epithel derselben tritt auch hier eine von den gewöhnlichen Epithelzellen abweichende Zellart auf.

Die die Wandung des Füßchens zusammensetzenden Gewebe sind folgende. Auf das wimpernde Körperepithel folgt die Binde-substanzschicht, welche die Cutis bildet; hierauf die Längsmuskelschicht, welche von letzterer durch eine hyaline Membran getrennt wird. Nach innen von der Muskularis ist endlich das Innenepithel, wie ich es kurz nennen will, zu erwänen.

1. Beginnen wir mit der Schilderung der Epithelschicht. An den mit Chromsäure conservirten Füßchen ist eine periphere Cuticula zu beobachten, welche von Porengängen durchsetzt erscheint. An gut conservirten Füßchen kann man die Cuticula leicht als Ganzes vom Epithel abheben; das Gleiche gelingt durch Klopfen auf das Deckglas an Schnittpräparaten.

Während die Epithelschicht des Füßchens einen Durchmesser von ungefähr 0,0456 mm. besitzt (am nur ganz gering contrahirten Füßchen), hat das Saugplattenepithel eine Höhe von etwa 0,13—0,16 mm. Die gewöhnlichen Epithelzellen sind von spindliger Gestalt. Nach der Peripherie senden sie einen Fortsatz und am anderen Pol eine basale Faser, welcher senkrecht bis zur Cutis verläuft. Das basale Ende dieser Stützfasern ist oft gabelförmig gestaltet oder abgeplattet. Diese Epithelzellen sind je nach dem Teile des Füßchens, an welchem sie angetroffen werden, in ihrer Länge verschieden. In der Saugplatte sind die längsten Stütz-zellen zu finden.

Zwischen den Fortsätzen der Stützzellen verlaufen die Nerven-fibrillenzüge. Auf dem Längsschnitt trifft man die Fortsätze der Stützzellen, die Längsnervenzüge durchsetzend, an. Letztere zweigen sich vom (Ambulacral- oder) Radialnervenstamm ab. Bündelweise verlaufend, ziehen die Nervenfibrillen bis zur Saugscheibe, um hier einen Nervenring zu bilden, wie weiter unten geschildert werden soll.

2. Die Binde-substanz besteht aus zwei Lagen, die sich am besten in ihrer Bildung auf Längsschnitten untersuchen lassen.

Figur 22 auf Tafel III giebt ein Stück eines solchen durch die Wandung eines Saugfüßchens wieder. Auf das Epithel mit Cuticula, in deren Tiefe die Nervenfasern verlaufen (*nf*), folgt die von der Bindesubstanz gebildete Cutis (*bg*). Die äußere der Peripherie zugekehrte Lage ist von wenigen Zellen mit ihren Fortsätzen durchzogen; die Grundsubstanz, durchaus homogen, herrscht vor. In der Saugplatte nimmt diese Lage an Ausdehnung bedeutend zu. Die innere Lage besteht aus ringförmig verlaufenden Fibrillen, welche als Antagonisten der Längsmuscularis aufzufassen sind, in gleicher Weise gilt dies auch für die hyaline zur Bindesubstanz gehörige Membran, deren Durchmesser (bei mäßiger Contraction) mit 0,00284 mm angegeben werden kann. Sie setzt sich auch auf die Saugplatte fort. Niemals treten in ihr Zellen auf, sondern immer ist sie vollkommen homogen. Am lebenden Tier wird sie von gallertartiger Beschaffenheit sein.

3. Die Längsmuskelschicht besteht aus cylindrischen sehr langen Fibrillen, in deren ungefähren Mitte der ovale Kern von dem kaum nachweisbaren Zelleibe umgeben wird. Das Muskelkörperchen liegt der Fibrille einseitig auf. Die einzelnen Muskelfibrillen verlaufen streng parallel zu einander und convergiren, in der Saugplatte angekommen. Sie stehen in Zusammenhang mit der in den Ampullen befindlichen Muscularis.

4. Die wimpernde Epithelschicht, welche das Lumen der Füßchen auskleidet (vergl. Figur 22 Tafel III), besteht aus cubischen Zellen, deren kugelig Kern im Centrum der Zelle liegt. —

#### Die Saugscheibe

wird am besten ihres complicirten Baues wegen getrennt betrachtet.

Bei der Lupenbeobachtung erkennt man im Centrum der Saugscheibe eine muldenförmige Vertiefung. Von ihr ausgehen sieht man dunkle Strahlen, die radienartig verlaufen. Welche Bewandtnis es mit diesen dunklen Strahlen hat, soll weiter unten auseinandergesetzt werden.

Dass das Epithel äußerst stark verdickt ist, wurde schon erwähnt. Ein Blick auf Figur 21 in Tafel II veranschaulicht uns diese Bildung. Hier ist nur die eine Hälfte der auf dem medianen Längsschnitt getroffenen Saugplatte dargestellt. In der Tiefe der mächtigen Epithelschicht verlaufen die Nervenfibrillenzüge, (*nf*) welche in der Saugplatte zu einer ringförmigen An-

schwellung zusammentreten, zugleich aber eine plattenförmige Lage oberhalb der Bindesubstanz bilden.

Von den verschiedenen Zellarten, welche in der Saugplatte auftreten, sind zuerst die Stützzellen zu erwähen. Wirft man einen Blick auf Figur 24 auf Tafel III, so sieht man folgendes. Der Zelleib ist an seinem einen Ende in einen feinen Fortsatz ausgezogen, welcher peripher bis zur Cuticula verläuft. Von nur wenig Plasma umhüllt, liegt der ovale Kern in dem spindlig aufgetriebenen Teile des Zelleibes. Unterhalb des Kernes entsendet die Zelle einen stärkeren Fortsatz, der basalwärts verläuft und sich meist bis in die Bindesubstanz verfolgen lässt. Dieser basale Fortsatz, die Stützfaser, ist von einer stark lichtbrechenden Substanz gebildet und von den Fibrillen der Bindesubstanz wenig zu unterscheiden.

Auf einem medianen Längsschnitt durch die Saugplatte sieht man, wie die Fortsätze der Stützzellen zusammentreten, die Nervenfaserschicht (*nf*) durchsetzen und in der Cutis (*bg*) sich verzweigen. Von der zweiten Zellform, zu deren Schilderung ich mich jetzt wenden will, unterscheiden sich die Stützzellen durch die Größe ihres Zellkernes.

Bei den Epithelsinneszellen, die mit ersteren den größten Teil der in der Saugplatte vorkommenden Zellen bilden, ist der Zellkern von kleinerer Gestalt (vergl. Figur 29 Tafel III). Er tingirt sich, mit neutralem Essigkarmin behandelt, weit mehr als der der Stützzellen. Auch diese Zellform zeichnet sich durch die enorme Länge aus. Die einzelnen Zellen sind haarförmige Gebilde. Der spindlig aufgetriebene Zelleib umschließt einen ovalen Kern und verjüngt sich nach der Peripherie zu in einen schmalen cylindrischen Fortsatz, der auf seiner Oberfläche eine Wimper trägt. Der andere Pol des Zellkörpers läuft unter plötzlicher Verjüngung in einen feinen Faden über, der wenig varicöse Anschwellungen besitzt. Diese Fäden der Sinneszellen vereinigen sich zu einem Netzwerk und helfen so die Nervenfaserschicht bilden. Figur 29 zeigt ein in Drittelalkohol macerirtes Präparat. Basalwärts von den Fäden der Zellen ist die Nervenfaserschicht mit ihren hier parallel verlaufenden Fibrillen gezeichnet, in welche die ersteren eintreten und an noch weiter macerirten Objekten oft auf weite Strecken verfolgt werden können. Zwischen denselben trifft man die regellos zerstreuten Ganglienzellen an, welche meist zwei Ausläufer besitzen. Ihre Größe ist schwer zu bestimmen. Meist wird der Zelleib ganz von dem ovalen Kern eingenommen und setzt sich in zwei schmale fadenartige Verlängerungen fort,

die zwischen den Nervenfibrillen sich verfolgen lassen. Die Gröfse der Zellkerne der Sinneszellen beträgt im Längsdurchmesser 0,0028 mm; ihre Breite ist 0,0014 mm; der Längsdurchmesser der Stützzellenkerne ist jedoch 0,0057 mm, ihre Breite 0,0021 mm groß.

Drüsenzellen kommen in großer Anzahl in der Saugscheibe vor, und zwar am Rande derselben. Es sind schlauchförmige Gebilde von verschiedener Gröfse. Basalwärts setzt sich der Zellleib fort in einen starken Fortsatz. Der Kern liegt meist in dem Teile der Zelle, von welchem der basale Fortsatz entspringt. Der Inhalt dieser Drüsen besteht aus kleinen Körnchen. Mit Karmin tingieren sich dieselben nicht, und kann man auf ihr Vorhandensein nur schliessen durch das Vorkommen von hellen Zwischenräumen zwischen den übrigen Epithelzellen. Welches ist wol die Funktion dieser Drüsenzellen? Wir werden wol kaum fehlgehen, wenn wir denselben eine Absonderung von Schleim zuschreiben, welcher mit eine Rolle spielt bei dem Saugakte der Füfschen. Vermöge dieses Sekretes wird ein Anheften der Saugplatte bedeutend erleichtert werden müssen. Ganz besonders wird dies aber Geltung haben bei der Anheftung an glatten Flächen. An dieser Stelle will ich erwähnen, dass an ganz jungen Tieren, welche man auf einen Objektträger gebracht hat, der mit wenig Wasser benetzt ist, bei der Bewegung die Zellen der Saugplatte in pseudopodienartige Verlängerungen ausgezogen werden können. Dies geschieht im Momente der Loslösung der Saugplatte vom Objektträger und wiederholt sich an allen Füfschen in gleicher Weise. Dasselbe konnte ich an jungen Tieren von *Asterias rubens* fast stets beobachten.

Die Bindesubstanzschicht bietet in der Saugplatte folgendes Verhalten. Einmal ist sie mächtig verdickt, wie ein Blick auf das Längsschnittsbild Figur 25 auf Tafel III lehrt. In der homogenen Grundsubstanz sind Zellen mit Fibrillen in großer Menge vorhanden. Vor allem nimmt aber folgende Bildung unser Interesse in Anspruch. Es erstreckt sich nämlich die Bindesubstanz in die Epithelschicht hinein. Diese Anordnung tritt uns bei der Flächenbetrachtung einer Saugplatte in Gestalt der oben schon erwähnten Radien entgegen. Es sind die letzteren Bindesubstanzfibrillenbündel, welche die Nervenschicht durchsetzen und andererseits von den Fortsätzen der Stützzellen gebildet werden. Figur 26 zeigt uns, wie die Stützzellen, (kenntlich an ihrem großen ovalen Kern), meist bündelweise zusammenliegen und ihre Fortsätze basalwärts zur Bindesubstanz verlaufen. Die Sinneszellen liegen dann zwischen



den Radien gleichfalls meist bündelweise angeordnet, wie uns ebenfalls Figur 26 (*esz*) zeigt. Tangentialschnitte überzeugen am besten von dem eben geschilderten Bau der Saugplatten. —

#### 4) *Asterias rubens* L.

Der Bau der Füßchen dieser Art ist im Großen und Ganzen übereinstimmend mit dem der gleichen Gebilde von *Solaster*. Die Lagerung der einzelnen, die Wandung des Füßchens zusammensetzenden Gewebe ist die gleiche sowie auch die Entwicklung, welche dieselben zeigen. Hier wie dort folgt auf die Epithelschicht mit den Nervenfaserzügen die Bindschicht, eine hyaline Membran und hierauf die Muskelschicht, aus der Länge nach verlaufenden Fibrillen bestehend. Nach innen von dieser liegt das den Hohlraum der Füßchen auskleidende Epithel.

Die Zellen, welche die Epithelschicht bilden helfen, sind in der Saugscheibe: Stützzellen, Epithelsinneszellen, Becherdrüsen; hierzu kommen die Nervenfibrillen mit den Ganglienzellen.

Wie in Figur 27 (Tafel III) gezeichnet ist, erscheint die Epithelschicht in der Saugscheibe stark verdickt. In der Tiefe verläuft die Nervenschicht (*nf*), die im Centrum des linken Saugplattenwulstes zu enden scheint. In Wahrheit aber bildet die Nervenschicht in der Saugplatte einen Ring, der aus ringförmig verlaufenden Fibrillen besteht. Der centrale Teil (*c. T.*) der Saugplatte ist fast ganz frei von Nervenfibrillen. Anders war dies bei *Solaster papposus* (vgl. Fig. 25), wie ein Blick auf unsere Abbildung lehrt. Denn hier kommt es zwar auch zu einer ringförmigen Verdickung, aber außerdem ist die Nervenschicht plattenförmig ausgebreitet.

Figur 28 giebt ein Stück der Saugplatte in stärkerer Vergrößerung wieder. Man kann die Nervenfaserschicht mit ihren der Länge nach verlaufenden Fasern im unteren Teile der Saugplatte erkennen. Im Centrum derselben sind die Fibrillen auf dem Querschnitte getroffen; sie erscheinen im Nervenring in Folge dessen als feine Punkte. (*qunf.*)

Unter den Zellen, welche die Saugplatte zusammensetzen, sind zuerst einmal die Stützzellen zu nennen. Figur 16 auf Tafel II zeigt diese Zellen durch Maceration in Drittelalkohol dargestellt (*stz.*) Sie zeichnen sich durch die Größe ihrer Kerne von den Sinneszellen (*esz*) aus. Ihre Gestalt gleicht den schon bei *Solaster* geschilderten Zellen. Ihr basaler Fortsatz ist stark ausgebildet. Er durchsetzt die Nervenfaserschicht senkrecht (vgl.

Fig. 28 Taf. III (*f*). Die feinen Fäden, in welche sich die Sinneszellen verlängern, verlaufen im Nervenring.

Die Bindesubstanzschicht schickt Fibrillen bündelweise in die Saugplatte, sodass von der Fläche gesehen dasselbe Bild wie bei der vorigen Art entsteht. Man sieht dann vom Centrum der Saugplatte aus dunkle Radien ausstrahlen, welche eben von der Bindesubstanz gebildet werden.

In der Bindesubstanzschicht des Füfchens kann man eine äufere Lage unterscheiden, in welcher helle Zellen von meist ovaler Gestalt liegen. Es gleichen dieselben — ihr Inhalt ist wasserhell — den in der Blutflüssigkeit gefundenen Zellen. Da nun in den Füfchen ein Blutgefäß nicht vorhanden ist, so ist man berechtigt, diese äufere Schicht der Bindesubstanz als für die der Ernährungsflüssigkeit zur Bewegung dienende aufzufassen. (vergl. Figur 19 Tafel II). Ueberdies kann man auch bei Solaster, und ich hole dies hier nach, diese Zellen, wenn auch nicht in so großer Menge, antreffen.

Die Längsmuskelschicht nimmt nach dem Füfchenende mehr und mehr an Ausdehnung ab. Die Fibrillen convergiren nach dem Centrum der Saugplatte zu. Ihr Bau wird weiter unten besprochen werden.

Ich schliesse hier noch einige Angaben über den Bau der Tastfüfchen dieser Art an.

Bei *Asterias rubens* trifft man in der Jugend nur ein par Tastfüfchen an. An jungen Tieren untersuchte ich dieselben. Figur 69 auf Tafel VII giebt einen Längsschnitt durch das Ende eines Tastfüfchens wieder. Dasselbe ist abgerundet. Die Zellen des Endes sind von fadenförmiger Gestalt und mit Wimpern versehen. An jugendlichen Tastfüfchen, wie das dargestellte ist, (es stammt von einem *Asterias* vom Durchmesser 7 mm) kann man die Nervenfibrillenschicht, da sie noch gering ausgebildet ist, schwer erkennen. Auch die Längsmuskelfasern sind schwach entwickelt. Das den Hohlraum auskleidende, aus cubischen Wimperzellen bestehende Epithel tritt deutlich hervor. Die Bindesubstanzschicht beschränkt sich auf eine äufserst dünne Lamelle.

### **Kritik der über den Bau des Nervensystems handelnden Arbeiten.**

Ich habe es im Vorhergehenden vermieden, irgend eine historische Notiz zu geben, um die Darstellung nach Möglichkeit knapp

zu halten. Dies will ich nun nachholen und auf die hauptsächlichsten Arbeiten eingehen. Vor allen sind es die Arbeiten von Greeff,<sup>1)</sup> Hoffmann,<sup>2)</sup> Teuscher,<sup>3)</sup> Lange und Ludwig, welche von dem Nervensystem der Asteriden Notiz nehmen, die Arbeiten von Haeckel, Hoffmann, Lange u. a., welche den feineren Bau der Sehflecken schildern.

Nach Greeff soll, soweit dies aus seiner kurzen Darstellung hervorgeht, unsere Nervenfibrillenschicht zusammen mit den Epithelzellen, unseren Stützzellen, den Ambulacrarnerv bilden. Unterhalb der Cuticula sollte nach Greeff ein Plattenepithel liegen, dessen Vorhandensein von den nachfolgenden Forschern bereits bestritten wurde. Es ist auch in der That nicht vorhanden. Die ganze Darstellung Greeffs ist bereits von Ludwig zurückgewiesen worden, sodass ich auf dessen Arbeit nur zu verweisen habe. Uebrigens ist hervorzuheben, dass Greeff selbst genauere Mittheilungen über die histologische Struktur an genanntem Orte in Aussicht gestellt hat, seine Angaben somit nur als vorläufige anzusehen sind.

Hoffmann giebt uns eine Darstellung des Nervensystems, welche ich kurz schildern will. Nach ihm bilden die „Nerven“ hohle Kanäle. Die (Ambulacrarnervenstämme) eigentlichen Nervenfibrillen sind nach Hoffmann, der dieselben offenbar nur auf Querschnitten untersucht hat, eine feinkörnige Grundsubstanz, die der grauen Substanz der höheren Tiere ähneln soll. In diese Grundsubstanz sollen die eigentlichen Nervelemente (-Stützzellen) eingebettet sein. Hätte Hoffmann den Ambulacrarnervenstamm auch auf Längsschnitten untersucht, so hätte er sehen können, dass seine körnige Grundmasse nichts anderes als die auf dem Querschnitt getroffenen, der Länge nach verlaufenden Nervenfibrillen sind.

Glücklicher ist Teuscher in seinen Beobachtungen gewesen.

Er hat die Längsfaserschicht im Grunde des Ambulacralsinnenepithels für die Nervenschicht erklärt. Seine übrigen Angaben hat Ludwig bereits bekämpft und berichtigt.

---

<sup>1)</sup> Greeff, Ueber den Bau der Echinodermen. 1. Mitteilung im Sitzungsbericht der Gesell. z. Bef. d. ges. Natw. zu Marburg 1871. No. 8.

<sup>2)</sup> Hoffmann, Zur Anatomie der Asteriden, in: *Niederländ. Archiv für Zoologie.* Bd. 2. 1874—1875.

<sup>3)</sup> Teuscher, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen, in: *Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaft.* 10. Band 1876.

Ich gehe sogleich zur Besprechung der Lange'schen Arbeit über. Lange<sup>1)</sup> 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!

Was für eine Bewandniss es aber mit diesen Zellwülsten hat, werde ich in dem Kapitel über das Schizocoel zeigen.

Die Ansicht von Lange, jetzt noch widerlegen zu sollen, wo ich glaube den Nachweis von Epithelsinneszellen in Zusammenhang mit der Nervenfaserschicht gebracht zu haben, halte ich für überflüssig. Ich komme endlich zu den Darstellungen von Ludwig.<sup>2)</sup> 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 meinen 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. — Claus<sup>3)</sup> hat an verschiedenen Stellen seiner Publicationen ausgesprochen, dass warscheinlich ein Zusammenhang des Nervensystems mit dem Epithel bestehe. Seine Vermutung hat sich nach meinen Untersuchungen für Holothurien und Asteriden somit als richtig herausgestellt. —

---

<sup>1)</sup> Lange, Beitrag zur Anatomie und Histologie der Asteriden und Ophiuren, in: Morpholog. Jahrbuch von Gegenbaur. Bd. 2 1876.

<sup>2)</sup> Ludwig, Morpholog. Studien. Abhandlung 5. pag. 191.

<sup>3)</sup> Claus, Grundzüge der Zoologie, 1. Band. p. 314. 1880.

Was die verschiedenen Angaben über den Bau der Augenflecken anlangt, so ist zuerst eine Arbeit von Haeckel<sup>1)</sup> zu nennen. Ihm 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 Lange<sup>2)</sup>, welcher von Neuem dieselben eingehend untersuchte.

Der Darstellung von Lange ist bis auf folgende Punkte beizupflichten. Da dieser Forscher die Nervenfaserschicht nicht erkannt hat und an einem anderen Orte gefunden zu haben glaubte, so musste ihm auch die wahre Natur der Pigmentzellen als Sinneszellen entgehen.

Weiter hat Lange einen terminalen Ganglienknoten im Fülcr beschrieben, zwischen welchem er übrigens keinen Zusammenhang mit seiner Nervenschicht konstatiren konnte. Dieser Ganglienknolen, welcher sich unterhalb des Epithels findet, ist jedoch, wie aus Längsschnitten durch den Fülcr sich unschwer feststellen lässt, nichts anderes als die hier an erwachsenen Tieren stark entwickelte Binesubstanzschicht mit ihren Zellen. Ein Zusammenhang zwischen dieser Schicht und dem Epithel ist nicht vorhanden. An jungen Tieren ist die Binesubstanzschicht noch nicht im Fülcr verdickt, wie Figur 3 auf Tafel I zeigt. Lange scheint zu seiner Deutung der Binesubstanzschicht als Ganglienknolen dadurch verführt worden zu sein, dass er durchaus die Hypothese verfechten wollte, welche in jedem Seestern eine Wurmkolonie sieht. — In seinen vorläufigen Mitteilungen hat Greeff<sup>3)</sup> eine Darstellung der Sehflecke gegeben. Nach diesem Autor besteht ein Sehleck aus einem rot gefärbten Pigmentkegel, welcher mit Krystallkegeln angefüllt ist. Der Innenraum des Auges ist eine wimpernde Höle, in welcher eine helle Flüssigkeit zirkulirt. Dieser Holraum soll sich in den Fülcr fortsetzen und denselben bis zur Spitze durchsetzen. Wie Greeff zu dieser Darstellung gekommen ist, ist mir nicht recht begreiflich. An Schnittserien ist nirgends eine Kommunikation des Sehleckholraumes mit dem Wassergefäss

---

<sup>1)</sup> E. Haeckel, Ueber die Augen und Nerven der Seesterne, in: Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Band 10. 1860.

<sup>2)</sup> Lange, Beitrag zur Anatomie und Histologie der Asteriden und Ophiuren, in: Morphol. Jarb. II. Bd. 1876.

<sup>3)</sup> Greeff, a. o. O. pag. 3.

zu finden, und ebensowenig habe ich in demselben jemals eine Wimperung wahrnehmen können.

Der Fülcr selbst ist zuerst von Wilson<sup>1)</sup> entdeckt und von Greeff als ein neues Sinnesorgan 1871 beschrieben worden.

## Die äusseren Anhänge der Körperwand.

### 1. Die Kiemenbläschen.

Von den äusseren Anhängen der Körperwand will ich zunächst mit den complicierteren Organen, den Ambulacralkiemen, beginnen, um dann die Pedicellarien und Stacheln folgen zu lassen.

Am lebenden, erwachsenen *Asterias rubens* sieht man die Ambulacralkiemen als kleine Bläschen über die Rückenwand emporragen. Im ausgestreckten Zustand messen sie mehrere Millimeter. Will man einen Seestern mit diesen ausgestreckten Organen konserviren, so muss man ihn mit siedender concentr. Sublimatlösung übergiessen, dann bleiben sämmtliche Organe in der Stellung fixirt, in welcher sie gerade beim Uebergiessen sich befanden.

Die Anzahl der Kiemenbläschen ist bei den verschiedenen Altersstufen sehr verschieden. Die kleinsten Formen besitzen überhaupt noch keine Kiemenbläschen. So habe ich an jungen *Asterias rub.* von 1,44 mm. Durchmesser diese Organe in der Entstehung beobachten können. An jüngeren Tieren waren sie überhaupt noch nicht vorhanden. Ein solches junges Tier ist in Fig. 2 abgebildet. Es zeigt dasselbe (von der Bauchfläche gesehen) die in 2 Reihen stehenden Füsschen, während wir beim erwachsenen Tier bekanntlich 4 Reihen vorfinden.

### Ontogenie der Kiemenbläschen.

Wenn man junge Seesterne von 1,4—1,8 mm. in Längsschnittserien zerlegt und nun die auf dem Längsschnitt getroffene Rückenwand untersucht, so ergibt sich ein Bild, wie es Fig. 31 Tafel IV dargestellt ist. Mit *ep* ist das Körperepithel bezeichnet. In der Cutis treffen wir Zellen von verschiedener Gestalt und Fibrillen an. Mit *e*<sup>2</sup> ist das Epithel der Leibeshöhle gekennzeichnet. Eine vom Coelomepithel nach Aussen liegende Muskel-

---

<sup>1)</sup> Wilson, in: Transactions of the Linnean society 23. Band pag. 107. 1860.

schicht ist noch nicht ausgebildet. Nur an wenigen Stellen treffen wir die beiden Muskelschichten bereits im Entstehen begriffen.

An einzelnen Stellen des Innenepithels der Rückenwand bemerkt man Verdickungen desselben. Oberhalb derselben in der Cutis (Bindesubstanzschicht) treten Holräume auf, welche von Zellen der Bindesubstanz ausgekleidet werden. Besser als in Fig. 30 ist dieser Holraum in Fig. 31 zu erkennen (*Sch*). Diese auf der ganzen Ausdehnung der Rückenfläche sich bildenden Holräume verschmelzen untereinander, wenigstens zum grössten Teile, und es ist so zur Bildung eines Schizocoels gekommen. Zugleich aber stülpt sich das Innenepithel in die Cutis hinein und es nehmen hieran teil ausser dem Epithel auch die Muskulatur, soweit sie bereits entstanden war. Diese Einstülpung wird grösser und grösser (Fig. 32), und indem der Holraum in der Bindesubstanzschicht durchbrochen wird, verschmilzt die entsprechende Bindesubstanzschicht der knospenförmigen Einstülpung mit der peripher vom Holraum gelegenen, und es beteiligt sich jetzt das äussere Körperepithel an der Ausstülpung. Mit anderen Worten ausgedrückt, die Kiemenbläschen entstehen als Ausstülpungen der Rückenwandung und bestehen demnach auch aus denselben Schichten wie diese.

Was nun die Entstehung der Kiemenbläschen weiter anlangt, so bilden sich dieselben regellos auf der dorsalen Scheibe. Immerhin sind sie jedoch in den meisten Fällen in concentrischen Reihen angeordnet. Auf der Rückenfläche der Arme kann man sie in Längsreihen stehend antreffen. Doch ist auch hier ihre Entwicklung nicht an bestimmte Gesetze gebunden. In so regelmässiger Weise, wie die Kiemenbläschen nach Agassiz<sup>1)</sup> bei *Aster. pallidus* entstehen — es ist dies die einzige mir in der Literatur bekannte Angabe über Kiemenbläschen bei jungen Tieren — ist ihre Anordnung bei unserer Form also nicht.

#### Der Bau des ausgebildeten Kiemenbläschens.

Nachdem ich die Entwicklung des Kiemenbläschens geschildert habe, wird sein Bau leicht verständlich erscheinen. Festzuhalten ist immer daran, dass diese Organe als Ausstülpungen der dorsalen Körperwand sich anlegen.

---

<sup>1)</sup> Agassiz, Al. Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College. Vol. 5. No. 1. North American Starfishes. 1877. Pl. 8. Fig. 1.

Unter Zuhilfenahme eines Längsschnittbildes durch ein Kiemenbläschen und die umliegende Rückenwandung, wie es Figur 40 auf Tafel 5 wiedergibt, will ich eine kurze Schilderung des Organs entwerfen. Ueberzogen wird das Kiemenbläschen von Rückenepithel, in welchem Nervenfibrillen verlaufen. Die die Cutis bildende Bindesubstanzschicht setzt sich in dasselbe fort. Der Hohlraum des Gebildes ist ein Teil des Enterocoels und wird ausgekleidet von denselben Zellen wie dieses. Unmittelbar auf dieses Innenepithel folgen concentrisch verlaufende Muskelfasern, die bisher übersehen worden sind. Sie stehen in Zusammenhang mit der Längsmuskelschicht der dorsalen Körperwand. Nach aussen von dieser Ringsmuskellage des Kiemenbläschens folgt die Längsmuskelschicht, welche, wie aus der Figur hervorgeht, mit der ringförmig verlaufenden Schicht der dorsalen Armwand zusammenhängt.

Durch die Entwicklungsgeschichte wird uns auch klar, wie es kommt, dass rings um das Kiemenbläschen die Schizocelbildungen mit emporsteigen. Auf unserer Figur sieht man rechts und links dieselben bis etwa zu einem Drittel der Höhe des Bläschens emporreichen.

Das Körperepithel, welches die Kiemenbläschen aussen überzieht, ist merkwürdigerweise arm an Nervenfibrillen. Letztere nehmen sogar nach dem Ende zu an Menge ab. Als Sinnesorgan, das heisst Tastorgan, können diese Gebilde also jedenfalls nur in sehr beschränktem Masse funktioniren. Das Epithel besteht zum grössten Teil aus gewöhnlichen Epithelzellen, und nur selten sind Sinneszellen in grösserer Menge nachzuweisen.

Die Muskulatur und zwar die Längsmuscularis besteht aus Fibrillen, welche parallel zu einander oft mehrere zusammenstehend verlaufen. Figur 41 zeigt uns solche epitheliale Muskelfasern mit Kern. Jeder Muskelfibrille liegt ein ovaler Kern seitlich an. Niemals konnte ich auch nur Spuren von Plasma nachweisen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Muskulatur mesenchymatösen Ursprungs ist. Darauf komme ich noch unten zu sprechen. (Vergl. Kapitel Muskulatur.)

Die Erektion des Kiemenbläschens wird hauptsächlich durch die Leibeshöhlenflüssigkeit bewirkt. Die Einziehung und plötzliche Contraction ist ein Resultat des Zusammenwirkens der ringförmig verlaufenden sowie der Längsmuskelfasern.

Nach Hoffmann<sup>1)</sup> sollen nur letztere Muskelfibrillen vor-

<sup>1)</sup> a. o. O.



kommen. An Flächenschnitten kann man sich von der Ringmuskularis leicht überzeugen.

Mit Ludwigs<sup>1)</sup> Darstellung kann ich mich nicht einverstanden erklären, da er den Bau der Körperwand (äussere und innere Lamelle) sich bemüht auch hier wiederzufinden. Ueberdies bezieht sich seine Darstellung auf eine andere Gattung (*Asterina pentagona*).

Nach Teuscher<sup>2)</sup> sollen überhaupt keine Muskelfibrillen vorkommen. Das Material, welches er zu seinen Untersuchungen gebrauchte, muss in sehr schlechtem Zustande, offenbar gut macerirt gewesen sein, denn anders ist diese, wie manche andere seiner Angaben nicht wol erklärbar.

Greiff<sup>3)</sup> giebt in seinen vorläufigen Mittheilungen nichts, was über den Bau der Kiemenbläschen von Belang wäre.

## 2. Pedizellarien und Stacheln.

Die Pedizellarien der Asteriden<sup>4)</sup> sind sämmtlich zweiklappig. Sie werden vom allgemeinen Körperepithel überzogen, das sich oft besonders verdickt zeigt, indem eine stark entwickelte Nervenschicht in ihm verläuft. Das Epithel besitzt eine Dicke von 0,01630 mm, wovon beinahe die Hälfte auf die Nervenfaserschicht kommt. Das Epithel besteht ausser den Stützzellen aus Sinneszellen von der oben geschilderten Gestalt.

Die Pedizellarien sind bei *Asterias* über die ganze Körperoberfläche verbreitet, besonders auf der Ventralseite in der Nähe der Füsschen. Sie sind Erhebungen der Cutis. In jeder Greifzange sind Muskelfibrillen vorhanden, welche die Bewegung, das Auf- und Zuklappen, besorgen. Ueber ihren Bau werde ich unten das Nähere bringen.

Hoffmann<sup>5)</sup> hat eine Abbildung einer Pedizellarie von *Asterias rubens* gegeben. Darnach wäre die innere Fläche jeder Greifzange nicht vom Epithel überzogen. Dies ist jedoch nicht den Tatsachen entsprechend. Das Kalkstück wird centralwärts gleichfalls vom Epithel überzogen, welches aber an Dicke bedeutend abgenommen hat. Die Kalkstücke liegen in der Cutis. Deren Elemente will

---

1) a. o. O. pag. 201.

2) a. o. O. pag. 512.

3) a. o. O. pag. 7.

4) vergl. Perrier. Recherch. sur les Pédicell. des Astéries etc.

5) a. o. O. Tafel 1. Fig. 6. pag. 3.

ich auch, um Wiederholungen zu vermeiden, erst weiter unten besprechen.

An den Stacheln, mögen sie nun in welcher Form es auch sei, auftreten, haben wir immer denselben einfachen Bau zu beobachten.

Stets sind die Stacheln Fortsätze der Cutis und der Körperepithelschicht, die sie überzieht. In der Cutis liegen die Kalkstücke. Das Epithel ist von derselben Form, wie die übrigen Stellen der Dorsalfäche. Reichlich viele Nervenfibrillen verlaufen zwischen den Stützfasern der Epithelzellen. Epithelsinneszellen können hier und da nachgewiesen werden. Zwischen den Basen der Stacheln wie auch der Pedicellarien kann man die Nervenfibrillen bündelweise verlaufend antreffen. Auf dem Querschnitt getroffen, erhält man dann kreisrunde Bilder einer feingekörnten Substanz.

Die Stacheln bilden sich zur selben Zeit wie die Kiemenbläschen. Auf der Ventralfläche treten sie in regelmässiger Weise auf. Interradial sind je ein paar Stacheln an dem 0,5 mm. Durchmesser besitzenden *Asterias* nachweisbar. (Vergl. Fig. 2 auf Taf. 1.)

### **Die Schizocoelbildungen in der Rückenwandung der Seesterne.**

Im Jare 1872 hat Greeff<sup>1)</sup> zum ersten Male ein Kanalsystem in der Körperwand mit folgenden Worten beschrieben: „Die ganze Haut ist mit einem dichten, bald lakunenartig, bald in einzelnen Canälen und Netzen verlaufenden Gefäßsystem durchzogen, das, zunächst unter der weichen Hautschicht der Unterfläche (der Körperwand) sich ausbreitend, von hier aus alle Teile der Haut durchdringt.“ Durch Injektionen glaubte sich Greeff berechtigt zu dem Schlusse, dass dieses Kanalsystem einen Teil des Blutgefäßsystems darstelle. In wie weit dies richtig ist, wird aus dem weiter unten Gesagten hervorgehen.

Ueber die Entstehung des „Kanalsystems“ sowie in Folge dessen über seine eigentliche Bedeutung sind bisher keine Angaben gemacht worden. Wenn Ludwig<sup>2)</sup> dasselbe als Abschnitt der Leibeshöle (des echten Enterocoels) ansieht und glaubte, dasselbe Epithel, welches die Leibeshöle (Enterocoel) auskleidet, solle

---

<sup>1)</sup> Greeff, a. o. O. No. 11, Dritte Mitteilung, 1872.

<sup>2)</sup> Ludwig, a. o. O. 5. Abhandlung pag. 202 u. f.

auch in den Holräumen des Kanalsystems sich finden, so irrte er hierin. So lange die Genese des Kanalsystems nicht bekannt war, hatte freilich eine solche Annahme viel wahrscheinliches für sich.

### Ontogenie der Schizocoelbildungen.

(= Kanalsystem der Rückenwand von Greeff.)

Meine Untersuchungen wurden an jungen Tieren von *Asterias rubens* gemacht, welche ich entweder in 1% Chromsäure tötete und entkalkte, oder aber mit Zuhilfenahme von einem Gemisch von Chromosmiumessigsäure und nachherigem stundenlangen Auswaschen in destillirtem Wasser conservirt. Nach Färbung mit neutralem Karmin oder Ranviers Pikrokarmin werden die in Paraffin eingebetteten Tiere entweder auf Schnitten, die horizontal zur Rücken- oder Bauchfläche geführt waren, oder auf Verticalschnitten untersucht.

Ein junger *Asterias* vom Längsdurchmesser von etwa 0,5 mm zeigt uns dann folgendes. Die auf dem Verticalschnitt getroffene Rückenwand mit ihrer äußeren Epithelschicht, der Cutis (*bg*) und der inneren Epithelschicht, welche das Lumen des Enterocoels auskleidet, ist in Figur 30 zu erkennen. In der tieferen Lage der Cutis, also der Binde substanzschicht, treffen wir auf kleine Holräume, die sich wie Risse ausnehmen. Hier und da sieht man Zellen der Binde substanzschicht, die den Holräumen oder Lacunen anliegen und eine Begrenzung derselben, ein Endothel zu bilden scheinen. Untersucht man nun successive die Längsschnittserien durch ältere Seesterne (vom Durchmesser 1—5 mm), so sieht man, wie die anfangs kleinen Lacunen an Größe zugenommen haben, offenbar durch Verschmelzung mehrerer zu einem Holraum. Die Höhe dieser Lacunen, welche sich horizontal ausbreiten in der Rückenwand der Scheibe wie der Arme, beträgt etwa 0,0163 mm; der Durchmesser der Rückenwandung überhaupt 0,0815 mm.

Zur Orientierung dieser Schizocoelbildungen diene der etwas schematisch gehaltene Verticalschnitt durch einen Seesternarm in Figur 1 auf Tafel I. Die einzelnen kleinen oder größeren Spalten und Lücken im Mesenchym, deren Auftreten man an jungen Tieren verfolgen kann, sind beim erwachsenen Tier zum größten Theile verschmolzen und so sind durch Confluenz derselben ein oder mehrere größere Holräume entstanden, die bis zur Ventralfläche verfolgt werden können. Figur 33 Tafel IV zeigt stärker vergrößert einen Teil dieser schizocoelen Bildungen (*Sch*).

Innerhalb derselben kommt es zur Sonderung von blutführenden Kanälen, wie ich unten schildern werde. In eigentümlichen Verhältniss zu ihnen stehen die Generationsorgane und wird deren Bau erst durch ihre Genese erklärbar (vergl. das Kapitel über dieselben).

In Figur 1 sieht man Stränge das Schizocoel durchsetzen und an Kalkstücke der Binde substanz heranziehen. Ueber ihre Bedeutung spreche ich mich gleichfalls unten aus.

Ich kehre jetzt zurück zu den Schizocoelbildungen und schildere die

### **Schizocoelbildungen der ventralen Körperwand.**

Ein Blick auf ein Querschnittsbild durch die ventrale Körperwand diene zur Orientierung (vergl. Figur 1 Tafel I).

Die mächtige Verdickung der ventralen Körperwand beruht auf der starken Ausbildung der Binde substanz, welche die kalkigen Wirbel einschließt (in der Figur weiß gehalten). Unterhalb derselben verläuft das auf dem Querschnitt kreisförmig erscheinende Radialwassergefäß, von dem aus links ein Ast zu den Füßchen sich abzweigt. Weiterhin trifft man auf einen Hohlraum, der durch einen Strang in zwei geteilt wird. Dies ist Ludwigs sogenannter radialer Perihämalraum, während in dem Strang oder bandartigen Gebilde die Blutflüssigkeit in Hohlräumen cirkulirt, wie Teuscher<sup>1)</sup> und Lange<sup>2)</sup> zuerst gefunden haben. Ventralwärts treffen wir endlich auf das  $\nabla$  förmig in die Ambulacralfurche, wie dieser Teil der Ventralfläche genannt wird, hervorspringende Körperepithel, das stark verdickt erscheint und in seinem tieferen Teile (in der Figur dunkler gehalten) den Ambulacralnervenstamm birgt. Letzterer besteht, um dies hier zu wiederholen, aus feinsten längsverlaufenden (zur Armaxe) Nervenfibrillen mit eingestreuten Ganglienzellen.

Dass nun die Bildung der Perihämalräume in Zusammenhang steht mit der Entstehung des Nervensystems und der Verdickung und Ausbuchtung des Epithels, leuchtet wol von vornherein ein.

Es entsteht nun einmal die Frage: Wie ist dieser Hohlraum entstanden? Ist er nichts anderes als eine Spaltbildung in der Binde substanz? Entsteht aber die Verdickung in der Ambulacral-

<sup>1)</sup> a. o. O. pag. 499.

<sup>2)</sup> a. o. O. pag. 247.

furche zu einer bestimmten Zeit, und ist sie mit der Bildung des Nervensystems in Zusammenhang zu bringen? Auf die zweite Frage, ob der Perihämalkanal auf eine Spaltbildung zurückzuführen ist, kann die Anatomie und Histologie Auskunft geben, wenn sie nachweist, dass kein echtes Epithel diesen sog. Kanal auskleidet, sondern dass nur Bindesubstanzzellen endothelartig eine Auskleidung besorgen. Diesen letzteren Beweis werde ich antreten, da die Entstehung selbst aus Mangel an hinreichendem Material nicht beobachtet werden konnte, und bisher überhaupt noch Niemand eine Beobachtung hierüber veröffentlicht hat. Ludwig<sup>1)</sup> in seiner Entwicklungsgeschichte der *Asterina gibbosa* schweigt vollkommen über die Entstehung der Perihämalkanäle. Da aber in ihnen das Blutgefäß verläuft, so muss doch ihre Bildung mit der des Gefäßes Hand in Hand, wenn nicht vorausgehen. Dass letzteres der Fall ist, kann ich weiter unten für die fünf Ambulacralgefäße von *Asterina rubens* nachweisen (vergl. Kapitel Blutgefäße).

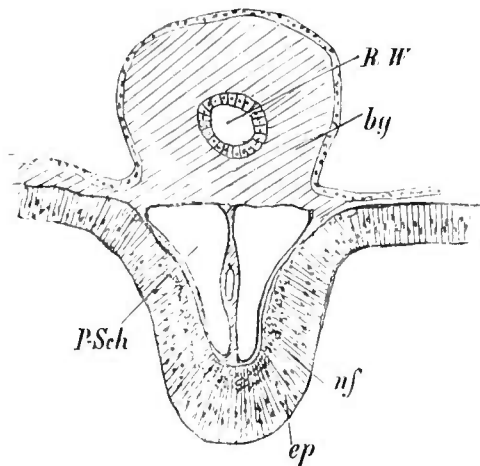
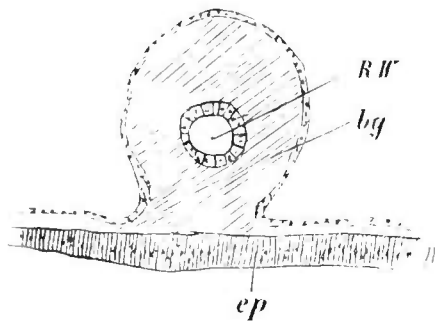
In seiner Entwicklungsgeschichte der *Asterina* bespricht Ludwig<sup>2)</sup> die Bildung des Ambulacralnervenstammes, indem er angiebt, dass sich das Epithel der Ambulacralrinne verdicke und in seiner tieferen Schicht die Nervenfibrillen sich bilden. Auf Quer- oder Längsschnitten hat Ludwig diese Bildung offenbar nicht untersucht, wie aus der Schilderung hervorgeht und bezieht sich der Ausdruck, dass sich das Epithel verdicke natürlich auf die Flächenansicht. Erst auf Schnitten erkennt man, dass diese Verdickung, wie sie uns, wenn auch natürlich in größerem Maße, der erwachsene Seestern zeigt, auf eine Ausbuchtung des Epithels zurückzuführen ist, welche auf dem Querschnitt als V erscheint. Ist nun das Epithel noch nicht hervorgewölbt, noch nicht verdickt, so wird auch das Vorhandensein eines Perihämalkanals unmöglich sein, wie beifolgender Holzschnitt erläutern soll. Figur 1 zeigt schematisch das Epithel der Ambulacralrinne, ohne dass Nervenfibrillen zur Bildung des Radialnervenstammes zusammengetreten waren. (Siehe Figur 1 u. 2 auf Seite 40.)

Figur 2 giebt einen Verticalschnitt durch die Ambulacralrinne von *Aster. rub.* Das Epithel derselben ist nach unten V förmig hervorgewölbt. In seiner tieferen Lage sind die Nervenfibrillen, welche den Ambulacralnervenstamm bilden, entstanden. Durch

---

<sup>1)</sup> Ludwig, Entwicklungsgeschichte der *Asterina gibbosa* Forbes. Morpholog. Studien 2. Band, 2. Heft, 1882.

<sup>2)</sup> a. o. O. pag. 185.



Figur 1. Schematischer Verticalschnitt durch die Ambulacralrinne eines ganz jungen Seesterns. Die Verdickung des Epithels und der Ambulacralnervensstamm noch nicht gebildet.

Figur 2. Verticalschnitt durch einen Aster. rub. (Durchm. 1.5 mm). Im Verein mit der Verdickung des Ambulacralrinnen-Epithels ist ein Spaltraum (Perihämalkanal) entstanden (Sch). ep Epithel der Ambulacralrinne. bg Binde substanz (Wirbel). RW Querschnitt des Radialwassergefäßes. nf Nervenfaserschicht auf den Querschnitt getroffen.

den Spaltraum, Ludwigs Perihämalkanal, zieht sich ein Band, in welchem am erwachsenen Tier in Holräumen und Lakunen die Blutflüssigkeit verläuft.

Nachdem ich so die Entstehung des Perihämalkanales versucht habe zu rekonstruieren, liegt es mir ob zu beweisen, dass der Perihämalkanal wirklich ein Spaltraum in der Binde substanz sei.

Wie zuerst Lange<sup>1)</sup> beschrieben hat, findet sich im radiären Perihämalkanal eine Verdickung des Epithels, und zwar an der ventralen Wand rechts und links vom verticalen Längsseptum. Zum Vergleich verweise ich auf die Figuren 51 und 52 auf Tafel VI (zw = Zellplatten).

Lange glaubte in diesen „Zellplatten“, wie er diese Verdickungen nannte, die Nerven ge-

funden zu haben! Untersucht man aber ganz junge Asteriden, so erkennt man, dass diese Zellplatten entweder gar nicht, oder doch nur in höchst unregelmäßiger Weise vorhanden sind, dass es überhaupt um Nerven sich nicht handeln kann.

Wie ist aber Lange zu einer solchen Auffassung dieser Zellplatten gekommen? Auf Zerzupfungspräparaten fand er, dass diese

<sup>1)</sup> Lange, a. o. O.

Zellen mit Fortsätzen versehen seien. In Folge dessen wurden sie als Ganglienzellen gedeutet! Diese Angabe, dass die Zellen der Zellplatten mit faserigen Fortsätzen versehen seien, begegnete vielfachem Misstrauen. Ludwig<sup>1)</sup> glaubte, dass Lange Zellen der unter der Zellplatte liegenden Bindesubstanzlage verwechselt haben möge mit denen der Zellplatten und konnte Fortsätze an den Zellen der letzteren nicht entdecken.

Wenn Ludwig weiter hervorhebt, dass der Zellenwulst (Zellplatte) kontinuierlich übergehe in das Epithel, welches den ganzen Perihämalkanal auskleidet und dass unter diesem sich noch eine Schicht Bindesubstanz befinde, so muss ich das bestreiten auf Grund einer großen Anzahl von Quer- und Längsschnittreihen durch Asterien in den verschiedensten Entwicklungsstadien.

Die Angabe Langes, dass die Zellen des Zellwulstes Fortsätze besitzen, ist als den Tatsachen entsprechend zu bezeichnen. An Macerationspräparaten kann man sich hiervon leicht überzeugen. Es sind diese Zellen, wie überhaupt sämtliche die radiären Perihämalkanäle auskleidenden Zellen Bindesubstanzzellen. Und das muss so sein, sobald der Perihämalkanal einen Spaltraum in der Bindesubstanz vorstellt.

Unterhalb der Zellwülste findet sich nicht eine Bindesubstanzschicht, wie Ludwig (und auch Lange) glaubten, sondern nur eine hyaline zur Bindesubstanzschicht, welche endothelartig den Perihämalkanal auskleidet, gehörige Membran, welche so das Körperepithel mit dem Radialnervenstamm begrenzt. Figur 52 auf Tafel VI zeigt ein Stück eines Verticalschnittes durch den Gehirnring (*quGR*), von welchem nach innen die oralen Perihämälräume gelagert sind. Der Schnitt rührt von einem jungen (2 mm Durchmesser) Tiere her. Deutlich ist hier zu erkennen, wie die Zellen, welche die Perihämälräume auskleiden, bindegewebiger Natur sind.

Das Verticalseptum ist nichts als ein bindegewebiges Band, das sich durch den Raum erstreckt und in den Lacunen aufgetreten sind. Doch davon später! Sammeln sich nun Bindesubstanzzellen an bestimmten Stellen an, so haben wir Bildungen, wie die Zellplatten oder Zellwülste es sind, vor uns. Welchem Zweck diese Ansammlungen dienen, ob sich nicht an diesen Stellen Zellen loslösen können und dann als Wanderzellen in der Flüssigkeit der Perihämalkanäle flottieren, das ist schwierig zu entscheiden.

An dieser Stelle will ich noch folgendes einschalten. Die

---

<sup>1)</sup> Ludwig, Anat. d. Asteriden, Morph. Studien, Bd. I, pag. 190.

radiären Perihämalkanäle verlaufen nämlich keineswegs in der ganzen Ausdehnung eines Armes. Sie nehmen eine geraume Strecke vor dem Füler und dem Augenwulst an Breite ab, um dann zu verschwinden. Am besten kann man sich von dieser Tatsache an Querschnittserien durch einen Seesternarm versichern. Auch auf Längsschnitten (vergl. Figur 3 Tafel 1) durch das Ende des Seesternarmes überzeugt man sich, wie in der ventralen Körperwand nur das radiäre Wassergefäß verläuft, von einem Perihämakanal und dem Aufhängeband nichts zu sehen ist. Dass nun in der Tat der Kanal nichts anderes ist als ein Spaltraum in der Binde-substanz im Mesenchym, zeigen uns die Bilder, auf welchen man allmählig denselben sich verjüngend und endlich sich schließend findet.

Wie wir schon wissen, münden die radiären Perihämalkanäle in den oralen Ringperihämalkanalraum, welcher centralwärts vom Gehirnring verläuft.

Es entsteht nun die Frage: Besteht ein Zusammenhang zwischen den Schizocoelbildungen der Rückenwand (Kanalsystem Greefs) und der Ventralwand (Perihämalkanäle)? Und wenn dies der Fall sein sollte, in welcher Weise hängen diese Bildungen untereinander zusammen?

Wie schon bekannt ist, liegen der Steinkanal und ein weiteres Organ, das als Herz von Ludwig angesprochen wurde, in dem „schlauchförmigen Kanal“, welcher einen Teil des Enterocoels abgrenzt. Da nun, wo von dem „Herzen“ sich ein Gefäß ablöst und in die oralen Ringlakunen mündet, besteht eine Communication zwischen dem Hohlraum des schlauchförmigen Kanales und dem oralen Perihämakanal. Andererseits zweigen sich auf der Rückenfläche des Seesternes vom „Herzen“ die zu den Geschlechtsorganen führenden Gefäße ab. Da nun diese in den Schizocoelbildungen der Rückenwand verlaufen, so besteht da, wo sie sich abzweigen vom „Herzen“ und in letztere hineintreten, eine offene Communication.

Somit haben wir einmal einen Teil des Enterocoels, der getrennt ist vom übrigen Entrocoel, vor uns, in welchen sich dorsale wie ventrale Schizocoelbildungen öffnen.

In wiefern diese Verhältnisse bei anderen Tiergruppen sich wiederfinden, darauf ist im allgemeinen Teile einzugehen.

Ueber die Details der Abzweigungen der Blutlakunen wird



im Kapitel, welches über dieselben handelt, das Nähere mitgeteilt werden.

Greef hat bereits einen Zusammenhang der radiären Perihämälräume der ventralen Körperwand mit dem Kanalsystem in der Rückenwand konstatiert, und hierauf muss ich noch zu sprechen kommen. Er injicirte nämlich in einen radiären Perihämälraum eine Flüssigkeit und sah dann, wie dieselbe zwischen den einzelnen Kalkgliedern der Armwirbel hindurchtrat und in den Holräumen in der Rückenwand der Arme sich ausgebreitet hatte. Er glaubte auf diese Weise einen Zusammenhang gefunden zu haben.

Stehen nun tatsächlich auf diese Weise die Schizocoelbildungen der Rückenwand in Communication mit denen der Ventralwand? Um diese Frage zu beantworten, ist vor allem vorauszuschicken, dass außer den radiären Perihämälräumen oder Perihämalkanälen, die als mediane Holräume (Längskanäle) der Ventralwand von mir von jetzt an bezeichnet werden sollen, noch weitere Holraumbildungen in der Ventralwand vorkommen, zu denen ich mich jetzt wenden will.

#### Die lateralen Schizocoelräume.

Alle im Folgenden zu besprechenden Schizocoelbildungen sind am besten auf Querschnittserien durch die Arme zu constatiren. Je nachdem nun die Zahl der Füßchenreihen wechselt, ist auch die Anzahl der Schizocoelbildungen eine verschiedene. Meiner Beschreibung lege ich einen *Asterias rubens* mit zwei Reihen Füßchen, also ein junges Tier, zu Grunde.

Figur 1 auf Tafel I giebt einen mit der Camera gezeichneten Querschnitt durch einen Seesternarm wider. Mit *P* ist der Perihämälkanal bezeichnet. Lateralwärts rechts und links sind zwei Kanäle von ihm sich abzweigend mit  $L^1$  und  $L^2$  gekennzeichnet. Diese beiden Kanäle setzen sich um die Basis des Füßchens herum fort, sodass dieselbe in einen Schizocoelraum zu liegen kommt. Lateralwärts von jedem Füßchen sind diese letztgenannten Bildungen auf dem Querschnitt getroffen und mit *L* bezeichnet. Während nun immer nur zwischen den Wirbeln Kanäle vom Perihämälkanal abgehen und die Füßchen umgreifen, so bilden sie doch am inneren Rande wie auch am äußeren Rande jedes Füßchens einen Kanal, welcher parallel zum Perihämälraum in ganzer Länge den Arm durchzieht. Somit hätten

wir zwei laterale Schizocoelräume zu unterscheiden von dem medianen als Perihämaltraum bezeichneten. Dies gilt für die mit zwei Reihen von Füßchen versehenen Formen. Beim erwachsenen Tiere sind vier Reihen vorhanden und setzen sich dann die vom medianen Perihämaltraum abgehenden Seitenäste um sämtliche Basen der Füßchen fort und es kommt zur Bildung von sechs lateralen Schizocoelräumen. Jederseits der Medianlinie befinden sich dann drei.

Die äußersten Lateralkanäle (in Figur 1 mit *L* bezeichnet) stehen nun in Verbindung mit den Schizocoelbildungen in der Rückenwand und zwar auf folgende Weise. Zwischen den Wirbelfortsätzen der Ventralwand gehen Kanäle ab, welche direkt communiciren mit dem erwänten Kanalsystem. In Fig. 1 ist dieser Kanal mit *VK* bezeichnet worden. Somit wird durch diese Verbindungskanäle ein Zusammenhang hergestellt zwischen den Lateralkanälen, dem Perihämalkanal, welche außerhalb der Armwirbel verlaufen, und dem Schizocoelsystem, welches der Innenseite des Enterocoels zugekehrt ist.

Die Lateralkanäle, in unserem Falle beim Seestern mit ein par Füßchen in der Vierzal vorhanden, werden in der Scheibe verbunden durch kreisförmig verlaufende Kanäle, welche außerhalb des medianen Perihämalkanals liegen.

Was nun die Histologie der genannten Bildungen anlangt, so sind sie sammt und sonders Lücken und Spalträume im Mesenchym, in der Bindesubstanz. Ein Endothel von abgeplatteten Zellen bestehend kleidet ihre Lumina aus. An jungen Seesternen lässt sich ihre Entstehung gleich der der Schizocoelbildungen der Rückenwand leicht nachweisen.

Bereits Hoffmann hat die lateralen Schizocoelräume gesehen, aber als Blutgefäße gedeutet. Ludwig<sup>1)</sup> hat dann die Hoffmannschen Angaben angenommen. Wenn er jedoch das Kanalsystem der Rückenwand und die Perihämälräume mit den lateralen Kanälen als mit der Leibeshöle (Enterocoel) für morphologisch zusammengehörig ansieht, so ist dem nicht beizustimmen. Das Epithel, welches sich in den genannten Bildungen, im Enterocoel wie Schizocoel findet, ist nicht dasselbe, wie Ludwig meint. Die Entwicklung sowie der feinere Bau aller Holräume in der Körperwand zeigt vielmehr unumstößlich, dass diese Bildungen als Spalten und Lücken im Mesenchym entstehen, die untereinander

---

<sup>1)</sup> l. c. p. 204.

verschmelzen und in Verbindung treten, dass es sich somit um echte Schizocoelbildungen handelt.

Ueber die Mitteilung von Perrier und Poirier <sup>1)</sup>, welche behaupten, dass die radiären Perihämälräume in offenem Zusammenhang mit dem Enterocoel ständen, ist wol kaum nötig ein Wort zu verlieren; um so mehr, da diese Autoren durch keinerlei Abbildungen ihre Ansichten klargelegt haben und ihre Angaben allzusehr den Charakter voreiliger Mitteilungen haben.

### Das Gefäßsystem.

Während die älteren Autoren jene Holräume, die wir mit Ludwig als Perihämälräume bezeichnen, als die eigentlichen Blutgefäße ansehen (Hoffmann, Greeff u. a.), so ist zuerst durch Lange und Teuscher für die Gefäße der ventralen Wand nachgewiesen worden, dass die eigentlichen Gefäße in den Perihämälräumen verlaufen. Ludwig wies dann nach, dass auch die zu den Geschlechtsorganen führenden Gefäße in solchen Perihämälräumen verlaufen.

Als das Centralorgan des Gefäßsystems wurde im Anschluss an Tiedemann das im schlauchförmigen Kanal liegende Organ von Ludwig in Anspruch genommen. Damit wurde den Asterozoen ein Herz zuerkannt, welches den Holothuriern beispielsweise fehlt. Dass ich mit der Deutung dieses Organes als eines Herzens nicht einverstanden sein kann, ist wol erklärlich, wenn man den feineren Bau in's Auge fasst, und dieser muss doch jedenfalls entscheidend sein bei der Deutung eines Organes.

Das Gefäßsystem eines Seesternes setzt sich zusammen aus den radiären Gefäßlakunen, welche in dem verticalen Septum des Perihämälkanals verlaufen, und welche durch Ringlakunen, welche in dem oralen Perihämälkanal verlaufen, verbunden werden. Von diesen Ringlakunen gehen zum sog. Herzen, dem Drüsenorgan, Lakunen ab.

In der dorsalen Körperwand sind folgende Lakunen bekannt. Tiedemann <sup>2)</sup> beschrieb einen dorsalen der Körperwand anliegenden Gefäßring, von dem aus zehn Gefäße zu den Geschlechtsorganen und zehn zu den radiären Blindsäcken des Darmes gehen sollten, zwei aber zum Magendarm führen sollten. Hoffmann

---

<sup>1)</sup> Comptes rendus, 1882, Nr. 94, pag. 658.

<sup>2)</sup> Tiedemann, loc. cit. pag. 49.

und auch Greeff konnten die Gefäße, welche zu den radiären Darmblindsäcken führen sollten, nicht finden; im Uebrigen bestätigten sie jedoch die Angaben Tiedemanns.

Ludwig hat nun gezeigt, dass das, was die genannten Autoren von Tiedemann an, als Gefäße beschrieben haben, nur Perihämalkräume seien; dass also dasselbe Verhalten für den dorsalen Gefäßring, die Genitalgefäße und die Darmgefäße vorhanden sei, wie bei den radiären Gefäßen es schon Teuscher und Lange gefunden hatten.

Ludwig<sup>1)</sup> weist dann weiterhin nach, dass der Perihämalkanal des dorsalen Blutgefäßringes in den schlauchförmigen Kanal sich öffnet.

Mir liegt es nun ob, die Angaben Ludwigs nachzuprüfen und vor allem die Histologie der Gefäße zu erläutern. Weiterhin ist das Verhalten der Gefäße zu dem Drüsenorgan klar zu stellen, der Verlauf der Gefäße in den Geschlechtsorganen und vor allem ihr Verlauf im Darmtractus zu untersuchen. Besonders über letztere Verhältnisse wissen wir bis jetzt nichts. Auch über das Verhältniss der Schizocoelräume, in welchen die Rückengefäße verlaufen, zu den Schizocoelbildungen überhaupt hoffe ich Neues beizubringen.

#### Die Lakunen in der Ventralwand.

(= Radiärgefäße.)

Bereits mehrfach habe ich von einem verticalen Septum gesprochen, welches auf dem Querschnitt durch einen Arm, uns im Schizocoel (radiärer Perihämalkanal) der ventralen Körperwand entgegentritt. Beginnen wir unsere Schilderung mit der Untersuchung von ganz jungen Tieren. Da zeigt sich folgendes. Der radiäre Perihämalkanal wird in ganzer Länge durch ein verticales Septum in zwei Hälften geteilt. Das ist nun nicht so aufzufassen, als wenn diese vollständig getrennt wären, denn das Septum ist an vielen Stellen durchbrochen. Allemal an die zwischen zwei Wirbeln sich findenden Stellen treten je ein Aufhängeband oder Septum rechts und links vom verticalen Septum, wie Ludwig und vor ihm Lange und Teuscher zuerst zeigten. Dies Verhalten ist an 1,5 mm großen (im Durchmesser) Asterien bereits zu erkennen.

---

<sup>1)</sup> Ludwig, Asteriden, pag. 179.

In der ungefähren Mitte des Septums, das heisst der verticalen Membran, findet sich bei Tieren von genannter Grösse selten ein Holraum von unregelmässiger Form vor. An den dem Mund näher gelegenen Teilen ist er wol zu erkennen, an entfernteren Stellen jedoch nicht. Dann ist das Septum eine dünne Membran ohne jede Lakunenbildung.

Der histologische Bau der Septen ist folgender. Wie ich in einem früheren Kapitel gezeigt habe, ist der Perihämalkanal der ventralen Körperwand als ein Schizocoel aufzufassen. Es wird derselbe von Bindesubstanzzellen ausgekleidet, die an bestimmten Stellen in grösserer Anzahl sich ansammeln konnten und dann als Zellplatten oder Zellwülste bezeichnet wurden. Das Septum nun ist eine Membran, die lediglich als eine Bildung der Bindesubstanz anzusehen ist. Sie ist, wie an älteren und jungen Tieren nachweisbar ist, eine direkte Fortsetzung der Bindesubstanzlage, welche den Perihämalkanal auskleidet. Fibrillen mit ihren Zellen sind in der hyalinen Grundsubstanz dieses anfänglich lediglich eine dünne Membran vorstellenden Septums eingelagert. Figur 52 auf Tafel VI zeigt, wie dieser Membran aussen Zellen anliegen, die als Endothel aufzufassen sind. Je mehr der Seestern wächst, desto mehr verdickt sich die anfangs dünne Membran, und schliesslich sieht man, wie in dem Septum in der Bindesubstanz Lücken und Hohlräume auftreten, in denen die Blutflüssigkeit mit ihren zelligen Elementen cirkulirt. Von einem radiären Blutgefäss zu sprechen, ist also den Tatsachen nicht entsprechend, da wir wandungslose Lakunen vor uns haben. Ich spreche deshalb auch lieber von den radiären Blutlakunen der ventralen Körperwand<sup>1)</sup>.

Da nun das verticale Septum nicht bis zur Spitze des Armes verlaufen kann, weil der Perihämalkanal eine Strecke vor dem Fülcr aufhört, so können selbstverständlich die radiären Blutlakunen diesfalls nicht den Arm in ganzer Länge durchziehen.

Zwischen den Wirbeln treten, wie schon oben bemerkt wurde, quere Aufhängebänder ab, welche — an erwachsenen Tieren ist dies nur zu constatieren — gleichfalls Lakunen besitzen. Jedesmal zwischen zwei Wirbeln erstreckt sich dann auch nach rechts und links, das heisst nach beiden Seiten Aussackungen des Perihämalk-

---

<sup>1)</sup> Wenn Ludwig sagt, „dass die Septen zur Befestigung des in ihnen gelegenen radiären Blutgefässes dienen“, so ist dies insofern nicht richtig, als die Septen die primären Bildungen sind, und erst später in ihnen Lücken, die Lakunen, auftreten.

kanals, in denen eben die beiden queren Aufhängebänder verlaufen. Auf diese Bildungen bin ich bereits oben (Seite 43) zu sprechen gekommen und verweise hier nur auf das dort Gesagte.

### **Zur Entwicklungsgeschichte des Blutlakunensystems.**

Mit wenigen Worten will ich auf die Entwicklungsgeschichte des Blutlakunensystems eingehen.

Wie ich oben nachgewiesen habe, ist die Entstehung der radiären Blutlakunen eine späte und an das Vorhandensein der verticalen Septen der radiären Perihämalräume geknüpft. Wie steht es aber mit den übrigen Teilen des Blutlakunensystems?

Zu welcher Zeit und auf welche Weise sind dieselben gebildet worden und in welchem Verhältniss sind sie zu ihren Perihämalräumen, das heisst den Schizocoelbildungen der Körperwand entstanden?

In der Entwicklungsgeschichte der *Asterina gibbosa*<sup>1)</sup>, die uns Ludwig in ausgezeichneter Weise beschrieben hat, wird der Bildung des Blutlakunensystems an zwei Stellen Erwähnung getan. Am sechsten und siebenten Tage der Larvenentwicklung zeigen sich „die ersten Spuren des Blutgefäßsystemes“ Es tritt nämlich in der zwischen der Wand des Hydrocoels, der Wand des Entero-coels und der Wand des Darmes befindlichen Mesodermschicht eine Spalte auf. Dies ist die Entstehung des oralen Blutgefäßringes. Somit würde dasselbe als eine Schizocoelbildung aufzufassen sein. An einer anderen Stelle seiner Arbeit<sup>2)</sup> wird dem noch hinzugefügt, dass der orale Blutgefäßring sich gleichzeitig mit dem Schlusse des Wassergefäßringes zu einem dem Munde umkreisenden Ringe schließt. Die Anlage der analen Lakunen hat Ludwig nicht beobachten können und glaubt er dass sich dieselben erst im späteren Alter anlegen.

Bei dieser Darstellung fällt nun vor allem auf, dass Ludwig mit keinem Wort auf die Perihämalräume eingegangen ist, in denen doch die Lakunen nach seinen früheren Darstellungen beim erwachsenen Tiere verlaufen sollen. Da ich nun diese letzteren Beobachtungen nur bestätigen kann, so ist es für mich unmöglich, in jener Spalte im Mesoderm (besser Mesenchym) die Anlage des oralen Ringlakunensystems zu erkennen. Ich glaube, dass auch

---

<sup>1)</sup> Ludwig, *Asterina gibbosa*, pag 150.

<sup>2)</sup> pag. 186 a. s. ().

Ludwig mir jetzt beipflichten wird, wenn ich jene Spalte nicht als Anlage des Lakunensystems, sondern vielmehr als die Anlage des circumoralen Perihämalraumes ansehe. Die Ausbildung des Lakunensystems kann — nach dem Verhalten am erwachsenen Tiere zu schließen — erst dann vor sich gehen, wenn die Schizocoelbildungen mit ihren Septen vorhanden sind. Somit würde die Entstehung des oralen wie des analen Lakunensystems mit den zu den Generationsorganen führenden Lakunen erst in eine spätere Zeit fallen als den sechsten oder siebenten Tag der Larvenentwicklung.

### Die Gefäßlakunen der Rückenwand.

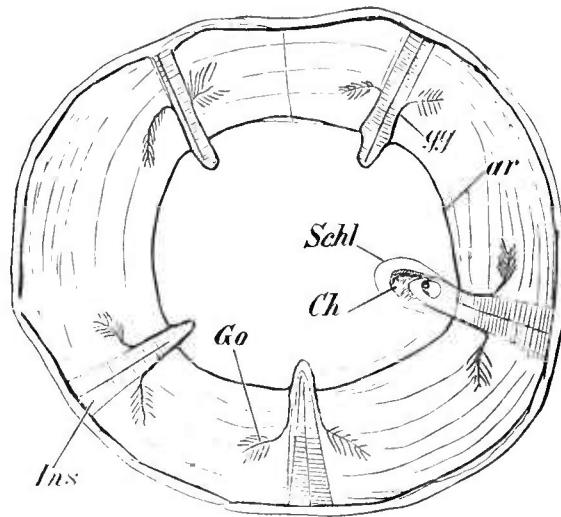
Die Gefäßlakunen der Rückenwand, das heißt der anale Blutakunenring mit den zu den Geschlechtsorganen führenden, und die um Magendarm abgehenden Lakunen zweigen sich vom Chromatogen-Organ kurz vor dessen dorsalem Ende ab.

Die Gefäßlakunen, welche zum analen Gefäßring ziehen, entspringen in folgender Weise aus dem genannten Organ. Vorherchicken will ich jedoch die Bemerkung, dass vorzüglich Verticalschnitte durch die Madreporenplatte geeignet sind, den Eintritt der Gefäße zu constatiren. Figur 34 und 35 auf Tafel IV sind nach zwei senkrecht zur Madreporenplatte geführten Schnitten gezeichnet. Der „schlauchförmige Kanal“ ist etwa der Quere nach getroffen. Das Chromatogenorgan (*N*) steht mittels eines Septums in Verbindung mit der Wandung des „schlauchförmigen Kanals.“ Man kann nun auf den Schnittserien verfolgen, wie sich vom Chromatogenorgan aus Lakunen in die Schizocoelbildungen der Rückenwand erstrecken und sich in ihnen fortsetzen. Auf den folgenden Schnitten bekommt man dann das in Figur 36<sup>a</sup> abgebildete Verhalten. Wir sehen in zwei Holräumen die beiden Gefäßlakunen Bl<sup>1</sup> und Bl<sup>2</sup>, welche zum analen Gefäßring führen.

Welches ist nun der Bau dieser Lakunen, sowie der des analen Gefäßringes? Während im Chromatogen-Organ ein Epithel die Holräume auskleidend angetroffen wird, setzt sich dasselbe nicht dort in die abgehenden Gefäßlakunen, sondern die Wandung derselben besteht lediglich aus Bindesubstanz. Wie wir die radiären Gefäßlakunen der Ventralwand als Lücken in den bindegewebigen Septen erkannt haben, so ist derselbe Bau hier wieder vorhanden. Der einzige Unterschied besteht nur darin, dass die Septen, in

denen die dorsalen Lakunen verlaufen, nicht durch den ganzen Raum des sie umgebenden Perihämalraumes (oder Shizocoelräume) hindurchziehen, sondern nur an der einen Wand die Anheftung bewirken (vergl. Figur 35 auf Tafel IV). Da nun besonders im analen Gefäßring die Lakunen stark entwickelt sind, so ist die Wandung derselben oft äußerst dünn (Fig. 69 Tafel VII) und besitzt nach außen zu einen endothelartigen Ueberzug, während die inneren Hohlräume in den Lakunen ein eigentliches Endothel nicht besitzen. Immer liegen in den Lakunen die Lymph- oder Blutkörperchen in großer Anzahl zerstreut.

Was nun den Verlauf des analen Gefäßringes anlangt, so ist zu bemerken, dass derselbe in einem Perihämalraum verläuft und



Innere Rückenfläche (schematisch), um den analen Gefäßring mit den Geschlechtsorganlakunen und den zum Organ führenden Lakunen zu zeigen. *ar*-Analgefäßring. *gg*-Gefäße der Geschlechtsorgane. *Ch*-Chromatogen-Organ. *Go*-Geschlechtsorgane. *Schl.*-,schlauchförm. Kanal.“

seine Gestalt nicht eine kreisrunde ist, sondern von der in beifolgendem Holzschnitt gezeichneten sein muss, da er um die Interradialsepta, das heißt die in den Interradien liegenden Verkalkungen der ventralen mit der dorsalen Körperwand, herumlaufen muss. An diesen Stellen zweigen sich die zu den Geschlechtsorganen laufenden Lakunen ab (*gg*). Da das Verhalten derselben erst genau nach der Schilderung der Entwicklung der ersteren verstanden werden kann, so werde ich, um mich möglichst nicht wiederholen zu müssen, diese Blutlakunen in dem Kapitel über die Geschlechtsorgane besprechen. —



Dass der anale Lakunenring an demjenigen Septum, an welchem Steinkanal und Chromatogenorgan im schlauchförmigen Organ liegen, eine Unterbrechung erleiden muss, zeigt beifolgender Holzschnitt. In vier Lakunen löst sich hier der anale Lakunenring auf; von diesen gehen zwei zu den Geschlechtsorganen, zwei zum Chromatogenorgan.

## II. Abschnitt.

### Das Enterocoel.

#### Der Bau desselben.

Die Entwicklungsgeschichte lehrt uns, dass der Hohlraum, in welchem der Darmtractus, die Geschlechtsorgane und der Steinkanal zu liegen kommen, ein Enterocoel ist, das heißt ein Divertikel, welches sich vom Urdarm abgeschnürt hat, wie wir diesen Entstehungsmodus bei allen Echinodermengruppen gleichmäßig wiederfinden <sup>1)</sup>.

Alle Organe, welche in dem Enterocoel liegen, werden von ein und demselben Epithel überzogen. Am erwachsenen *Aster. rub.* ist dasselbe aus Zellen von cubischer Gestalt gebildet. Der kugelige Zellkern liegt im Centrum der Zelle. Die Höhe des Epithels beträgt im Mittel etwa 0,0025 mm. Die ganze Fläche des Enterocoels wimpert. Jede Zelle scheint nur eine Wimper zu tragen.

An jungen Tieren findet man das Epithel noch nicht an allen Stellen des Enterocoels gleichmäßig ausgebildet. Oft sind die Zellen mehr abgeplattet, und dann ist der Zellkern von spindlicher Gestalt. Von der Fläche betrachtet, bietet sich dann nicht jenes Bild sechseckiger Polyeder, wie es das Enterocoelepithel des erwachsenen *Seesternes* zeigt, sondern mehr unregelmäßige Figuren (vergl. Fig. 31—33 Tafel IV). — Als ein besonderer Teil der Leibeshöhle des Enterocoels ist der sogenannte schlauchförmige Kanal zu betrachten, in welchem der Steinkanal und das drüsige Organ zu liegen kommen. Die Entwicklungsgeschichte lehrt uns, dass derselben ein Enterocoelteil ist.

Wie ich nun bereits oben zeigte, stand dieser Hohlraum einmal in Verbindung mit den radiären Perihämalräumen der ven-

<sup>1)</sup> vergl. Ludwigs *Asterina gibbosa*. pag. 128 u. f., hier ist auch die Literatur zusammengestellt.

tralen Körperwand als auch mit denen der dorsalen, das heißt also mit Schizocoelbildungen. Ist nun aber der Zusammenhang mit dem Enterocoel erhalten geblieben? Da, wo vom Chromatogenorgan Teile aus dem schlauchförmigen Kanal heraustreten, von welchen die Gefäße zum Mitteldarm abgehen, und diese Teile nicht von Fortsetzungen der Kanalwand umkleidet werden, sondern dieselbe einfach durchbrechen, so ist an diesen Stellen eine *Communication* zwischen „schlauchförmigem Kanal“ und Enterocoel vorhanden, und es stehen somit die Holräume des Asteridenkörpers untereinander in Verbindung. Eine Ausnahme hiervon macht das Wassergefäßsystem, ein in sich abgeschlossener Teil des Urdarmes, also auch eine Enterocoelbildung, der nur nach außen durch die Madreporenplatte sich öffnet.

### **Das Organ des schlauchförmigen Kanales.**

Mit dem Namen „Herz“ wurde ein Organ der Asteriden belegt, welches mit dem Steinkanal zusammen von einer Hülle umgeben im Enterocoel gelegen ist<sup>1)</sup>. Unterhalb der Madreporenplatte liegt einmal der Steinkanal, die Leibeshöle senkrecht durchsetzend und in den Wassergefäßring der ventralen Körperwand mündend. Die Lage unseres Organes ist, wie Ludwig sagt, rechts vom Steinkanal, wenn man sich in der dorsoventralen Axe eines Seesterns, der mit der ventralen Fläche nach unten gekehrt ist, stehend denkt. Im Allgemeinen ist diese Lagerung die Regel. Wie ich noch bei Besprechung des Steinkanals hervorzuheben haben werde, sind beide Organe, Steinkanal wie „Herz“, in ihrer ganzen Länge von einer Hülle umgeben und kommen somit in einen abgeschlossenen Teil der Leibeshöle zu liegen, der von Teu-scher und Hoffmann als schlauchförmiger Kanal bezeichnet wird. Da, wo Teile des sogenannten Herzens aus diesem Kanal in die Leibeshöle zu liegen kommen, wird die Wandung des schlauchförmigen Kanals durchbrochen, sodass sein Lumen mit dem Enterocoel an dieser Stelle kommuniziert.

Das „Herz“ wird befestigt an der Wandung des Kanals durch

---

<sup>1)</sup> Da bereits Ludwig auf die Angaben Greeffs über ein kiemenartiges Organ der Asteriden eingegangen ist und nachgewiesen hat, dass letzteres identisch ist mit dem Herzen Tiedemanns u. a., so verweise ich nur auf dessen Arbeit. (Asteriden, pag. 165 u. f.) Hier ist der historische Teil so übersichtlich geordnet und kritisch behandelt, dass ich mich selbst nur kurz zu fassen habe.

Mesenterium. Ventralwärts nimmt es an Entwicklung ab, während es dorsalwärts um den Steinkanal herumgreift, wie horizontale Schnitte lehren, und hier an beiden Seitenflächen Gefäße treten. Es endet blind und zwar, wie schon Ludwig angiebt, in der Höhlung, welche die kleine Ampulle der Madreporenplatte enthält. Hier wird es durch ein Mesenterium befestigt.

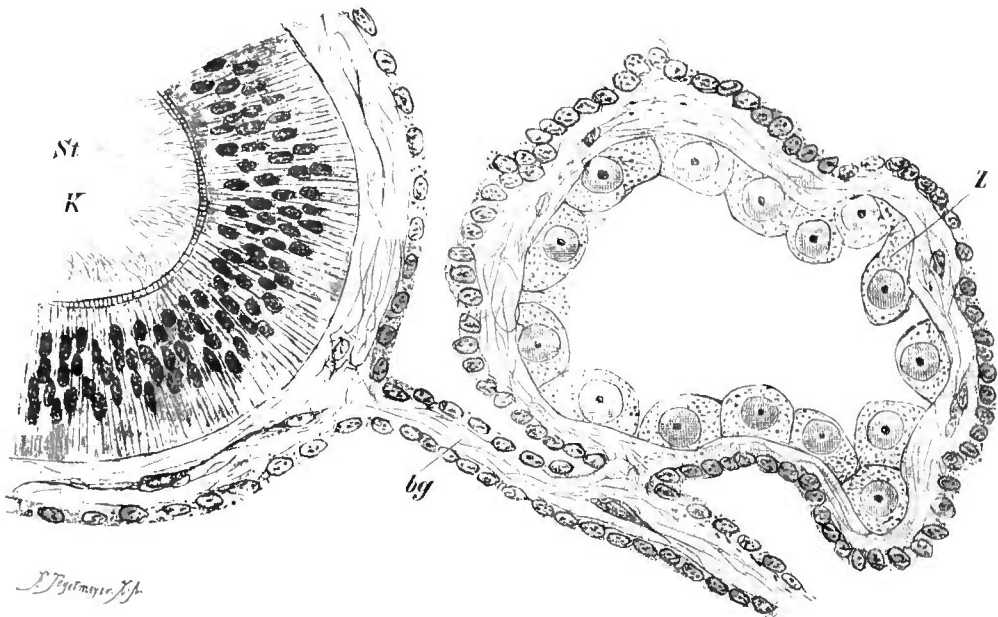
Bisher habe ich dieses Organ als Herz bezeichnet und bin mit der Deutung von Tiedemann, welcher sich Ludwig angeschlossen hat, gefolgt. Inwiefern eine solche Deutung nicht richtig ist, werde ich sogleich bei Betrachtung des feineren Baues darlegen.

Am lebenden *Asterias rubens* zeigt dieses Organ, aus dem schlauchförmigen Kanal herauspräpariert, eine violette Farbe. Bei den verschiedenen Gattungen und Arten ist dieselbe verschieden.

In Seewasser untersucht, erkennt man schon bei schwacher Vergrößerung, dass der Farbstoff in besonderen Zellen sitzt, welche im Inneren des Organes gelagert sind. Von der Fläche betrachtet, hat die Wandung das Aussehen eines Netzes. Eine Menge von sich kreuzenden Fibrillenbündeln treten uns entgegen. Sie bilden ein Maschenwerk. Wie nun die Betrachtung des Organes auferschnitten lehrt, besteht dasselbe aus einer Menge anastomosierender, der Hauptsache nach längsverlaufender Kanäle. Die bei Flächenbetrachtung in die Augen gefallenen Fibrillenbündel bilden die Wandungen der Hohlräume. —

Den feineren Bau zu untersuchen, bedient man sich am besten an jüngeren Tieren. Asteriden von 1—3 mm zeigen das Organ noch nicht in solcher Entwicklung, als es an geschlechtsreifen Tieren der Fall ist. Dann hat man nur wenige Hohlräume oder Kanäle zu unterscheiden, nicht aber eine solche Unzahl wie an erwachsenen Formen.

Die äußere Fläche des Herzens wird von einem cubischen Epithel überkleidet, welches in ganzer Ausdehnung wimpert und das Epithel des schlauchförmigen Kanales wie der Mesenterien verläuft. Das das dorsale Ende des Organes überziehende Epithel zeichnet sich durch seine hohen cylindrisch gestalteten Zellen mit langen Wimpern aus. — Betrachtet man einen Querschnitt durch das Organ eines (3 mm im Durchmesser) jungen *Asterias*, und zwar einen Schnitt, welcher nicht im dorsalen oder mittleren Teil durch das Organ gelegt ist, — denn hier würde man drei oder mehr Kanäle der Quere nach treffen — sondern durch den ventralen Theil, so erhält man das Bild, wie es der Holzschnitt wiedergibt.



Erklärung. Querschnitt durch das Chromatogenorgan und den Steinkanal (von letzterem nur ein Stück abgebildet). *St.K.* Steinkanal; *e<sup>2</sup>* Außenepithel. *bg.* Binde-  
substanz. *z.* Innenepithel (vom jungen *Asterias rubens*, Durchmesser 3 mm).

Unser Organ hat an dieser Stelle nur einen Hohlraum, der von Zellen ausgekleidet wird, welche einen Durchmesser von ungefähr 0,00785—0,00856 mm. besitzen. In dem kuglichen Kern, der einen Größendurchmesser von 0,00285—0,00357 mm hat, tritt constant ein Kernkörperchen hervor, das im Centrum desselben gelagert ist. Der Zelleib ist fein granulirt (nach Behandlung mit Chrom, oder Essigsäure) und ist mit Pigmentkörnern von verschiedener Gestalt angefüllt. Bald ist der Zelleib von nur wenigen, bald von einer größeren Menge von Pigmentkörnern angefüllt. Das Pigment der Zellen erteilt dem Organ seine Farbe, die, wie schon bemerkt wurde, bei den verschiedenen Gattungen variabel ist. —

Das Bild der ausgewachsenen Tiere zeigt auf dem Querschnitt eine Masse von Hohlräumen von gleicher Größe, wie Figur 58 auf Tafel VII wiedergibt. Wie ist es bei diesen mit dem Inhalt der Hohlräume bestellt? Zunächst ist zu betonen, dass ebenfalls ein Innenepithel vorhanden ist, bestehend aus den gleichen Zellen wie am jungen Tier. Von diesem Epithel können nun einmal sich einzelne Epithelzellen ablösen. Diese liegen dann im Hohlraum. In anderen Schläuchen trifft man eine geronnene Flüssigkeit an, welche sich mit

ssigkarmin behandelt rosa tingirt. Dass diese Flüssigkeit ein von en Epithelzellen abgeschiedenes Sekret vorstellt, geht aus der Lage esselben hervor. Zunächst trifft man das Sekret die Epithelzellen mgebend an, dann endlich füllt es den ganzen Schlauch aus. Die ellen, die im Sekret vorkommen, treten als helle Räume, die ungeirbt erscheinen, auf. Im Centrum liegt der dunkel gefärbte Kern. hier und da trifft man auf Vacuolen in den losgelösten Zellen. Der Durchmesser eines Schlauches variirt zwischen 0,0326 und 0,0489 mm. Ueber die Bindesubstanzschicht, welche die Wandung der Holräume unseres Organes bildet, ist nichts weiter zu sagen. Sie besteht aus Fibrillen, welche den gewöhnlichen Bau zeigen (vergl. das Kapitel über die Bindesubstanzschicht), und geht über in die gleiche Schicht des schlauchförmigen Kanales. Die Fibrillen verlaufen parallel zur Längsaxe des Organes. Am dorsalen Ende münden die in der Rückenwand des Seesterns verlaufenden Blutlakunen, also der dorsale Gefäßring und die zehn zu den Geschlechtsorganen führenden Lakunen; am ventralen Ende der im Perihämalkanal verlaufende Gefäßring mit den radialen Gefäßen, und endlich das Gefäßgeflecht, welches vom Magendarm herkommt und in den außerhalb des schlauchförmigen Kanales liegenden Teil unseres Organes mündet.

Die Wandung der Blutlakunen geht hierbei direkt über in die Wandung des Organes.

Für Tiedemann und dann für Ludwig war der Zusammenhang des Organes mit den Blutlakunen ein Grund, dasselbe für das Herz zu erklären.

Ludwig hat an unserem Organ Contractionserscheinungen beobachtet. Ich habe frisch ausgeschnittene Organe untersucht und rhythmische Contractionen an denselben wie auch an dem am lebenden Tier blogelegten Organe nicht constatiren können. Die Zusammenziehungen sind lediglich auf Rechnung der Bindesubstanzfibrillen zu setzen. Von letzteren glaubt Ludwig<sup>1)</sup> in der Wandung zweierlei Formen unterscheiden zu können, einmal kräftigere, stärkere und feinere. Letztere ist er geneigt für muskulös zu halten. Ich kann dem nicht beistimmen und habe nur echte Bindesubstanzfibrillen in der Wandung finden können.

Was nun die Contractionserscheinungen anlangt, welche ältere Autoren constatiren zu können glaubten, so ist Tiedemanns<sup>2)</sup>

---

1) Ludwig, Asteriden loc. cit. pag. 169.

2) Tiedemann, loc. cit. pag. 51.

Beobachtung mit den Tatsachen sehr gut vereinbar. Nach diesem Forscher contrahirt sich unser Organ nach Reizung mit einem scharfen Instrument oder wenn man es mit Weingeist befeuchtet, schwach und langsam. Das sind aber nicht normale Erscheinungen, sondern Reaktionen der Bindesubstanz auf die äußeren Eingriffe.

Die verschiedenen Angaben über den Bau unseres Organes sind von Ludwig zusammengestellt worden, und gehe ich somit unter Verweisung auf die Arbeit desselben nicht näher auf dieselben ein.

Ich komme nun zur Frage nach der eigentlichen Natur unseres Organes.

Mit der Constatirung eines Epithels in den Hohlräumen dieses Organes wird seine Deutung als ein Herz hinfällig. Hierzu kommt noch, dass eine Muskulatur nicht vorhanden und nur in der Wandung des schlauchförmigen Kanales anzutreffen ist, wie ich unten schildern werde.

Die Epithelzellen jedoch, welche die Hohlräume des Organes auskleiden, können sich loslösen und gelangen dann in die Hohlräume der Kanäle. Fig. 58 auf Tafel VII zeigt drei Kanäle eines Organes, vom erwachsenen Tiere auf dem Querschnitt getroffen. In dem einen ist es zur Abscheidung einer Flüssigkeit gekommen, die durch Reagentien gerinnt. Auf dem zweiten kleineren ist fast das ganze Lumen angefüllt von Zellen, die in starker Vermehrung begriffen erscheinen. In dem dritten Kanal sind einzelne Epithelzellen losgelöst und in das Lumen desselben gelangt.

Im Anschluss an dieses Organ beschreibe ich ein

### **Excretorisches Kanalsystem,**

welches sich in der Dorsalscheibe des Seesternes befindet. Bisher ist es noch nicht beobachtet worden oder besser gesagt erkannt worden — obgleich es sofort in die Augen fällt. Betrachtet man die innere Fläche der Rückenwand, so bemerkt man den sogenannten Blutgefäßring an seiner violetten Farbe, so sagte man bisher. Das, was aber hier durch seine Farbe hervortritt, ist ein Kanalsystem, welches selbst noch nicht beschrieben worden ist! Die eigentliche Blutlakuene ist nicht, wie nach älteren Autoren es schien, der Schizocoelraum, sondern vielmehr der Hohlraum, welcher im Septum, das sich im Schizocoelraum aufgehängt fin-

let, verläuft. Von aussen ist nun aber dieses Blutlakunensystem, da sein Inhalt vollkommen farblos erscheint, überhaupt nicht erkennbar. Das, was man erkannte und durch seine Farbe hervortrat, wurde (auch noch von Ludwig) als Blutgefäßring und die zehn zu den Geschlechtsorganen führenden Blutgefäße betrachtet.

In Wahrheit aber handelt es sich um ein Kanalsystem, welches mit den Blutlakunen zusammen im gleichen Bindegewebsseptum verläuft, und nur centralwärts gelegen ist. Es besteht dieses Kanalsystem aus einem Ringgefäß, zehn zu den Geschlechtsorganen führenden Kanälen und zwei Kanälen, welche in das Chromatogenorgan einmünden.

Einen Querschnitt durch den analen Blutlakunenring giebt uns Figur 69 auf Tafel VII wieder. Der Kanal ist ebenfalls auf dem Querschnitt getroffen und mit *K* gekennzeichnet. Wie aus der Figur hervorgeht, liegt unser Kanalsystem centralwärts vom Blutlakunenring. Es zeichnet sich durch die großen Epithelzellen aus, welche in einer Schicht sein Lumen begrenzen. Diese Zellen gleichen in ihrer Größe wie ihrer Form genau den Zellen, die im Chromatogenorgan sich finden (vergl. Figur 58 auf Tafel VII). In ihnen sind dieselben Farbstoffpartikel eingelagert, wie in den Chromatogenzellen des genannten Organes. Die Größe des kugeligen Kernes mit dem central gelegenen, stark lichtbrechenden Nucleolus ist ebenfalls die gleiche. Verfolgt man nun unsere Kanäle bis zum Chromatogenorgan, so sieht man, wie die beiden Kanäle in Hohlräume des Organes übergehen, und wie die Zellen, die die Hohlräume auskleiden, dieselben sind.

Nicht immer ist der Hohlraum der Kanäle nur von einer Schicht von Zellen erfüllt; oft findet man solche frei im Lumen liegend, so daß dieselben offenbar activ oder passiv bewegbar sein müssen.

Wie ist aber die Endigung unserer Kanäle in den Geschlechtsorganen? Es ist leicht, sie bis hierher zu verfolgen. Treten sie aber nun ein in die Wandung der Geschlechtsorgane oder aber stehen sie etwa in Zusammenhang mit den Ausführgängen derselben? Hierbei volle Klarheit zu verschaffen, ist mir bei *Asterias rubens*, dessen ich mich allein zur Untersuchung dieser Verhältnisse bediente, nicht gelungen. Wenn ich behauptete, dass der Kanal übergeht in den Ausführgang der Geschlechtsprodukte, so ist es lediglich eine Schnittserie, auf welche ich mich berufen kann. Ich erhielt hier Bilder, welche den Kanal in den Ausführgang der Geschlechtsorgane an derjenigen Stelle, wo derselbe beginnt senkrecht aufzusteigen und die Rückenwand zu durchsetzen,

einmündend zeigten. Ich fand dieselben großen Zellen, die das Epithel des Kanales bilden, auch im Lumen eines Spermaduktes frei liegend <sup>1)</sup>).

Ich habe dieses Kanalsystem in der Ueberschrift als excretorisches bezeichnet und damit auch das Chromatogenorgan als ein Excretionsorgan als Drüse gekennzeichnet. Lässt sich eine solche Deutung unseres Kanalsystemes rechtfertigen? Ich denke, dass die in den Zellen des Kanalsystemes auftretenden Farbstoffpartikel als Excretionsstoffe aufzufassen sind, wie ich aus ihren mikrochemischen Reaktionen schliesse, welche ich noch fortzusetzen gedenke, um später über dieselben genau zu berichten.

Deutet man das Chromatogenorgan als Drüse, so zwingt der Bau desselben hierzu. Solange als jedoch physiologische Untersuchungen noch ausstehen, halte ich es für besser, von weiteren Deutungen abzusehen.

### **Die Wandung des „schlauchförmigen Kanales“.**

Der schlauchförmige Kanal kann seiner Gestalt nach als ein Cylinder aufgefasst werden, in welchem Steinkanal und Chromatogenorgan liegen. Die Wandung des Cylinders ist einmal befestigt an der dorsalen Körperwand und auf der ventralen Innenwand, indem die einzelnen Schichten übergehen in die der Körperwand.

Der Bau der Wandung ist der gleiche, wie er an den Mesenterien des Darmtractus angetroffen wird. Nach aussen findet sich ein Beleg von abgeplatteten bis cubischen wimpernden Zellen, welche den das Enterocoel auskleidenden Zellen gleichen. Nach innen zu, das heisst den Hohlraum des schlauchförmigen Kanales begrenzend, trifft man dasselbe Epithel an.

Von besonderem Interesse ist nun, dass die Zellen des Aufsenepithels basalwärts je eine Muskelfibrille ausgeschieden haben. Die einzelnen Fibrillen verlaufen parallel zu einander und zur Längsaxe des Kanales. Es sind somit diese Zellen Muskelzellen, die noch ihre epitheliale Lagerung beibehalten haben, also Epithelmuskelzellen (vergl. Fig. 70 auf Tafel VI). Die Binde substanz-

---

<sup>1)</sup> Unter einer großen Anzahl von Asterias, die ich in meinem Praktikum öffnen liess behufs Untersuchung der reifenden Eier, fand ich nur einen Asterias, bei welchem sich Chromatogenzellen in großer Menge im Ovarium und zwar meist an den Enden der einzelnen Schläuche vorfanden. Ich glaube dieses Vorkommen für pathologisch halten zu müssen.



schicht, welche nach beiden Seiten von den Epithelien bekleidet ist, zeigt uns nichts besonders erwähnenswertes. Sie geht über in die gleiche Schicht der Körperwand. Diese Schilderung gilt von der Wandung des schlauchförmigen Kanales eines jungen 2 mm im Durchmesser großen Asterias. Untersucht man dieselbe an großen geschlechtsreifen Tieren, so treten folgende Unterschiede hervor. Zunächst trifft man keine Epithelmuskelzellen mehr an, sondern Muskelfibrillen, denen die ursprüngliche Bildungszelle aufsen aufliegt, von welcher nur der Kern erhalten ist. Diese Muskelfibrillen sind unterhalb der Epithelschicht in die Binde- substanzschicht, die stark entwickelt ist, zu liegen gekommen. Sie verlaufen parallel zu einander und zur Axe des Kanales. Oft sind sie in Gruppen zusammenstehend angeordnet. —

### Der Darmtractus.

Man unterscheidet am Seesterndarm gewöhnlich folgende Abschnitte: den Schlund, den Magendarm und von ihm ausgehend Blindsäcke, sowie einen Endabschnitt als Rectum, welcher noch kleinere Blindsäckchen trägt. — Vorausschicken will ich, dass sich die genannten Abschnitte histologisch streng abgrenzen lassen.

Die Blindsäcke des Magendarmes, welche sich in die Arme erstrecken, sind anfangs fünf Aussackungen, welche erst später zweilappig werden und durch Einfaltungen ihrer Wandungen die complicirte Gestalt annehmen, wie wir sie am erwachsenen Seestern kennen. Fig. 42 auf Tafel V zeigt ein mit der Camera entworfenes Längsschnittsbild durch einen jungen (1,4 mm im Durchmesser) Asterias. Die Mundöffnung *M* führt in den kurzen Oesophagus, der ektodermalen Entstehung ist. Mit *MD* ist der Magendarm durch eigentümliche, von mir zum ersten Male zu beschreibende Drüsen gekennzeichnet. Der Magendarm ist vielfach — auch an jüngeren Tieren — mannigfach gelappt. Es ist derjenige Abschnitt des Darmes, welcher beim Fressen und Saugen handschuhfingerartig nach aufsen hervorgestreckt wird, wie ich das weiter unten zu schildern habe. Auf unserer Figur 42 sind zwei der Blindsäcke gezeichnet, welche sich in die Arme fortsetzen. Das Rectum ist jedoch auf dieser Figur nicht zu sehen. Um seine Lage zu erkennen, verweise ich auf Fig. 51 auf Tafel VI, *R*. Mit *A* ist die Afteröffnung bezeichnet.

Bevor ich nun zur Schilderung der einzelnen Darmabschnitte

mich wende, will ich den um die Mundöffnung gelegenen Teil der ventralen Fläche beschreiben. Als

### Mundhaut

kann der kreisrunde, von jeglichen Kalkeinlagerungen freie Abschnitt der ventralen Körperwand bezeichnet werden. Im Centrum liegt die Mundöffnung. Begrenzt wird die Mundhaut durch den Gehirnring, der in dem verdickten Epithel verläuft (vergl. oben).

Die Mundhaut wird außen überzogen vom Körperepithel, welches nach der Mundöffnung zu an Höhe zunimmt. Unterhalb desselben liegt eine Bindesubstanzschicht, in welcher Lücken auftreten, in denen man auffallend viel Wanderzellen antrifft. Auf diese Schicht folgen Ringmuskelfasern concentrisch zur Mundöffnung und eine zweite Schicht von Längsmuskelfasern, nach innen von letzterer gelegen. Die Ringmuskelschicht bildet einen kräftigen Sphinkter welcher die Mundöffnung schließen kann. Das Coelomepithel überkleidet die innere Fläche der Mundhaut. (*MH* in Figur 52 auf Taf. VI). Die einzelnen Schichten der Mundhaut setzen sich in die gleichen Schichten des Oesophagus fort, wie Figur 54 Taf. VI zeigt.

Wie ich schon kurz bemerkte, nehmen die Zellen des Epithels an Länge zu, um rings um die Mundöffnung einen Wulst zu bilden. Hier sind die Zellen von cylindrischer Gestalt. Zwischen den basalen Fortsätzen dieser Zellen verlaufen die Nervenfibrillen, zur Bildung eines Nervenringes zusammentretend. Die Hauptmasse der Fibrillen verläuft jedoch nicht concentrisch zur Mundöffnung, sondern parallel zur Darmaxe, so dass man auf einem Längsschnitt durch die Mundöffnung (vergl. Fig. 54 Taf. VI, nur die eine Hälfte der Wandung ist dargestellt) den größten Teil der Fibrillen der Länge nach verlaufend antrifft und nur wenige concentrisch verlaufende auf dem Querschnitt getroffen sieht.

### Der Schlund.

Wie uns Ludwig<sup>1)</sup> gezeigt hat, bildet sich der Munddarm durch eine Ausbuchtung an der linken Seite des Larvenmitteldarmes. Diese Ausbuchtung erreicht endlich die Körperwand und bricht nach außen durch. Es muss nun, vorausgesetzt, dass die Entwicklungsweise bei *Asterina* übereinstimme mit der von Aste-

---

<sup>1)</sup> Ludwig, *Asterina gibbosa*. Kapitel 4 und pag. 167.

rias, zugleich mit dem Durchbruch der Mundöffnung eine Einstülpung des Ektoderms stattgefunden haben, und ist dann also der Anfangsteil des Mundrores, der Schlund, ektodermalen Ursprungs. Dies lässt sich noch erkennen, indem sich das ventrale Epithel der Mundscheibe direkt in den Oesophagus, der von nur geringer Länge ist, fortsetzt (vergl. Fig. 54 Taf. VI).

Die Zellen, die sich im Schlund finden, gleichen denen, welche dem Ringwulst um die Mundöffnung bilden. Je größer der Seestern wird, desto mehr nehmen die Zellen an Länge zu. Sie sind feine Elemente mit einem ovalen Kern, der bald der Peripherie, bald der Basis näher liegt. Der basale Teil jeder Zelle reicht bis zur Bindesubstanzschicht. Zwischen den basalen, unterhalb des Kernes gelegenen Fortsätzen der Zellen verlaufen die Nervenfibrillen immer der Längsaxe des Darmes parallel. Die Nervenschicht ist ungemein ausgebildet und lässt sich im Magendarm, ohne zu verstreichen, weiter verfolgen. Jedenfalls ist sie hier entodermalen Ursprungs.

Im Schlund trifft man die eiförmigen Drüsenzellen, wie solche im Körperepithel vorkommen. Unterhalb des eiförmigen Teiles der Zelle findet sich der Kern, und verlängert sich jede Zelle in einen Fortsatz, welcher senkrecht durch die Nervenschicht hindurchgeht. An jungen Tieren von 2—4 mm habe ich niemals Drüsenzellen gefunden, während an geschlechtsreifen Formen dies leicht gelang. Die Länge des becherförmigen Teiles beträgt ungefähr 0,01956 mm, die der Epithelzellen überhaupt 0,065—0,97 mm. Unterhalb des Epithels verläuft die Bindesubstanzschicht, von letzterem durch eine 0,00326 mm dicke hyaline Membran getrennt. Sie ist nur an erwachsenen Asterien deutlich zu erkennen, an jungen Tieren, jedoch im Verhältniss zum Epithel von geringer Entwicklung. Die Grundsubstanz herrscht vor, und nur wenig Zellen und Fasern trifft man an. Ihr liegen auf nach außen zu eine Schicht ringförmig verlaufender Muskelfibrillen und eine Lage von Längsmuskelfibrillen (vergl. Fig. 57<sup>a</sup> auf Tafel VI). Hierauf folgt das sämtliche in der Leibeshöhle gelegenen Organe überkleidende wimpernde Pflasterepithel. Sämtliche Schichten des Oesophagus gehen direkt über in die der Mundhaut sowie andererseits in die des Magendarmes. Die Muskelfibrillen verlaufen sämtlich parallel zu einander und bilden an jungen Tieren eine Schicht. An erwachsenen Exemplaren haben beide Muskelschichten an Entwicklung zugenommen, besonders die Längsmuskelschicht,

Dann findet man, dass der Oesophagus wulstförmige Bildungen zeigt, eine nur an contrahirten Tieren hervortretende Erscheinung

#### Der Magendarm

ist der zweite Abschnitt des Darmtractus. Figur 42 auf Tafel V zeigt, wie derselbe in mehrfachen Windungen und Ausbuchtungen in dem in der Scheibe gelegenen Enterocoelteil sich ausgebreitet hat. Das ist seine Lage, während der Seestern nicht frisst. Ist dies der Fall, so wird der Magendarm hervorgestülpt und kommt auf die Weise nach aussen zu liegen, wie es Fig. 51 auf Taf. VI zeigt. Doch das bespreche ich weiter unten.

Untersucht man den Mitteldarm auf Schnitten, so fallen zwischen den langen Epithelzellen helle Räume auf, welche sich fast gar nicht mit Farbstoffen tingiren. Nur hier und da ist in der Basis dieser hellen Räume ein großes, kreisrundes, fein rosa tingirtes Gebilde zu erkennen. Vorzüglich an mit Essigkarmin oder Hämatoxylin (Böhmersches Essighämatoxylin) behandelten Tieren erkennt man, dass diese hellen Räume große Drüsenzellen sind und dass das kreisrunde Gebilde den großen kugeligen Kern vorstellt. Diese schlauchförmigen Drüsen sind es, welche ein Sekret, das bei dem Nahrungserwerb eine große Rolle spielt, absondern.

Die Epithelzellen des Magendarmes sind lange cylindrisch bis haarfeine Zellen, welche je eine Wimper tragen. Die ovalen Kerne liegen in verschiedenen Höhen der Zellen (Fig. 55). Zwischen diesen findet man die schlauchförmigen Drüsenzellen. Wie Figur 43 auf Tafel V zeigt, sind sie ziemlich regelmässig verteilt. Ihre Gestalt ist die eines Cylinders oder Schlauches. Hier und da ist die Basis der Zellen etwas angeschwollen; im Allgemeinen jedoch ist ihr Durchmesser derselbe. Der Inhalt erscheint fein granulirt. In der Basis der Zelle findet sich der ungemein große kugelige Kern, in welchem stets ein großes Kernkörperchen deutlich hervortritt. Der Durchmesser dieser Drüsen beträgt 0,00571 mm, der des Kernes 0,00428 mm, des Kernkörperchens 0,00102 mm. Diese Maße gelten für einen jungen *Asterias rubens* vom Durchmesser 1,75 mm. — Um den Kern ist der Zellinhalt etwas stärker gefärbt als im übrigen Teile.

Das Epithel mit seinen Kernen nimmt mit Karmin behandelt den Farbstoff ungemein stark auf. Der Magendarm hebt sich in Folge dessen sehr ab von den Blindsäcken, während der Schlund in gleicher Weise dunkel tingirt erscheint. In der Tiefe der Epithelschicht, zwischen den basalen Fortsätzen der Epithelzellen, ver-

aufen Nervenfibrillenzüge immer zur Längsaxe des Darmes parallel. Eine hyaline Membran folgt auf die Epithelschicht. Die Bindesubstanzschicht zeigt am jungen Tiere auffallend wenig Zellen und Fibrillen. Es scheinen in ihr Lücken und Hohlräume, die untereinander communiciren, vorhanden zu sein, doch lässt sich das an jungen Tieren schwierig nachweisen.

Die beiden Muskelschichten, nach innen die Rings-, nach aussen die Längsmuskelschicht, bieten nichts besonders. Das Aussenepithel (*de*<sup>2</sup>) besteht aus abgeplatteten wimpernden Zellen und ist im ganzen Verlaufe des Darmes immer dasselbe.

### Die Blinddärme.

Am geschlechtsreifen, ausgewachsenen *Asterias* sind fünf Paare von Blindsäcken zu unterscheiden. An jungen Tieren finden sich an ihrer Stelle fünf Aussackungen, welche sich in die Hohlräume der Arme, welche zum Enterocoel gehören, erstrecken. Dann teilt sich jede Aussackung in zwei, sie gabelt sich, und sind dann zehn vorhanden. In diesem Entwicklungsstadium ist die Wandung der Blinddärme noch vollkommen glatt. Erst in einem späteren Wachstumsstadium erleidet dieselbe Ausbuchtungen und wird so auf diese Weise zu einem complicirt gebaut erscheinenden Organe.

Schneidet man einen Blinddarm von einem jungen *Asterias* (etwa 2 ctm. gross) heraus und untersucht seine innere Oberfläche in frischem Zustande, so wird zunächst die heftige Wimperung derselben in die Augen fallen. Alle Wimpern sitzen mit einem Basalstück auf ihren Zellen auf, und ist ihre Anheftungsweise somit dieselbe, wie wir sie an den Kiemen der Muscheln durch Engelmann u. a. kennen gelernt haben. Uebrigens, das sei an dieser Stelle bemerkt, gilt das Gesagte auch für die übrigen Abschnitte des Darmtractus.

Ausser den Wimpern fallen kreisrunde blasenähnliche Bildungen auf, welche bald peripher, bald in tieferen Lagen zu liegen scheinen.

Breitet man nun ein Stück des frischen Blinddarmes aus und behandelt es mit Höllenstein, so treten die Zellgrenzen, sowie diese blasenartigen Gebilde deutlicher hervor. (Fig. 49, Taf. VI.

An mit Chromsäure getöteten Asterien, denen die Chromsäure in 1 proc. Lösung in den Magendarm injicirt wurde und welche dann mit *Ranviers* Pikrokarmine gefärbt wurden, gelang es am besten, über diese Gebilde ins Reine zu kommen.

Auf Längsschnitten oder auch Querschnitten durch den Blinddarm ergab sich dann folgendes.

Die blasenähnlichen Gebilde sind Drüsenzellen und zwar Becherzellen. Innerhalb jedes solchen Gebildes, meist central gelegen, tritt der stark gefärbte Kern hervor, während der Zellinhalt hellrosa, etwas heller als die übrigen Epithelzellen erscheint.

Die Grösse der Becherzellen ist sehr verschieden. Sie variiert zwischen 0,0097—0,0130 mm. Die grossen kreisrunden Zellkerne besitzen einen Durchmesser von 0,00357—0,00428 mm. (Diese Masse gelten für einen *Asterias* vom Durchm. 2 ctm). Die Zellen liegen nicht blos peripher, sondern in allen Höhen des cylindrischen Darmepithels. Die kleineren Zellen trifft man besonders in der Tiefe des Epithels an (vergl. Figur 57<sup>b</sup>), so dass der Schluss gerechtfertigt scheint, dass die Drüsenzellen in der Tiefe entstehen und dann an die Oberfläche rücken.

Sehr schwer gelingt es, über die Oeffnung dieser Becherdrüsen sich Gewissheit zu verschaffen. Die kleineren Zellen, wie überhaupt alle nicht peripher gelegenen, besitzen keine Stomata, während hingegen die peripher gelegenen solche erkennen lassen. Es ist dies sehr schwierig, gelingt jedoch an versilberten Präparaten.

Der Inhalt unserer Zellen ist stark lichtbrechend. Um den Kern herum liegt das feingranulirte Plasma, welches sich netzartig ausbreitet.

Diese Erscheinungen sind an mit Essigkarmin oder Hämatoxylin behandelten Objekten nicht zu eruiren, nur die mit Pikrokarmin behandelten Präparate zeigten dieselben, während sonst die Zellkerne nicht deutlich hervortreten, und an Stelle der Drüsenzelle ein wasserheller Holraum zu sehen ist. — Die Epithelzellen, zwischen denen zerstreut die Becherdrüsen liegen, sind von cylindrischer Gestalt. Ihre Länge ist je nach dem Alter des Tieres verschieden. An einem 2 ctm grossen *Asterias* besitzen die Epithelzellen eine Länge von 0,03912 mm. Vergl. Figur 56 Taf. VI. Mit Chromsäure-Osmiumsäure behandelt, und nachheriger Färbung mit neutralem Essigkarmin oder Ranviers Pikrokarminlösung zeigt sich der Zellinhalt fein granulirt. Ein oder mehrere Wimpern, das erstere scheint die Regel zu sein, sitzen der Peripherie der Zelle auf. Der Zellkern liegt in dem basalen Teile der Zelle, niemals in dem oberhalb der Zellmitte gelegenen Zelleib. Figur 56 auf Tafel VI zeigt in Drittelalkohol

kernte Zellen; Figur 57 b giebt einen Längsschnitt durch den Magendarm wider, welcher zugleich das Verhalten der übrigen Darmabschnitte, welche die Darmwandung zusammensetzen, zeigt.

Die Binde substanzschicht ist von geringer Ausdehnung. Lücken zwischen den Muskelschichten in ihr auf, auf deren Deutung ich unten eingehen werde. Innerhalb der Muskelschichten sind die beiden Muskelschichten entwickelt. Nach innen liegt die Rings-, nach aussen die Längsmuskelschicht. Innen wird der Darm vom Plattenepithel überzogen, das mit cilia bedeckt ist.

Auf der dorsalen Fläche des Magendarmes trifft man auf die Afteröffnung als

### Rektum

Das Rektum ist ein beschreibenden Abschnitt, welcher nach Aussen mündet durch die Körperwand durchbrechenden Gang (vergl. Fig. 51 auf Tafel VI.) Das Rektum mit seinen Blindsäcken zeichnet sich durch seine Wulstbildungen aus, welche weit in das Lumen hineingehen. Der Ausführgang, welcher die Wandung durchsetzt, besitzt keine Wülste, sondern ist vollkommen glatt. Sein Epithel geht über der Afteröffnung über in das allgemeine Körperepithel. Es verengt sich in seiner ganzen Länge, wie dies in gleicher Weise vom Colon gilt.

Der Darm wird von Mesenterien, Aufhängebändern befestigt. Solche Gebilde gehen vom Magendarm ab, und zwar von der dorsalen Fläche der äusseren Fläche zu der Körperwandung das Peritoneum durchsetzend.

Die Blinddärme werden, wie bekannt, durch je ein Aufhängeband, das mehrfach durchbrochen ist, an der inneren dorsalen Körperwand befestigt.

Der Bau dieser Mesenterien ist folgender. Auf beiden Flächen findet sich ein Wimperepithel, welches übereinstimmt mit dem Leibeshölenepithel, welches alle in der Leibeshöhle gelegenen Organe verkleidet. Unterhalb des Epithels ist eine Lage von parallel zueinander angeordneten Muskelfibrillen zu unterscheiden. Die Mitte der Mesenterien wird von einer Binde substanzschicht gebildet, welche nichts besonderes zeigt. Wanderzellen sind in grosser Menge in ihr zu finden. Diese Binde substanzschicht der Mesenterien geht in die entsprechende Schicht des Darmes (Magendarm oder Darmblindsäcke) über, sowie in die der Körperwandung. —

### Zur Physiologie des Darmtractus.

In diesem Abschnitt will ich meine Beobachtungen über die Nahrungsaufnahme wiedergeben und zugleich versuchen, die einzelnen Darmabschnitte — soweit dies auf Grund der histologischen Untersuchung möglich ist — in ihrer Funktion zu beschreiben.

Ueber die Nahrungsaufnahme der Seesterne liegen eine Reihe von Beobachtungen aus älterer Zeit vor, auf welche ich kurz eingehen muss.

Deslongchamps<sup>1)</sup> berichtet, dass die Seesterne von Austern leben und, worauf es mir hier besonders ankommt, einen giftigen Saft absondern, welcher die Schliessmuskeln der Auster lämt und auf diese Weise bewirkt, dass sich dieselbe aufklappt. Von *Asteracanthion violaceum* erzählt derselbe Autor, wie er mehrere Individuen zusammenantraf, welche mit ihren Armen ineinander geflochten waren und eine tote *Macra stultorum* in ihrer Mitte hielten. Alle Individuen sassen auf dem schwach geöffneten Rande der Schale und „senkten aus der Nähe ihres Mundes fünf gestielte dünnwandige Bläschen (welche später nicht mehr aufgefunden werden konnten) dazwischen, aus deren durchbortem Ende eine zersetzende Flüssigkeit tropfenweise hervordrang und das Weichtier rasch auflöste.“

Mc. Andrew und Barrett<sup>2)</sup> berichten dasselbe von *Asteracanthion*, wie diese Art eine grosse *Litorina* zwischen ihren fünf Stralen festhielt und den ausgestülpten Magen bis ins hinterste Ende des Schalgewindes hineinschiebt. — Rymer Jones<sup>3)</sup> verdanken wir dann weiter Angaben über die Nahrungsaufnahme. Auch er berichtet, dass der Seestern seinen Magen zum Mund heraussstülpt über die Auster, so dass diese ganz davon eingehüllt ist. Auch das Absondern einer giftigen Flüssigkeit erwähnt er.

Aus neuer Zeit sind mir keine Angaben über das Fressen der Seesterne bekannt, welche etwas Neues brächten. Besonders was die Absonderung der Flüssigkeit anlangt, so ist der Ort, wo dieselbe entsteht, bisher noch unbekannt.

---

<sup>1)</sup> Deslongchamps, Ann. des scienc. natur. Bd. 9. 1826.

<sup>2)</sup> Mc. Andrew und Barrett, vergl. Bronn, Klassen und Ordnungen, 1. Band. Amorphozoa, pag. 265.

<sup>3)</sup> Jones, Rymer, Zur Naturgeschichte der Asteriden in: Forr. N. Not. Bd. 12 No. 248. 1839.



Ich habe an *Asterias rubens* sowol in Kiel an frischem Material, welches soeben dem Meere entnommen war, hierüber Untersuchungen angestellt, als auch an Asterien, welche ich in den wasseraquarien des Göttinger zoologischen Instituts Monate lang hielt.

Die Nahrung dieser in der Kieler Bucht lebenden Seesterne teilt zum grössten Teile von *Mytilus edulis*. Die Nahrungnahme geht in folgender Weise vor sich.

Der Seestern (*Asterias rubens*) bringt sich eine Muschel vertikal seiner Füsschen und Stacheln der ventralen Körperfläche die Nähe der Mundöffnung. Ist dies geschehen, so stülpt sich der Magendarm, also der mittlere Abschnitt des Darmes, handuhfingerförmig hervor. Es kommt somit seine Innenfläche mit den grossen flaschenförmigen Drüsenzellen nach aussen zu liegen. Die Muschel wird nun vom ausgestülpten Magendarm gefasst und gelangt jetzt in die Mundöffnung hinein. Hierbei ist die Längsaxe der Muschel senkrecht zur ventralen Fläche des Seesterns gerichtet. Man kann nun sehen, wie die Absonderung der Flüssigkeit vor sich geht, wie die Muschel eingespeichelt wird, indem sie von einer klebrigen Masse umhüllt wird, welche sich in sie eindringt. In kurzem öffnet sie ihren Schliessmuskel und sie wird nun vollkommen ausgesaugt, indem sie zugleich tiefer in den Darm hineingelangt. Die grossen flaschenförmigen, oben mir beschriebenen, bisher unbekanntes Drüsen sind es, welche die giftige, einelämende Wirkung besitzende Flüssigkeit absondern. Nachdem die Muschel vollkommen ausgesaugt ist, werden die Schalen wieder freigegeben, indem der Seestern seinen Magendarm wieder zurückzieht. Figur 51 zeigt einen *Asterias* mit hervorstülptem Magendarm.

In einer Blechkiste erhielt ich aus Kiel eine grosse Menge einer und mittlerer Seesterne, in der Grösse von einem halben bis drei ctm. zugleich mit sehr jungen *Mytilus*. Der grössere Teil der Seesterne zeigte sich beim Auspacken mit hervorstülptem Magendarm und der Muschel in demselben, sämtlich in der Verdauung begriffen.

Oft trifft man Seesterne an, welche den Magendarm hervorstülpt haben, ohne eine Muschel eingeschlossen zu haben. Es sind dies Tiere, wie ich mich überzeugen konnte, welche keine Nahrung fanden und dann aus Mangel an derselben zu Grunde gehen. Isolierte Seesterne, in deren Gefässen keine Nahrung vor-

handen war, stülpten ihren Magen hervor und, längere Zeit ohne Nahrung gehalten, gingen sie zu Grunde.

Bei den grösseren Formen, wie *Astropecten aurantiacus*, werden kleinere Muscheln in den Darm geschluckt, und man findet dann den Magendarm oft prall angefüllt von denselben. An einer Anzahl von *Astropecten* aus der zoologischen Station zu Neapel war der ganze nicht hervorgestülpte, oder doch nur teilweise hervorragende Magendarm oft so voll von Muscheln gefüllt, dass die Rückenfläche des Tieres emporgewölbt war. Es fanden sich bei einem Exemplar folgende verschiedene Arten vor: *Pecten* in grosser Anzahl, bis zu zehn Stück; sechs *Tellina*, etliche *Conus*, und fünf *Dentalium*.

Die Verdauung geschieht jedenfalls im Magendarm und wird durch das von den Blindsäcken, den Leberschläuchen, abgesonderte Sekret befördert. Ob die kleinen Anhangsgebilde des Rektums als Harnorgane funktionieren, darüber haben physiologische Untersuchungen zu unterscheiden.

Ich schliesse einige historische Notizen an dieser Stelle an.

Der Darmtractus wurde früher von Hoffmann<sup>1)</sup> auf seinen histologischen Bau untersucht. Am Magen unterscheidet derselbe zwei Hauptschichten, eine Muskelfaser- und eine Bindegewebsschicht, in welcher letzterer feine, wellenförmig verlaufende Bindegewebssibrillen und eine Zellschicht unterschieden werden. Das Wimperepithel im Magen hat Hoffmann weiter beobachtet. Drüsenzellen hat dieser Forscher in keinem Abschnitt aufgefunden. Merkwürdigerweise wird *Asterias rubens* der After abgesprochen, der aber bei jedem Tiere leicht nachzuweisen ist.

Teuscher<sup>2)</sup> hebt ausdrücklich hervor, dass bei *Astropecten* weder im Magen noch im Anhang desselben Drüsen vorkommen, eine Angabe, die nach meinen Befunden an *Asterias* bezweifelt werden muss. Das Material, welches Teuscher zu Gebote stand, ist jedenfalls schlecht erhalten gewesen, da er sonst erkannt haben würde, dass die Struktur der einzelnen Schichten, welche die Darmwand zusammensetzen, nicht in den verschiedenen Abschnitten die gleiche ist, wie er angiebt.

---

<sup>1)</sup> Hoffmann, Zur Anatomie der Asteriden, in: *Niederländ. Archiv*, Band 2, 1873. pag. 5.

<sup>2)</sup> Teuscher, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen. 3. Asteriden, in: *Jenaische Zeitschr.* Band 10. p. 511.

### Die Gefäße des Darmtractus.

Wie Tiedemann<sup>1)</sup> bereits beschrieben hat, gehen an der Leber, an welcher die dorsalen Gefäße vom „Herzen“ austreten, die dorsalen Gefäße ab, um zum Magendarm zu treten. Ludwig<sup>2)</sup> hat dieselben wieder aufgefunden und giebt an, dass die strangförmigen Gefäßgeflechte an die Wand des Magens treten, „um sich dort in derselben Weise zu verästeln, welche ich bisweilen noch nicht weiter verfolgt habe.“

Früher hatten Greeff<sup>3)</sup> und Hoffmann<sup>4)</sup> ein frei in der Leibeshöhle hängendes drüsenförmiges Organ beschrieben. Der erstgenannte Forscher betont die Uebereinstimmung im Bau dieses Organes mit dem drüsigen Organ (sog. Herzen) und glaubt, dass ein Zusammenhang mit letzterem bestehe.

Ludwig<sup>2)</sup> entgegnet nun, dass dieses angeblich frei in der Leibeshöhle hängende Organ nur die besonders stark entwickelten Längsteile der beiden Darmgefäßgeflechte seien.

Um diese Frage zu lösen, ist es am besten, Querschnittserien durch den schlauchförmigen Kanal in ganzer Länge anzufertigen. Ein Querschnitt durch den oberen Teil des schlauchförmigen Kanales zeigt uns folgendes. Auf Figur 36a auf Tafel IV sieht man, dass die Wandung des Kanales, in dem Steinkanal und Chromatogenorgan liegen, durchbrochen worden und ein Teil derselben mannigfaltig gelappt außerhalb in die Leibeshöhle zu liegen gekommen ist. Der Zusammenhang zwischen letzterem Teile und dem innerhalb des Kanales gelegenen ist leicht zu erkennen. Somit ist Greeffs Ansicht, nach welcher ja ein Zusammenhang zwischen beiden Organen bestehen sollte, richtig. Der außerhalb des Kanales gelegene Teil ist aber nicht ein Organ für sich, sondern nur ein Teil des Chromatogen-Organes, wie sein Bau zeigt. Die Holme werden von den uns schon bekannten großen Epithelzellen ausgekleidet.

Auf unserer Figur 36 ist dann weiter zu sehen, wie vom Chromatogen-Organ jederseits ein Blutgefäß abgeht zum dorsalen Blutringgeflecht (*Bl*<sup>1</sup> und *Bl*<sup>2</sup>).

Die zum Magendarm laufenden Lakunen treten aus dem frei

---

1) Tiedemann, loc. cit.

2) Ludwig, Asteriden, (pag. 181 der Morpholog. Studien Band 1.

3) Greeff, Mitteilung 2, p. 99.

4) Hoffmann, loc. cit. p. 16.

in der Leibeshöhle hängenden Teile des drüsigen Organes aus und lassen sich in ihrem weiteren Verlaufe leicht verfolgen. Man kann nicht von Gefäßen sprechen, sondern von einem Gefäßgeflecht, welches an die Rückenfläche des Magendarmes herantritt. Dieses Gefäßgeflecht besteht aus Lücken in der Bindesubstanz, welche mit einander kommunizieren. Außen wird das Gefäßgeflecht von einem Plattenepithel überzogen, welches in das des Magendarmes übergeht.

Es tritt nun dies Geflecht an den Darm in der Weise heran, dass seine Bindesubstanzschicht mit der des Darmes verschmilzt, und dass sich die Lücken in derselben, welche eben „die Blutgefäße vorstellen, in Lücken in der Bindesubstanzschicht des Magendarmes übergehen. Zunächst ist das Gefäßgeflecht noch mehrfach gelappt, um allmählig zu verstreichen, wie Figur 36 auf Tafel IV zeigt.

In den Holträumen dieses Lakunengeflechtes trifft man die Blutzellen oft in großer Menge an.

Der weitere Verlauf der Lakunen ist folgender. Die Lücken und Holräume in der Bindesubstanzschicht sind in der Wandung des Magendarmes nachzuweisen, one dass bei äußerer Betrachtung etwas von einem Lakunensystem zu sehen wäre. Es existirt ein Bauch- und Rückengefäß nicht. Es ist also das bei Asteriden vorhandene Verhalten des Darmlakunensystems ein viel primitiveres als etwa bei Echiniden und Holothurien. Ob nun die Bildung, wie sie Asterias zeigt, die primäre sei, oder aber die complicirten Verhältnisse der anderen Gruppen primär und das Gefäßsystem bei Asteriden rückgebildet sei, das kann nur durch Heranziehung der übrigen Organisationsverhältnisse und genauer Vergleichung annähernd erschlossen werden.

Mir scheint das Blutlakunensystem bei den Asteriden ebenso eine selbstständige Bildung zu sein, wie bei den Echiniden, von denen sich dasselbe auf die Holothurien vererbt hat.

Uebrigens müssen die Darmlakunen an größeren Arten noch untersucht werden. Ich hoffe baldigst hierüber Mitteilungen geben zu können. —

### III. Abschnitt.

#### Das Wassergefäßssystem.

##### a) Steinkanal und Madreporenplatte.

Hauptsächlich über die noch in der Entwicklung begriffenen gane will ich im Folgenden berichten. Den Bau des ausgeleiten Organs haben Jourdain<sup>1)</sup> und besonders eingehend Ludwig<sup>2)</sup> geschildert. Die Arbeiten der älteren Forscher, wie Hoffmann, Teuscher u. a. sind in Ludwigs Abhandlung<sup>2)</sup> tisch beleuchtet, so dass ich auf diese Arbeit verweise.

Die Verhältnisse, wie ich sie bei einem 1,2 mm im Durchmesser großen *Asterias* fand, sind folgende.

Der Steinkanal öffnet sich nach außen durch eine Oeffnung, dem Rückenporus der Larven entspricht. Wie Ludwig<sup>3)</sup> gezeigt hat, verbindet sich der Steinkanal mit dem Rückenporus etwa am zwölften Tage, so dass jetzt das Seewasser durch denselben in den Steinkanal und von hier aus in die übrigen Teile des Wassergefäßsystemes gelangt. Dieses Stadium erhält sich mit ziemlich langer auch am ausgebildeten Seestern. Figur 33 auf Tafel IV stellt einen Verticalschnitt durch die durch eine Oeffnung repräsentirte Madreporenplatte dar. Das Körperepithel in der Umgebung der Oeffnung zeichnet sich durch die Länge seiner Zellen aus. Es sind dieselben feine Gebilde, die einen ovalen Kern im Centrum, oder doch demselben genähert, tragen. Jede Zelle besitzt eine lange lebhaft hin und her schwingende Wimper. Ihre Länge beträgt 0,0096 mm. Eine 0,0015 mm dicke Cuticula begrenzt die Zellen peripher. Dieses hohe Wimperepithel wird, sobald es in den nun folgenden Kanal, den ersten Porenkanal, eintritt, niedriger und niedriger, bis es schliesslich als Plattenepithel bezeichnet werden muss (vergl. Figur 33). Es ist somit dasselbe Verhalten bei dem jungen *Asterias* zu verzeichnen, wie es Ludwig<sup>4)</sup> bei ausgewachsenen Tieren und bei der Madreporenplatte der Crinoiden, ich<sup>5)</sup> bei den Holothuriern geschildert habe.

1) Jourdain, Recherches sur l'appareil circulatoire etc. Comptes Rendus. T. 65. 1867. p. 1002.

2) Ludwig, Asteriden, Morph. Studien, Band 1 pag. 150.

3) *Asterina gibbosa*. Entwicklung, Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Band 37. pag. 169.

4) Ludwig, Crinoiden, Morphologische Studien, 1. Band pag. 56.

5) Hamann, 1. Heft dieser Arbeit, pag. 26 und pag. 81.

Der Porenkanal setzt sich direkt fort in den Steinkanal, der durch sein hohes Wimperepithel sich auszeichnet. Rings um die Öffnung des Rückenporus liegen Kalkgebilde in der Cutis, wie ich noch hervorheben will. Der Steinkanal ist an unserem jungen Tier ein Cylinder, dessen Innenfläche noch vollkommen glatt erscheint. Erst später treten complicirtere Bildungen auf. Bevor ich diese jedoch beschreiben will, sei noch einiges über den feineren Bau des Steinkanales hinzugefügt. Das hohe Wimperepithel besteht aus feinen haarförmigen Zellen mit dem in einer Anschwellung gelegenen ovalen Kern. Auf diese Epithelschicht folgt die Binde substanzschicht mit den über einander gereihten Kalkringen <sup>1)</sup> und hierauf das Aufsenepithel, aus einem Plattenepithel bestehend. Der Steinkanal, dessen Durchmesser 0,00326 mm beträgt, geht in den Wassergefäßring der ventralen Körperwand über. Sein Epithel ist niedriger geworden, die Größe der Zellen beträgt an seiner Mündung etwa 0,00214 mm gegen 0,0057 mm im übrigen Teile seines Verlaufs.

Die Cuticula, welche auf der Madreporenplatte sich findet und mit der allgemeinen Körpercuticula, wie sie den ganzen Körper überzieht, zusammenhängt, ist auch im Steinkanal vorhanden. Sie besitzt hier eine Dicke von 0,0011 mm und wird von feinen Kanälchen durchsetzt, durch welche die Wimpern hindurchtreten. Es ist hier also ein anderes Verhalten zu constatiren als im Darmtractus, wo die Wimpern vermittels Basalstücken auf den Zellen festsitzen <sup>2)</sup>.

An unserem jungen Seestern ist bereits eine ampullenförmige Erweiterung des Steinkanales zu constatiren, da, wo derselbe in das Porenkanälchen mündet, wie sie am erwachsenen Tiere von Græff <sup>3)</sup> und Ludwig <sup>4)</sup> in der Mehrzahl beschrieben sind. —

Untersucht man den Steinkanal an älteren Exemplaren von etwa 2 mm und darüber auf dem Querschnitt, so sieht man, dass an einer Stelle der bisher glatten Innenfläche eine Hervorwulstung

---

<sup>1)</sup> Sharpey und Siebold gaben die ersten genaueren Angaben über den Bau des Steinkanales, vergl. Ludwig a. o. O. pag. 156.

<sup>2)</sup> Ludwig beschreibt am Steinkanal von *Brisinga* ausführlich die Cuticula und die Kanälchen, durch welche die Wimpern hindurchtreten. Zur Kenntniss der Gattung *Brisinga* in: *Morpholog. Studien*, Band 1 pag. 222.

<sup>3)</sup> Græff, 3. Mittheilung, pag. 100.

<sup>4)</sup> Ludwig, *Asteridenarbeit*, *Morph. Studien* Band 1 pag. 159.

des Epithels beginnt. Die Epithelzellen verlängern sich und strecken sich in gerader Linie in der ganzen Länge des Steinkanales mit Ausnahme des ventralen Endes — in denselben hinein (vgl. Figur 36 a Tafel IV). Diese Zellen tingiren sich, mit Essigsäure behandelt, stärker als die übrigen. Die Zellwucherung nimmt zu, und schließlich haben wir am erwachsenen Tier einen Steinkanal, wie er in Figur 35 auf dem Querschnitt dargestellt ist. Die ursprünglich einfache Längsleiste hat sich geteilt und sich in zwei Schneckenwindungen gefaltet. Diese eigentümliche Faltung, die sich bei anderen Arten in ähnlicher Weise wiederholt, scheint mit der Bewegung der Flüssigkeit des Steinkanales im Zusammenhang zu stehen. Das Epithel nämlich, welches die inneren Schneckenwindungen überkleidet, ist weit niedriger, als das im übrigen Kanal sich findende. Dementsprechend sind auch die Wimpern von geringerer Größe, wie sich noch an Querschnitten constatiren lässt. Ich vermute nun, dass die ungleiche Wimperung von Bedeutung für den Steinkanal ist und glaube, dass die größeren Wimpern einen entgegengesetzten Strom herbeibringen, als die kleineren, dass somit der Steinkanal einmal als Einfürkanal für Seewasser, das andre Mal als Ausführgang für die Flüssigkeit des Wassergefäßsystemes dient. Irgendwo muss doch die aufgenommene Flüssigkeit wieder aus dem Körper hinausgelangen, und da keine andere Oeffnung nach außen im Wassergefäßssystem sich findet, so kann es nur die Madreporenplatte sein. Ich traf häufig Wanderzellen in den Porenkanälchen an, die nur mit dem ausführenden Flüssigkeitsstrom hierhin gelangt sein konnten. — Während der Bildung der Schneckenwindungen legen sich Porenkanälchen im Umkreis des ersten an. Wie die Verticalschnitte lehren, entstehen dieselben als Einsenkungen des Körperepithels. Sie münden zunächst noch in den Steinkanal. Während nun die Bildung derselben in größerem Umkreis um die erste Oeffnung erfolgt, legen sich Ampullen an, das heißt Ausbuchtungen des Anfangsteiles vom Steinkanal, in welche die entfernter gelegenen Porenkanälchen münden. Die nun noch weiter entfernt gelegenen können bei ihrem senkrechten Verlauf weder Ampullen noch Steinkanal erreichen und so treten sie untereinander in Zusammenhang durch Sammelröhrchen, welche zu den Ampullen führen. Nirgends öffnet sich ein Porenkanälchen anderswohin als in den Steinkanal und seine Ampullen, wie bereits Ludwig entgegen den Angaben der früheren Forscher betont hat. Ich stimme vollständig mit ihm überein. Weder an jungen

noch geschlechtsreifen Tieren fürte ein Porenkanälchen in den schlauchförmigen Kanal, wie Teuscher, Greeff und Hoffmann angeben.

#### Der Wassergefäßring und die Radialwassergefäße.

Der Wassergefäßring oder Ringkanal wird in seiner ganzen Ausdehnung von einem aus cubischen Zellen gebildeten Epithel ausgekleidet, welches wimpert. Jeder Zelle gehört eine Wimper zu. Muskelfasern finden sich in der Wandung nicht. Die Fortbewegung der Flüssigkeit wird von den Wimpern besorgt, somit ist eine Muskulatur unnötig. Dieselbe ist nur in den Teilen des Wassergefäßsystems ausgebildet, wo eine kräftigere Fortbewegung nötig ist, so in den Verzweigungen der Radiärkanäle. Das vom Epithel des Ringkanales Gesagte gilt auch von dem der Radiärkanäle. Die Radiärkanäle enden blind in den Armenden, im Füler. Der Hohlraum des Fülers (vergl. das oben Gesagte) ist somit das blind geschlossene Ende des Radiärkanales. Das Epithel, welches das Lumen des Fülers auskleidet, ist von derselben Gestalt, wie das in den übrigen Teilen des Wassergefäßsystems sich findende. Während die Wimpern die Flüssigkeit hier in Bewegung erhalten, ist zum Zurückziehen des Fülers eine besondere Muskulatur vorhanden, welche unterhalb des Innenepithels gelagert und epithelialen Ursprunges ist. Die Fasern sind zur Längsaxe desselben parallel angeordnet und verlaufen eine Schicht bildend.

Von den Radialkanälen gehen seitlich Zweige ab in die Füßchen und deren Ampullen. An der Stelle, wo der Zweig des Radialkanales mündet, befindet sich ein Ventil. Auf Horizontalschnitten durch den Arm ist dasselbe am besten wahrzunehmen. Fig. 66 auf Tafel VII zeigt das Ventil der Länge nach durchschnitten.

Entdeckt wurden diese Organe von Jourdain<sup>1)</sup> und ausführlich beschrieben von Lange<sup>2)</sup>.

Wie aus Figur 66 hervorgeht, sind die durch das Ventil gebildeten Taschen nach dem Füßchen- und Ampullenhohlraum gerichtet, so dass also das Wasser, sobald es aus der Ampulle durch die Contraction der Muskeln ihrer Wandung in das Füßchen getrieben werden soll, nicht in den Ast des Radiärkanales zurücktreten kann, indem die Taschen geschwellt werden und der Spalt-

<sup>1)</sup> Jourdain, in Comptes rendus. T. 66, 1867. pag. 1003.

<sup>2)</sup> Lange, Beitrag zur Anatomie und Histologie der Asteriden und Ophiuren in: Morpholog. Jahrbuch. 1876. Band 2. pag. 247.



um (S) in seinem Centrum verschlossen wird. Dieser Verschluss wird aber bewirkt nicht bloß durch den Wasserandrang, sondern durch eine aus ringförmig verlaufenden Fasern bestehende Muskulatur, welche Lange noch nicht beschrieben hat. Die innere und äußere Fläche des Ventils wird von dem gleichen Epithel überzogen, wie es in den Radialkanälen sich findet. Unterhalb dieser Außenfläche des Ventils bekleidenden Epithels befindet sich die Muskulatur, einen Sphinkter bildend.

Das Ventil selbst besteht aus zwei Taschen, die so mit einander verwachsen sind, dass nur ein Spaltraum zwischen ihnen vorhanden geblieben ist, welcher der Flüssigkeit den Eintritt in die Ampulle und Füßchen gestattet, sobald die Muskulatur erschlafft ist.

### Die Tiedemannschen Körper.

#### Entstehung und Bau.

Die Entstehung und Ausbildung dieser Organe glückte es mir an Asterien von verschiedenen Entwicklungsstufen zu beobachten. Wie Tiedemann angegeben hat, sind diese Gebilde Anhänge des Wassergefäßringes, in den sie münden. Diese Angabe wurde später angezweifelt, bis Ludwig ihre Richtigkeit nachwies. Ich beginne mit der Anlage unserer Organe.

An den jüngsten mir zu Gebote stehenden Asterien von 1,2 mm Durchmesser trifft man die fraglichen, in der Zehnzahl auftretenden Körper als kleine runde Bläschen von 0,0163 mm, auf der Innenseite vom Ringkanal, also central gelegen. Ein kurzer hohler Kanal führt in das kugelige Gebilde, das vom Enterocoelepithel außen überzogen wird. Eine ungemein dünne Lage von Bindesubstanz lagert unterhalb des Epithels. Nach innen von der Bindesubstanz liegt das den Hohlraum auskleidende Epithel, welches von der gleichen Beschaffenheit, wie das des Ringkanales, und mit Wimpern bedeckt ist.

Derselbe Bau, wie bei der jungen Drüse, ist auch an der ausgebildeten zu erkennen. Nur die Gestalt hat durch mannigfache Faltungen der Oberfläche sich verändert.

Am Asterias von 1 ctm Durchmesser besitzen die Tiedemannschen Körper folgenden Bau. Wir treffen lappige Organe an, aus vier, sechs oder mehr einzelnen rundlichen Säckchen bestehend, die gemeinsame Wandungen besitzen (vergl. Fig. 47 auf Taf. V). Es erinnern diese Bilder an jene der traubigen Drüsen. Untersucht

man ältere Tiere, so bietet unser Organ noch mehr Aenlichkeit mit einer traubigen Drüse, da jetzt die Anzal der einzelnen eiförmigen Säckchen stark vermehrt ist. Die Communication der Drüse mit dem Ringkanal geschieht durch den Holraum im kurzen Stiel. Ein Schnitt durch eine Drüse zeigt das auf Figur 48 gezeichnete Bild. Einzelne Drüsensäckchen sind auf dem Querschnitt getroffen. Auf das aus cubischen Zellen bestehende Epithel, welches die Holräume auskleidet, folgt die stark entwickelte Binde-substanzschicht mit ihren Zellen und Fibrillen.

In allen Drüsen, die ich untersuchte, war das Lumen der einzelnen Säckchen angefüllt von Zellenballen, die den Wanderzellen des Wassergefäßsystems im Bau und Gröfse gleichkommen. Auch in den kugeligen, einlumigen Drüsen des jungen Asterias ist ein solcher Zellballen warzunehmen. Figur 48 auf Tafel V zeigt einen Schnitt durch diese Inhaltzellballen. Die Zellen liegen eng aneinander und haben sich gegenseitig an ihren Berührungstellen abgeplattet. Der Zellkern von kugeligter Gestalt mit constant einem runden Kernkörperchen misst etwa 0,00285 mm. Ein Pigment ist in diesen Zellen abgelagert, in gleicher Weise, wie überhaupt in den Chromatogenzellen. Es bedingt die Farbe der Organe. Mit Alkohol lässt es sich leicht extrahiren.

Es entsteht nun die Frage: Sind diese Inhaltzellen in der Drüse gebildet, oder aber sind sie aus dem Radialkanal in dieselbe hineingelangt? Aufgefunden sind die Zellen von Hoffmann<sup>1)</sup>. Nach seinen Angaben besteht die Drüse aus „einem mit Wimperhaaren versehenen, sehr zarten, bindegewebigen Inhalt“ und den oben geschilderten Zellen. Das Innenepithel hat dieser Forscher somit übersehen. Er glaubt, dass in dieser Drüse der Bildungsheerd der zelligen Elemente des Wassergefäßsystems zu sehen sei, eine Ansicht, die Ludwig<sup>2)</sup> als plausibel anzunehmen nicht abgeneigt ist.

Dass die Wanderzellen, welche im Wassergefäßsystem sich finden, als losgelöste Epithelzellen zu betrachten sind, ist nach Selenkas Angaben bei Holothurien sehr warscheinlich. Ob diese Zellen aber gerade in den Tiedemannschen Körperchen sich bilden, ist mir zweifelhaft. Mir scheint ihre Funktion weit eher die einer Drüse zu sein. Die Farbstoffe in den Zellen ihrer Hol-

---

<sup>1)</sup> Hoffmann, Niederl. Archiv, Band 2 1873 pag. 23.

<sup>2)</sup> Ludwig, a. o. O.

me sehe ich als Excretstoffe an, deren Abscheidung im Wasserläßsystem in den Tiedemannschen Körperchen allein vor sich ist, wie man an der Färbung dieser Organe schon äußerlich constatiren kann.

---

#### IV Abschnitt.

### Die Geschlechtsorgane.

#### Entwicklung und Bau.

Einige kurze Bemerkungen über die Lage der Geschlechtsorgane will ich vorausschicken. Bei *Asterias rubens* finden wir schon verästelte Genitalschläuche, welche parweise „rechts und links von der Mittellinie des Interradius“ liegen. Während an ausgewachsenen Asterien die Genitalschläuche aus einer grossen Menge von Blindschläuchen bestehen, ist die Zahl derselben geringer, je jünger die Tiere sind. Endlich treffen wir auf Formen von wenigen Millimetern, bei welchen an Stelle der späteren Genitalbüschel ein einziges sich zeigt, an welchem durch Sprossung die übrigen entstehen. An etwa 1—2 mm im Durchmesser grosseren Tieren trifft man überhaupt äusserlich keine Bildung an, welche auf die späteren Genitalschläuche schliessen liesse. Erst auf Längsschnitten findet man an den Stellen, wo man später die Schläuche trifft, die Organe in ihrer ersten Anlage. Ich will im Folgenden die Entwicklung der Genitalschläuche schildern und dann den Bau des ausgebildeten Organes hinzufügen. Ueber die erste Anlage des Keimepithels äussere ich mich zuletzt, da ich aus Mangel an Material nicht mit voller Sicherheit meine Untersuchungen zu Ende führen konnte.

Um die erste Anlage der Geschlechtsorgane zu studiren, eignen sich Horizontalschnitte durch das Tier besser, als vertical und rechtwinklig zu einer Armaxe geführte Schnitte. Man trifft dann an der Stelle, wo später die gelappten Genitalschläuche liegen, ein Bläschen, welches in einen Hohlraum hervorragt. Fig. 61 zeigt dieses quer durchschnittene Gebilde. Mit  $e^2$  ist das Leibeshölenepithel bezeichnet. Der Hohlraum, in welchen das Bläschen zu liegen gekommen ist, ist ein Spaltraum in der Bindesubstanz im Mesenchym, also eine Schizocoelbildung. Oben habe ich geschildert, wie bei der Anlage der Kiemenbläschen einzelne Spalträume im Mesenchym entstehen, und dass diese dann verschmelzen und

das Holraumssystem vorstellen, welches Greeff als Kanalsystem der Dorsalwand zuerst beschrieben hat.

Das Geschlechtsorgan ragt stets in diese Schizocoelbildung, die zunächst noch abgeschlossen für sich ist, hinein. Es besteht in der in Figur 61 auf Tafel VII gegebenen Entwicklungsstufe aus einem Bläschen, welches bereits einen Holraum im Innern zeigt. Dieser Holraum wird von einem Epithel ausgekleidet, das durch seine Zellkerne in die Augen fällt. Letztere sind von kugliger Gestalt und besitzen konstant ein Kernkörperchen im Centrum. Umhüllt wird das in den Schizocoelspalt hineinragende Gebilde von einer dünnen Lage Bindesubstanz.

Ich habe an jungen Asterien von 1,2 mm die erste Anlage des Geschlechtsorganes in Gestalt eines Bläschens angetroffen, welches keinen Holraum besitzt und dessen Inhalt aus Zellen bestand, deren Grösse schwer zu bestimmen war, da sie dicht gedrängt zusammenlagen. Diese Zellen liegen mit dem Coelomepithel zusammen, so dass als ihre Ursprungsstätte jedenfalls das Leibeshölenepithel zu gelten hat. Leider fehlten mir noch jüngere Stadien, um die erste Sonderung der Zellen verfolgen zu können. Die erste Anlage des Bläschens ohne Holraum ist im Durchmesser 0,01 mm gross. Das in der Figur 61 abgebildete Entwicklungsstadium ist etwa 0,153 mm gross. Die Zellkerne messen 0,0028 mm.

Die weitere Ausbildung dieses Bläschens geht nun folgendermassen vor sich. An älteren Asterien fand ich dasselbe in der in Figur 62 auf Tafel VII dargestellten Form vor. Es ragt die Geschlechtsorgananlage weit in das Lumen der Schizocoelbildung hinein und wird von einer Lage Bindesubstanz umgeben. Endothelartig angeordnete Zellen kleiden das Schizocoel aus. Das Epithel, welches das Lumen der Geschlechtsanlage auskleidet, zeigt in diesem Stadium bereits eine Sonderung. Man kann jetzt entscheiden, ob Eier oder Sperma in dem Organ später erzeugt werden soll. In unserem Falle haben wir es mit der ersten Anlage eines Ovarialschlauches zu tun. Ein grosser runder Kern — das Keimbläschen — liegt in der bereits die Gestalt eines Eies besitzenden Zelle. Ein Kernkörperchen — der Keimfleck — kann schon jetzt deutlich im Centrum des Keimbläschens wahrgenommen werden. Die jungen Eizellen besitzen eine Grösse von 0,0130 mm, ihr Kern misst 0,00489 mm.

Das Wachstum der Geschlechtsanlage vollzieht sich so weiter, dass das junge bläschenförmige Organ mehr und mehr an Ausdehnung zunimmt und somit den Schizocoelraum ausfüllt. Bei

dem weiteren Wachstum buchtet sich die äussere Wandung desselben nach der Leibeshöle hervor indem das wachsende Geschlechtsorgan nach innen drängt. Hierbei bleibt aber immer zwischen der Wandung des Schizocoels, die aus dem Leibeshölenepithel und einer Binde substanzschicht besteht, und der Wandung des Geschlechtsorganes der Schizocoelspaltraum bestehen. Indem nun weiter auf diese Weise ein Hervorknospen in die Leibeshöle stattfindet, entsteht das aus gelappten Schläuchen bestehende Geschlechtsorgan. Die äussere Wandung des Geschlechtsorganes — Epithel und Binde substanzschicht — ist somit eine Fortsetzung der innersten Schichten der Körperwand. Der überall in der Wandung des Geschlechtsschlauches sich findende Holraum ist eine Schizocoelbildung, eine wandungslose Lakune in der Binde substanz, welche zunächst nur in Verbindung steht mit dem Schizocoelraum, in welchem sich die erste Einstülpung der Geschlechtsanlage vollzog.

Untersuchen wir nun weiter ein ausgebildetes Geschlechtsorgan, das aus einem Blindschlauche mit seitlich hervorsprossenden Schläuchen besteht, so hat man eine ganze Reihe neuer Erscheinungen zu beobachten.

Figur 59 auf Tafel VII zeigt einen Längsschnitt durch den Geschlechtsschlauch, der mehrere Ausbuchtungen besitzt. Die eben erwänten Ausbuchtungen sind die Anlagen der neuen hervorsprossenden Genitalschläuche.

Vor allem fällt aber auf, dass in diesem Entwicklungsstadium ein Ausführgang für die Geschlechtsprodukte vorhanden ist. Auf welche Weise sich derselbe angelegt hat, geht uns hier nicht weiter an. Dann ist die Blutlakune auf dem Schnitt getroffen und steht mit dem Genitalorgan in Communication.

Zunächst ist daran festzuhalten, dass bis zu einem gewissen Entwicklungsstadium das Gefässsystem keinen Zusammenhang besitzt mit dem Geschlechtsorgan, erst sekundär stellt sich eine Verbindung zwischen beiden her. Die Genitalblutlakune verläuft in einen Schizocoelraum, wie ich das oben bereits schilderte. Ihre dünne Wandung besteht aus einer Schicht Binde substanz. Ursprünglich wird, wie das jetzt auch in den Radiärkanälen der Ventralseite der Fall ist, ein Septum den Schizocoelraum durchsetzt haben, und in diesem bindegewebigen Septum legten sich als Spalten die Blutlakunen an. Indem nun der Zusammenhang des Septums mit der Wandung des Schizocoelraumes nur an einer

Seite erhalten geblieben ist, gelangt man zu Bildungen, wie Fig. 35 auf Tafel IV zeigen.

Die Blutlunne *gbl* Figur 59 geht mit ihrer Wandung über in das Schizocoel des Geschlechtsorganes. Jetzt kann man dasselbe als Blutsinus bezeichnen. Dabei ist aber zu bemerken, dass der Hohlraum in der Wandung des Organes nicht als abgeschlossen gegen die Schizocoelbildungen der Rückenwand des Seesternes zu betrachten ist.

Ich glaube mich überzeugt zu haben, dass der sogenannte Blutsinus der Wandung der Genitalorgane im Zusammenhang bleibt mit dem Schizocoel überhaupt.

Was den feineren Bau der Wandung des reifen Genitalschlauches anlangt, so ist folgendes hervorzuheben. Aeusserlich überkleidet wird das Organ von einem Epithel, das vom Leibeshölenepithel abstammt und denselben Bau wie dieses zeigt. Die Zellen sind abgeplattet und wimpern wie die Epithelzellen der Leibeshöhle überhaupt. Unterhalb des Epithels trifft man nur im basalen Teile des Geschlechtsorganes, welches zu einem Sinus erweitert ist, an den die verschiedenen Genitalschläuche ihre Produkte abgeben und von dem aus der Ausführgang abgeht, eine mächtig entwickelte Muskelschicht, aus ringförmig verlaufenden Fibrillen zusammengesetzt. In den einzelnen Schläuchen konnte ich diese Ringsmuskelschicht nicht widerfinden. An ihre Stelle ist eine andere Muskelschicht getreten, auf die ich gleich zu sprechen komme.

Unterhalb des Epithels liegt die Bindesubstanzschicht, welche durch den Blutsinus in eine innere und äussere zerfällt (vergl. Figur 63 auf Tafel VII). Die äussere wie innere Schicht ist reich an ringförmig verlaufenden Bindesubstanzfibrillen. Der äusseren Schicht liegt, dem Blutsinus zugewendet, eine Lage von ringförmig verlaufenden mesenchymatösen Muskelfasern auf. Sie sind auf dem Längsschnitt durch einen Genitalschlauch quer durchschnitten.

Das Innenepithel (wie in Figur 63) bei den Sperma produzierenden Schläuchen ist mehrschichtig. Seine Dicke beträgt ungefähr 0,0097 mm, während die Wandung überhaupt einen Durchmesser von 0,0375 mm besitzt. Die Spermamutterzellen sind etwa 0,0043 mm gross, ihr Kern 0,0028 mm.

Dass in den Wandungen der Genitalschläuche ein Hohlraum vorhanden sei, hat Greeff<sup>1)</sup> zuerst gefunden, und zu gleicher Zeit

<sup>1)</sup> Greeff, Echinodermen - Mitteilungen. Marburger Sitzungsberichte. 3. Mitteilung.

erwähnt Hoffmann<sup>1)</sup> denselben. Ausführlicher hat Ludwig den Bau geschildert<sup>2)</sup>. Der Bau des Hodenepithels, wie er bei *Echinaster fallax* beschrieben wird, ist bei *Asterias rubens* nicht vorhanden.

Das Epithel der Hodenschläuche ist zwar auch bei dieser Art ungemein verdickt, aber gleichmässig, und finden sich nicht zahlreiche dünne Falten, welche von der Wandung des Schlauches in das Lumen hineinragen und mit dem samenbildenden Epithel überkleidet sind. Nach Ludwigs Darstellung soll sich dieser Bau auch bei *Asterias rubens* finden; dem muss ich widersprechen (vergl. Figur 63 auf Tafel VII). Diese Figur zeigt die Wandung eines jüngeren Hodenschlauches mit dem aus grossen Zellen und kleineren Samenkernzellen bestehenden Epithel. —

### Entstehung der Eier.

Ueber die Entstehung der Eier liegen nur einige wenige Mitteilungen vor, aus denen sich ergibt, dass die Eizellen aus Epithelzellen der Schläuche hervorgehen. Während wir aber bei den Holothuriern genaue Angaben von Semper zu verzeichnen hatten, so ist dies bei den Asteriden nicht der Fall.

Nach Hoffmann's<sup>3)</sup> kurzen Angaben bilden sich die Eikeime und die Bildungszellen der Spermatozoiden aus dem inneren Epithel der Drüsenfollikel.“ In welcher Weise aber diese Bildung vor sich geht, erfahren wir nicht. Diese Hoffmann'schen Angaben bestätigt Ludwig<sup>4)</sup>, one jedoch die erste Entstehung näher zu schildern.

Ich will im Folgenden die Entstehung der Eier schildern und nachweisen, dass die Bildung derselben gleich ist der bei den Holothuriern bekannten.

Im Ovarium eines wenige Centimeter grossen Tieres sieht man auf Schnitten das Innenepithel bestehend aus Eizellen in den verschiedensten Entwicklungsstadien. Die gröfseren ragen in das Lumen des Schlauches hervor; die kleinsten treten durch ihr be-

---

<sup>1)</sup> Hoffmann, loc. cit.

<sup>2)</sup> Ludwig, Asteridenarbeit, Morphologische Studien pag. 193. Band 1 und Ueber die Genitalorgane der *Asterina gibbosa*, ebenda pag. 291.

<sup>3)</sup> Hoffmann, Zur Anatomie der Asteriden, in: *Niederländ. Archiv für Zoologie*, Band 2. 1871. pag. 6.

<sup>4)</sup> Ludwig, Eibildung im Tierreich, Würzburg 1874.

reits kenntliches Keimbläschen hervor. Die grössten Eizellen maßen in dem mir vorliegenden Ovarialschlauch:

Zelle = 0,0489 mm;	Keimbläschen = 0,0196 mm;	Keimfleck = 0,0065 mm;
„ = 0,0391	„ = 0,0163	„ = 0,0065 „
„ = 0,0196 „	„ = 0,0130 „	„ = 0,0024 „

die kleinsten:

Zelle = 0,0130 mm;	Keimbläschen = 0,0065 mm.
--------------------	---------------------------

Das Epithel selbst besteht aus Zellen, welche eine ungefähre Grösse von 0,00571 mm haben; der Kern schwankt zwischen 0,00285 und 0,00428 mm.

Unter diesen Zellen, die nicht nur in einer Schicht liegen, sondern hier und da übereinander gelagert sind, ragen solche hervor, welche durch den gröfseren Kern, der durch sein starkes Lichtbrechungsvermögen hervortritt, auffallen. Gewöhnlich liegen ihnen Epithelzellen von gewöhnlicher Gestalt an oder auf. Diese sind so von letzteren unterscheidenden Zellen sind die jungen Eizellen, welche jetzt noch keine Membran besitzen. Das weitere Wachstum geht nur in der Weise vor sich, dass die Eizelle an Volumen zunimmt, sowie dass der Keimfleck mit dem Keimbläschen wächst. Mit neutralem Essigkarmin tingirt, färbt sich die Eizelle rosa, während das Keimbläschen fast ungefärbt bleibt, der Keimfleck jedoch durch seine Membran deutlich als hellrosa gefärbtes Bläschen kenntlich ist. Es zeigen sich also dieselben Farbennuancen der einzelnen Teile an unseren Eiern, wie sie bei allen Eiern im Tierreich gefunden werden. — Indem so die Eizelle an Volumen zunimmt, hebt sie die benachbarten Zellen mit in die Höhe, und diese bleiben ihr anhaften. Von diesen der Eizelle peripherisch anlagernden Zellen wird das Follikelepithel gebildet, welches das Ei allseitig umhüllt. Die Gestalt der Eizelle ist nicht kugelig, sondern eher als birnförmig zu bezeichnen. Sie sitzt mit verbreiteter abgeplatteter Basis der unterhalb der Epithelschicht liegenden Membran auf. Fig. 64 auf Taf. VII giebt von einem Längsschnitt durch einen Ovarialschlauch das Innenepithel wieder. Die birnförmig gestalteten Eier in ihren verschiedenen Entwicklungsstadien sind deutlich zu erkennen.

Es besitzen somit auch die Eier der Asteriden in einer frühen Entwicklungsstufe ein Follikelepithel, wie die der Holothurien. Im ersten Hefte dieser Untersuchungen habe ich um das Ei der Holothurien eine Follikelhaut beschrieben, das heifst eine das Ei umgebende Membran mit anliegenden Kernen und glaubte, dass letztere (Sempers An-



gaben folgend) nur Reste der Bildungszellen — ursprünglicher Epithelzellen — seien. Jetzt bin ich, nachdem ich von neuem *Holothuria tubulosa* zur Untersuchung wälte, zu dem Resultate gekommen, dass hier wie bei *Asterias rubens* ein Follikelepithel vorliegt. Es gelingt nämlich bei Behandlung mit Osmiumsäure an den Kernen der sogenannten Follikelhaut Plasma nachzuweisen und Zellgrenzen bereits ohne Silberbehandlung zu erkennen. Jene Membran mit ihren Kernen ist somit ein echtes Follikelepithel, welches, wie ich zeigte, auf die Weise entsteht, dass der wachsenden Eizelle peripherisch sich Epithelzellen anlegen, dass sich diese abplatteln und ein Follikelepithel bilden, welches bei oberflächlicher Betrachtung als Membran erscheint. Zwischen Follikelepithel und Dotter wird nun bei Holothuriern, wie Asteriden (jedenfalls ist auch bei den übrigen Gruppen der Echinodermen ein Follikelepithel vorhanden) eine Schicht von gallertartiger Beschaffenheit abgeschieden, die sogenannte Eiweißschicht oder *zona radiata*. Bevor ich jedoch hierauf weiter eingehe, will ich auf die einzige Angabe in der Litteratur über ein Follikelepithel bei Asterideneiern aufmerksam machen. Während Ludwig<sup>1)</sup> das Follikelepithel an jungen Eiern nicht gesehen hat, ist es Fol<sup>2)</sup> gewesen, welcher in seinem großen Werk über die Reifung etc. des Eies bei *Asterias glacialis* das Follikelepithel an fast reifen Eiern gefunden hat. Die Zellgrenzen stellte Fol durch Anwendung von Silberlösung dar. Dies ist die einzige mir aus der Litteratur bekannte Angabe. Es fragt sich nun weiter, ob allen Asterideneiern ein Follikelepithel zukomme? Soweit, wie es erlaubt ist, aus dem Bau des reifen Eies auf die Entwicklung des Eies zu schließen, so ist das Vorhandensein desselben sehr wahrscheinlich. Man findet bei allen Seesterneiern nach der Ablage eine äußere gallertartige Schicht, welche zunächst noch radiäre Porenkanäle zeigt, die nach der Ablage nicht mehr so deutlich hervortreten. Durch diese äußere Schicht (*enveloppe muqueuse ou oolème pellucide*) von Fol, gallertartige Schicht von Hertwig<sup>3)</sup>, Eiweißschicht von Joh. Müller<sup>4)</sup>, struktur-

1) Ludwig, Eibildung im Tierreich. Würzburg, 1871.

2) Fol, Recherches sur la fécondation et le commencement de l'énogénie. in: Mém. soc. phys. de Genève. T. 26. 1879. pag. 101.

3) Hertwig, O. Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung u. Teilung d. tierischen Eies, in: Morpholog. Jahrbuch, Band 4 1878 pag. 159.

4) Joh. Müller, Ueber die Larven und die Metamorphose der Echinodermen, 4. Abhandlung, pag. 41. Berlin 1852.

lose Haut von Hoffmann<sup>1)</sup> haften die Eier aneinander, durch sie hindurch dringt das Spermatozoum ein. Da, wo man nun diese Schicht bei Asteriden antrifft, liegt sie zwischen dem Dotter und dem Follikelepithel (*Asterias rubens* und *glaciale*) genau, wie bei den Holothuriern es der Fall ist. Und es ist somit wahrscheinlich, dass bei allen Eiern das Follikelepithel bis zu einer gewissen Zeit vorhanden ist, dann geht es durch Schrumpfung verloren, und man findet es oft nur noch in Fetzen den Eiern anhängend.

Hertwig<sup>2)</sup> beschreibt diesen Vorgang am reifenden Ei von *Asterias rubens* in folgender Weise. Die durchsichtige gallertartige Schicht, welche das Ei umhüllt, ist auf ihrer Oberfläche von glatten Zellen bedeckt. Diese lösen sich bei der Reifung des Eies zuerst ab, die Gallerte quillt und die radiären Streifen gehen verloren. Die Zellen, welche Hertwig der Gallertschicht aufliegend beschreibt, sind die das Follikelepithel bildenden Zellen, die ich oben in ihrer Entstehung und Bau schilderte. Auf der Oberfläche des Dotters trifft man nach Hertwig eine zarte Membran an, die er noch der Gallertschicht zugehörig betrachtet. Diese Membran ist an reifen Eiern deutlich wahrzunehmen. —

Van Beneden hat zuerst auf die Aehnlichkeit der Eier der Echinodermen mit denen der Säugetiere hingedeutet und die gestreifte äußere Schicht als *Zona pellucida* bei der ersteren Gruppe der gleichen Schicht des Säugetiereies homologisirt. In wiefern dies berechtigt ist, darauf will ich im folgenden kurz zu sprechen kommen.

Wie ich oben nachgewiesen habe, entsteht das Follikelepithel aus Zellen des Keimepithels, welche der durch Größenzunahme zum Ei heranreifenden Keimepithelzelle anhaften, sich später abplatteten, so dass das Follikelepithel aus abgeplatteten Zellen zusammengesetzt wird, und die Gestalt einer dünnen Membran besitzt. Es entsteht somit das Follikelepithel der Asteriden und Holothuriern in der gleichen Weise, wie es bei den Säugetieren der Fall ist. Hier, wie dort sind es Keimepithelzellen, welche das Follikelepithel zusammensetzen.

Ob nun die *Zona pellucida* in gleicher Weise bei Asteriden

---

<sup>1)</sup> Hoffmann, Beiträge z. Anat. d. Asteriden, in: Niederl. Arch. f. Zool. Band 2.

<sup>2)</sup> Hertwig, O. Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Teilung des tierischen Eies, in: Morpholog. Jahrbuch. Band 4. 1878. pag. 159.

und Holothurien entsteht, wie bei Säugetieren, ist noch zu untersuchen. Dass sie aber auch bei ersteren als Produkt des Follikel-epithels wird aufzufassen sein, dafür sprechen schon jetzt viele Tatsachen. Es tritt die Zona pellucida am wachsenden Ei als glashelle, homogene Lamelle auf, die sich mehr und mehr verdickt. In gleichem Schritt mit dieser Verdickung in der Zona pellucida plattet sich das Follikelepithel mehr und mehr ab. In kurzem treten die radiären Streifen hervor, die bisher als Porenkanälchen angesprochen worden sind. Behandelt man die Eier mit Chrom-Osmiumsäure und untersucht die Zona pellucida, so treten die radiären Streifen nicht wie Porenkanälchen hervor, sondern wie Plasmastränge, die mit den Follikelzellen und dem Ei zusammenhängen. Dass die Streifen in der Zona des Säugetier-ees auch Intercellularbrücken zwischen Ei und Follikelepithelzellen sind, nicht aber Porenkanäle, hat Flemming<sup>1)</sup> als wahrscheinlich hingestellt. —

Im Ausführgang der Geschlechtsorgane (Eileiter) hat Ludwig<sup>2)</sup> bei *Asterina pentagona* Drüsenzellen beschrieben, die eine Schicht unterhalb des eigentlichen Epithels bilden sollen. Er glaubte, dass diese sogenannten Drüsenzellen „das Sekret absondern, mit welchem die reifen Eier bei ihrer Ablage umhüllt werden“. Da aber das Sekret die Zona pellucida des Eies ist, und die Eier ein Follikelepithel besitzen (jedenfalls ist außer bei *Asterias* und *Astropecten* dasselbe bei allen Asteriden vorhanden) und es im Eileiter folglich überhaupt nicht zu einer Sekretion zu kommen braucht so ist diese Ansicht nicht haltbar.

An der Wandung des Ausführganges der Hodenschläuche habe ich dieselben Gebilde, wie sie Ludwig abbildet, wiedergefunden. Ihre zellige Natur ist mir jedoch sehr fraglich geworden. Es sind bald länglich ovale, bald kugelige Gebilde, „von heller homogener Beschaffenheit“, die oftmals Binde-substanzzellen anhaftend tragen. Figur 60 auf Tafel VII zeigt dieselben (*x*). Die Binde-substanzschicht, die sich unterhalb des Epithels (*ep*) findet, besteht aus zwei Lagen, einer äußeren, in welcher Zellen und Fibrillen in der Grundsubstanz liegen, und einer inneren, durchaus homogenen. Nun bekommt man auf Schnitten Bilder, auf denen es aussieht,

1) vergl. Flemming, Zellsubstanz, Kern und Zellteilung, Leipzig 1882. pag. 37.

2) Ludwig, Asteridenabhandlung, Band 1 Morphol. Studien. pag. 197.

als ob sich Ballen derselben absehnürten <sup>1)</sup> und in das Epithel zu liegen kämen. Jedenfalls ist das als sicher auszusagen, dass es sich hier nicht um Zellen handelt. Diese Gebilde, denen oft eine Bindesubstanz anhaften kann, haben ein ganz anderes Aussehen, als wir es sonst von Drüsenzellen gewont sind zu beobachten.

Die Ausführgänge der Geschlechtsorgane hat Ludwig ausführlich historisch in seinen Arbeiten behandelt, so dass ich nur auf dieselben zu verweisen habe.

### **Die Zellen im Enterocoel, Schizocoel und dem Wassergefäßsystem.**

In der Flüssigkeit, welche sich in der echten Leibeshöhle, dem Enterocoel, befindet, trifft man amöboid sich bewegende Zellen an. Dasselbe gilt für das Wassergefäßsystem. Da letzteres vollkommen abgeschlossen ist vom Enterocoel und keinerlei Communication zwischen denselben besteht, so sind auch die in ersterem vorkommenden Zellen besonderen Ursprungs. Weiter kommen Wanderzellen im Schizocoel vor und in der Bindesubstanz und endlich im Blutlakunensystem. Inwiefern alle diese Wanderzellen etwa morphologisch gleiche Bildungen sind, das wollen wir weiter unten erörtern.

Ueber die Zellen im schlauchförmigen Kanal hat sich Hoffmann <sup>1)</sup> geäußert. Er beschreibt dieselben als verästelt bis rund, ihr Protoplasma als fein granulirt. Sie haben einen Durchmesser von 0,003—0,010 mm und liegen oft in Haufen zusammengepackt. Diese im schlauchförmigen Kanal sich findenden Zellen stimmen überein mit den Zellen in der Leibeshöhlenflüssigkeit und den Schizocoelbildungen.

Bringt man vom lebenden Tier die Leibeshöhlenflüssigkeit auf den Objektträger, so fällt auf, dass dieselbe getrübt erscheint. Diese milchartige Trübung rührt von den Zellen in derselben her. Durchmustert man den Tropfen Leibeshöhlenflüssigkeit, so trifft man bald einzelne Zellen an, bald ganze Pakete von zusammengeballten Zellen. Sämmtliche Zellen zeichnen sich durch ihre feinen, dünnen, oft das dreifache des Zellkörpers an Länge übertreffenden Pseudopodien aus. Die Gröfse dieser Zellen beträgt one die Pseudo-

---

<sup>1)</sup> Hoffmann, pag. 21 in: Zur Anatomie der Asteriden, Niederl. Acad. f. Zool. Band 2. 1873.

podien zwischen 0,007 und 0,010 mm. Die Gestalt ist sternförmig. Die Pseudopodien sind meist unverzweigt, doch kann man, wenn auch selten, gabelförmig geteilte antreffen. Ihre Bewegung ist eine sehr langsame. Nach Zusatz von Essigsäure, Chromsäure, Osmiumsäure werden sie langsam zurückgezogen, und erscheint dann die Zelle als oval oder rund.

Im frischen Zustande unterscheidet man in der Zellsubstanz hier und da eine verwachsene Zeichnung, die auf einzelne Fäden zurückfarbar ist, wie die Betrachtung vermittels Zeifs Oelimmersion zeigt. Außerdem treten stark lichtbrechende Körnchen im Zellsaft hervor. Sobald man nun Osmiumsäure anwendet, kann man in der Zellsubstanz deutlich ein Netz- oder Maschenwerk sehen, welches von der Filarmasse gebildet erscheint. Figur 67 auf Tafel 7 zeigt eine solche Zelle, welche ihre Pseudopodien fast sämtlich eingezogen hat. Ob die Stränge in der Tat, wie Frommann es bei verschiedenen Zellen beschrieben hat, ein in sich zurücklaufendes Netzwerk bilden, oder aber nur, wie es in der Zellsubstanz der lebenden Zelle sich zeigt, eine Verbindung untereinander gelagert erscheinen, lasse ich dahingestellt. Der Zellkern ist stets von kreisrunder Gestalt. Im Centrum tritt bereits eine Reagentien ein Nucleolus deutlich hervor. Weitere Differenzirungen in dem Kerninhalt konnte ich nicht unterscheiden. Bei Essigsäurezusatz zeigen sich Quellungserscheinungen in den Zellen, Vacuolen treten auf und die Zellsubstanz ist strangförmig vom Kern ausgehend zwischen denselben gelagert. — Diese Zellen der Leibeshöle trifft man auf den Schnittserien als ovale, einen runden Kern besitzendes Gebilde an, die sich nur schwach mit Farbstoff tingiren. Die Pseudopodien sind sämtlich eingezogen und nichts erinnert mehr an ihre frühere Existenz. Da nun das Schizocoel mit dem Lumen des schlauchförmigen Kanales — wie ich oben auseinandergesetzt habe — in Verbindung steht, so ist die Voraussetzung, dass die Zellen des Schizocoels mit denen der Leibeshöle übereinstimmen möchten, sehr wahrscheinlich als richtig zu erklären. In der Tat stimmen die Wander-Zellen im Schizocoel überein mit denen des Enterocoels.

Oft sind die Schizocoelholräume der dorsalen Körperwand vollgefüllt mit unseren Zellen, so dass man auf weite Strecken das Schizocoel selbst nicht wahrnimmt. An anderen Stellen trifft man wiederum nur wenige an, so in den Längskanälen der Ventralwand. In den Schizocoelräumen liegen die Zellen oft der Wandung an, oft aber scheinen sie aus der Bindesubstanz im Begriffe

zu sein auszuwandern und in das Schizocoel einzudringen. Vergleicht man nun weiter die Wanderzellen der Bindesubstanz mit den im Schizocoel flottirenden Gebilden, so fällt die Uebereinstimmung im Bau beider überein. Der Kern ist in beiden Formen von gleicher Gröfse. Der Zelleib selbst erleidet jedoch in den Wanderzellen der Bindesubstanz in seiner Gröfse verschiedene Variationen. Er kann zwischen 0,00427 und 0,00857 mm groß sein. Der Inhalt der Zellen ist (auf Schnitten betrachtet) stark granulirt und jedenfalls stärker granulirt als der der Zellen des Enterocoels.

In der Bindesubstanz junger Tiere sind die Wanderzellen sehr verbreitet. An ganz kleinen Asterien ist es oft schwer, zwischen ihnen und den Bindesubstanzzellen, die zu Fasern auszuwachsen im Begriff sind, zu unterscheiden. Anders natürlich an ausgewachsenen Tieren, wo die Bindesubstanzfibrillen längst gebildet sind und die Zellen oft kaum kenntlich erscheinen und nur der Kern deutlich hervortritt.

Außer den Zellen des Enterocoels und Schizocoels habe ich die in den Blutlakunen sich findenden Zellen zu erwähnen. Bei der Schilderung des Baues der Holothurien habe ich die Blutkörperchen in den Lakunen in ihrer Bewegung nicht geschildert. Ich hole dies hier nach und gehe zugleich auf ältere Litteraturangaben mit ein. Die Blutzellen in den Lakunen der Holothurien hat ausführlich zuerst Haeckel<sup>1)</sup> beschrieben. Ihre Bewegung wird uns als amöboid und bei *Astropecten*, *Echinus* und *Holothuria* im Allgemeinen als übereinstimmend geschildert. Bei den ersten beiden Formen ist es jedenfalls die Leibesflüssigkeit mit ihren Zellen gewesen, welche Haeckel bei seiner Beschreibung im Auge gehabt hat. Die feinen Pseudopodien, das Verhalten des Kerns, das Absterben der Zelle und das Einziehen der Fortsätze wird ausführlich dargestellt.

Die Zellen in den Blutlakunen habe ich nur auf Schnitten untersuchen können. Da die Lakunen in bindegewebigen Septen verlaufen, die das Schizocoel durchsetzen, so ist es geradezu unmöglich — wenigstens bei *Asterias rubens* und *glacialis* — den Inhalt derselben allein, unvermischt mit der Schizocoelflüssigkeit, zu erlangen. Ich muss mich daher auf die Schilderung der Blutkörperchen im toten Zustande beschränken, wie sie sich auf Schnittserien dar-

---

<sup>1)</sup> Haeckel, Die Radiolarien, Eine Monographie. Berlin, 1862. pag. 103 Anmerkung 2. —

stellen. Von Pseudopodien ist dann nichts mehr wahrzunehmen. Die Gestalt der Zelle ist rundlich, oval und trägt einen kreisrunden Kern im Inneren. Dieser zeigt stets in seiner Mitte ein deutlich hervortretendes Kernkörperchen. Die Zellsubstanz dieser hüllenlosen Gebilde ist an mit Chromsäure injicirten und getödeten Tieren nur schwach granulirt. Ihre Gröfse variirt zwischen 0,00714 und 0,00857 mm. Sie sind somit, was ihre Gröfse anlangt, nicht unterscheidbar von den Inhaltzellen des Schizocoels und den Wanderzellen in dem Wassergefäßssystem, zu denen ich mich jetzt wende. Untersucht man an einem lebenden jungen Asterias die auf der Bauchfläche sich findenden Füfschen, so sieht man, wie in dem Lumen derselben runde bis ovale Gebilde lebhaft in einer Flüssigkeit flottiren. Schneidet man ein solches Füfschen auf und untersucht den Inhalt, so trifft man auf Zellen, die sich durch die gleichen Pseudopodien, wie wir sie an den Zellen des Entero-coels kennen gelernt haben, auszeichnen. Die Zellen tragen außerdem oft ein körniges Pigment, welches dem ähelt, welches sich in den Zellen findet, welche in den Tiedemannschen Körpern angehäuft liegen.

Die Gröfse der Zellen schwankt zwischen 0,00571 und 0,00857 mm. Ihr kugelig Kern mit constant vorhandenen central gelegenen Nucleolus misst 0,00286 mm.

Am Ende des Steinkanales (der gleichfalls voller Wanderzellen sein kann), da, wo derselbe übergeht in das Porenkanälchen, fand ich an jungen Asterien von 2,5 mm Durchmesser unsere Zellen in Ballen liegend, ja selbst in der Oeffnung der Madreporenplatte (wie ich oben geschildert habe, ist an jungen Tieren von der angegebenen Gröfse nur eine Oeffnung vorhanden) lagen Wanderzellen. Leider konnte ich nicht eruiren, ob es mit Pigment angefüllte Zellen waren, also Zellen, die den in den Tiedemannschen Körpern sich findenden gleichen. Ich habe jedoch die Ueberzeugung, dass durch den Steinkanal nicht bloß Wasser aufgenommen wird in den Seesternkörper, sondern dass auch durch Steinkanal und Madreporenplatte Excrete aus dem Körper nach aufsen entleert werden können, und zwar die Excrete, die in den Chromatogenzellen angehäuft sind. Hierbei kann es vorkommen, dass solche Zellen sammt ihrem Inhalt selbst mit durch die starke Wimperung der Porenkanäle nach aufsen getrieben werden. Denn dass die Wimperung im Steinkanal vor allem nicht bloß nach einer Richtung erfolgt, etwa nur von aufsen nach innen — das kann man, meiner Meinung nach, bereits aus dem complicirten Bau des-

selben schliessen, indem immer zwei Zellsorten sich ihrer Gröfse nach unterscheiden lassen, nämlich grofse Zellen mit sehr langen Wimpern, und kleinere Zellen mit kurzen Wimperharen auf den Lamellen, und Faltenbildungen, die in das Lumen des Steinkanales hineinragen (siehe die Figuren).

Ich habe oben von Chromatogenzellen in den Tiedemannschen Körpern gesprochen. Diese Zellen sind voll von denselben Farbstoffkügelchen, wie sie die Zellen im Chromatogenorgan tragen. Es scheint, dass in diesen Anhangsgebilden am Ringkanal die Excrete abgesondert werden, von den hier angehäuften Zellen aufgenommen werden und durch den Steinkanal und die Madreporenplatte nach aufsen befördert werden.

Ueber die Entstehung der Wanderzellen liegen Beobachtungen von Selenka<sup>1)</sup> vor. Bei Synapta entstehen die Zellen aus dem Epithel der Holräume, in denen sie sich finden, in der Leibeshöle aus dem Peritonealepithel, im Wassergefäßssystem aus den Zellen der Wandung, die sich losschnüren. Bei Asteriden trifft man gleichfalls auf Bilder, welche in dieser Weise zu deuten sind. Ich fand oft Wanderzellen mit dem Peritonealepithel in Verbindung stehend; es sah dann aus, als wären die Zellen aus dem Epithel hervorgeknospt.

Die Tatsache, dass die Wanderzellen aus Zellen des Peritoneums entstehen, sollte in ihrer Benennung zur Vorsicht ermanen. Ich habe es deswegen auch vermieden, von „lymphoiden Zellen“ zu sprechen, auch den Zellen im Schizocoel habe ich nicht diesen Namen beigelegt. Solange wie wir über die Funktion dieser Gebilde nicht im klaren sind, soll man nicht von der Wirbeltieranatomie her Namen entlehnen, sondern lieber neue Namen zu Hilfe nehmen. Später ist es dann am Platz, wenn genau Entwicklung und Funktion des Gebildes bekannt ist, diesen Namen wieder fallen zu lassen. Bis dahin wird ein solcher Name aber sicher bessere Dienste tun, als die entlehnten Bezeichnungen, durch welche immer nur Verwirrung angerichtet wurde. Aus diesem Grunde habe ich die fraglichen Zellen im Holothurienkörper als als Plasmawanderzellen beschrieben, nicht aber etwa als lymphoide Zellen, oder „Blutzellen des Wassergefäßsystemes“ etc. Während die Wanderzellen im Enterocoel und Hydrocoel losgelöste Epithelzellen sind, können wir für die Wanderzellen im Schizocoel

<sup>1)</sup> Selenka, Studien zur Entwicklungsgeschichte der Tiere. 2tes Heft. Die Keimblätter der Echinodermen, 1883. Wiesbaden.



und in der Bindesubstanz, wie in den Blutlakunen, die ja ebenfalls nur Lücken und Spalten in der Bindesubstanz vorstellen, wol die letztere als Bildungsstätte annehmen. Es sind dieselben Bindesubstanzzellen, die nicht zu Fibrillen ausgewachsen sind, sondern eine andere Funktion ausüben. Dabei ist jedoch nicht zu übersehen, dass man mit voller Sicherheit überhaupt nicht den Ursprung jeder Wanderzelle feststellen kann. Denn Wanderzellen aus dem Schizocoel können zweifelsohne die Körperwand durchbrechen und vermöge ihrer Pseudopodien beispielsweise in das Enterocoel gelangen. Und dann ist zu bedenken, dass, wie ich oben zeigte, die Schizocoelbildungen mit dem schlauchförmigen Kanal in Communication stehen und dieser wieder mit dem Enterocoel, sodass also eine Bindesubstanzwanderzelle auch auf passive Weise in das Enterocoel gelangen kann. —

Eine weitere Gruppe von Wanderzellen sind die Chromatogenzellen des gleichnamigen Organes und des dorsalen Excretionssystems. Im Chromatogenorgan und den mit den Blutlakunen verlaufenden Kanälen befindet sich eine die Holräume auskleidende Zellschicht, deren Zellen sich loslösen und in den Kanälen flottieren können. Sie sind es, welche die Blutlakunen (den dorsalen Ring und die zehn Geschlechtslakunen) äußerlich kenntlich machen<sup>1)</sup>. Da ich bereits oben diese Zellen genau geschildert habe, so lasse ich es hier nur an einer kurzen Bemerkung bewenden. Ob diese Zellen mesenchymatösen oder aber mesoblastischen Ursprunges sind, wie die Chloragogenzellen bei Lumbriciden etc., das lasse ich dahingestellt sein.

---

## V Abschnitt.

### Die Muskulatur.

Am stärksten zeigt sich die Muskulatur des Seesterns in der Körperwandung entwickelt. Während nach früherer Darstellung

---

<sup>1)</sup> Da die Zellen in den Blutlakunen farblos sind, würde man letztere, da sie in Schizocoelholräumen verlaufen, äußerlich überhaupt nicht erkennen können. Die rötliche Farbe, die man bei der Flächenansicht der dorsalen Körperwand des Asterias da, wo die Blutlakunen verlaufen, wahrnimmt, rührt nur her von den Chromatogenzellen in den Kanälen, welche centralwärts gelegen von den Blutlakunen verlaufen, wie ich schon oben beschrieben habe.

dies nicht der Fall zu sein schien, habe ich bereits bei der kurzen Darstellung des Baues der Körperwand das Gegenteil darzutun versucht (vergl. oben). Bereits Hoffmann<sup>1)</sup> hat Muskelbündel in der Rückenwand beschrieben, und zwar fünf in radiärer Richtung verlaufende, welche in die Arme ausstrahlen sollen<sup>2)</sup>. Durch die Contraction derselben sollte bewirkt werden, dass die Spitzen der Arme nach oben umgekehrt würden. Dass wir aber bei den Asteriden einen Hautmuskelschlauch, wie bei den Anneliden beispielsweise, vor uns haben, der aus einer äußeren Rings- und einer inneren Längsmuskelschicht besteht, war bisher unbekannt. Der Hautmuskelschlauch erleidet auf der Ventralseite durch die Wirbel eine Unterbrechung, wie Figur 1. Tafel I zeigt.

Weiter treffen wir im Darmtractus eine Rings- und nach außen von ihr eine Längsmuskelschicht. In den Mesenterien ist eine Schicht von Muskelfasern vorhanden, desgleichen in der Wandung des schlauchförmigen Kanals und in den Geschlechtsorganen. In den Kiemenbläschen ist Längs- wie Ringsmuskelschicht, entwickelt, während in allen zum Wassergefäßssystem gehörigen Teilen nur eine Muskelschicht sich findet, also auch in den Saugfüßchen. Dann sind die die Wirbel der Ventralwand bergenden Muskeln zu erwähnen.

Ihrer Entstehung nach gliedert sich die Muskulatur der Asteriden in zwei Gruppen.

Die erste Gruppe ist die Muskulatur epithelialen Ursprungs. Hierhin gehört die Längsmuskelschicht der Körperwand. Die

---

<sup>1)</sup> Hoffmann, Zur Anatomie der Asteriden, pag. 3.

<sup>2)</sup> Jene von Hoffmann beschriebenen, in radiärer Richtung verlaufenden Muskelbündel sind Verdickungen in der Längsmuskelschicht, wie Querschnitte durch einen Arm zeigen. Es treten diese Längsmuskelstränge in ziemlich regelmäßiger Weise auf. Bei *Asterias rubens* kann man einen centralen und zwei seitliche unterscheiden. Die centralen Verdickungen in der Längsmuskelschicht, die sich eben als Stränge darstellen, stoßen im Centrum der Scheibe zusammen. Bei *Astropecten aurantiacus* zeigt die innere Fläche der Rückenwand mit bloßem Auge betrachtet ein centrales Muskelband mit zwei von ihm sich abzweigenden seitlichen Strängen. Der Schluss, dass die gesamte Muskulatur des Armes nur aus diesen drei Muskelbändern besteht, ist irrig, wie Querschnitte durch den Arm zeigen. Auch bei dieser Art ist eine Rings- und Längsmuskelschicht vorhanden, und die Muskelbänder sind nur longitudinale Verdickungen in der letzteren. Die von Ludwig vertretene und nur auf die äußere Ansicht gegründete Meinung von der Muskulatur der Asteridenarme ist somit nicht annehmbar. —

Muskulatur des Wassergefäßsystems, der Kiemenbläschen, der Wandung des schlauchförmigen Kanales und der Mesenterien.

In die zweite Gruppe gehören die Muskelfasern mesenchymatösen Ursprungs. Das sind alle in der Bindesubstanz gelagerten Muskeln, wie die zwischen den Kalkwirbeln ausgespannten Fasern (auch der Pedicellarien), die Ringsmuskelschicht der Geschlechtsorgane und wahrscheinlich die Ringsmuskelschicht der Körperwand mit ihren Fortsätzen zu den Kalkstücken in der Rückenwandung.

Der Bau der ausgebildeten Muskelfaser lässt teilweise mit voller Sicherheit auf die Natur ihrer Entstehungsweise schließen, dann ist es aber auch die Lagerung, welche Rückschlüsse zulässt.

### Epitheliale Muskelfasern

sind vor allem im Wassergefäßsystem zu constatiren. Hier ist ihre epitheliale Entstehungsweise längst bekannt.

Am jungen, 1—2 mm im Durchmesser großen *Asterias rubens* gelingt es, die Entstehungsweise der Muskelfasern ziemlich leicht nachzuweisen.

Untersucht man die Wandung des schlauchförmigen Kanales, so trifft man in ihr, parallel zu seiner Axe, längsverlaufende Muskelfasern an. Diese sind noch im Zusammenhang geblieben mit den Epithelzellen. Jede Epithelzelle hat an ihrer basalen Seite eine einzige glatte Muskelfaser ausgeschieden. Diese Fasern sind von ziemlicher Länge, und da sie, eng aneinander gelagert, streng parallel zu einander verlaufen, so bilden sie eine Schicht. Die Muskelzellen nehmen somit noch an der Begrenzung der Oberfläche der Wandung des Kanales Teil, sind somit als Epithelmuskelzellen zu bezeichnen. (vergl. Fig. 50 Taf. VI.)

Untersucht man aber die Wandung an größeren Tieren, so trifft man die Längsmuskelfasern tiefer liegend an, oft in die Bindesubstanz eingebettet. Die Muskelzellen haben hier ihre epitheliale Lagerung aufgegeben. Man findet an den Muskelfasern den Zellkern anhängend; vom Zelleib ist nichts mehr nachzuweisen, oder doch nur selten Spuren zu erkennen in Gestalt von einer granulirten Substanz, die dem Kern anliegt. Dass auch die übrige epitheliale Muskulatur sich auf diese Weise bildet, ist anzunehmen. Nur fragt es sich, ob die Muskelzellen noch so lange Zeit, wie es hier der Fall ist, ihre epitheliale Lagerung beibehalten, oder aber dieses Entwicklungsstadium schnell durchlaufen wird.

Die epitheliale Muskelfaser ist glatt und zeigt nur äußerst selten eine feine Längsstreifung. Sie ist an ihren Enden spindlig zulaufend und erscheint auf dem Querschnitt rundlich bis oval, je nach ihrem Contractionszustande und der Conservirung.

Der Zellkern, von nur wenig Plasma umgeben — meist ist dasselbe gar nicht mehr nachweisbar — liegt im Centrum der Muskelfaser. Er ist von länglich ovaler Gestalt und trägt meist ein Kernkörperchen deutlich in seiner Mitte. Seine Länge beträgt etwa 0,00571 mm; seine Breite 0,2856 mm. Die Fasern färben sich sehr stark mit Carmin und unterscheiden sich hierdurch von den Binde substanzfibrillen, die sich gar nicht färben oder doch nur mit Pikrokarmine hell-rosa tingiren.

Epitheliale Muskelfasern aus dem Wassergefäßsystem hat früher Weismann<sup>1)</sup> beschrieben, und zwar aus der Wand eines Ambulacralbläschens. Er fand hier dünne, lange, an den Enden in mehrere Spitzen ausfahrende Muskelzellen, die einen blassen Kern erkennen ließen und bandartig aussahen. Es stand ihm jedoch zur Untersuchung nur ein Spiritusexemplar eines *Asterias rubens* zur Verfügung.

Schwalbe<sup>2)</sup> untersuchte bei mehreren Arten die Muskelfasern. Ich komme auf seine Angaben weiter unten zu sprechen.

### Mesenchymatöse Muskelfasern.

Im Gegensatz zu den eben besprochenen Muskelfasern, entstehen die mesenchymatösen Fasern aus Mesenchymzellen, also aus Zellen, welche auch die Binde substanz bilden.

Die zwischen den Ambulacralwirbeln der ventralen Körperwand ausgebreiteten Quer-Muskeln, sowie die in den Pedicellarien sich findenden sind aus Binde substanzzellen gebildet, denn zur Zeit, als die letzt genannten Organe angelegt werden, ist die typische Binde substanz bereits ausgebildet.

---

<sup>1)</sup> Weismann, Ueber die zwei Typen contractilen Gewebes und ihre Verteilung in die großen Gruppen des Tierreichs, sowie über die histologische Bedeutung ihrer Formelemente, in *Zeitschr. f. rationelle Medicin.* 15. Bd. 3. Reihe. 1862. p. 60. Hoffmann citirt Weismanns Angabe und verweist irrtümlich auf eine Abhandlung desselben, in welcher kein Wort über Asteridenmuskulatur sich findet, nämlich *Zeitschr. f. rat. Med.* Bd. 23 p. 26. 1865.

<sup>2)</sup> Schwalbe, Ueber den feineren Bau der Muskelfaser wirbelloser Tiere in: *Schultzes Archiv f. mikroskop. Anatomie.* Band 5. 1869. pag. 205.

Dasselbe gilt jedenfalls auch von der Ringsmuskelschicht der Körperwand, welche spät entsteht und an sehr jungen (1—2 mm) Seesternen entweder noch garnicht vorhanden, oder doch erst im Entstehen begriffen ist. —

Isolirt man Quermuskelfasern von einem jungen Tiere oder untersucht man dieselben auf Schnitten, so findet man, dass die einzelnen Muskelfasern unverzweigt verlaufen. Jeder Muskelfaser liegt ein Kern von länglicher Gestalt aufsen an. Es sind die Zellen zu Fasern ausgewachsen, der Kern jedoch ist im Centrum derselben peripherisch liegen geblieben<sup>1)</sup>. Er misst im Längsdurchmesser 0,0042—0,0048 mm, seine Breite beträgt 0,00284 mm (am *Asterias* von 1,5 ctm Durchmesser).

Die Dicke der kreisrunden Fasern beträgt bei märsiger Contraction zwischen 0,00142—0,00214 mm.

An ihren Enden sind die in einem Bündel zu einander parallel verlaufenden Fasern zerfasert, um in der Bindesubstanz sich zu verzweigen, in welcher die Kalkwirbel liegen. Man findet die Enden in drei, vier oder mehrere Ausläufer geteilt (vgl. Fig. 68). Die Länge dieser Muskelfasern ist sehr variabel; sie sind viel kürzer als die epithelialen Ursprungs. —

Diese Muskelfasern färben sich in gleicher Weise wie die epithelialen. Sie nehmen den Farbstoff sehr stark auf. Schwalbe<sup>2)</sup> hat Muskelfasern von *Asteriscus* und *Asteracanthion* untersucht und zwar offenbar Quermuskeln von *Ambulacralwirbeln*. Er fand dieselben, in *Kali bichromaticum* untersucht, verästelt. Die von ihm beschriebenen Gebilde an denselben konnte ich nicht finden, und glaube ich sie wol für Kunstprodukte halten zu müssen, eine Ansicht, welche Schwalbe selbst für warscheinlich hält. Jedenfalls habe ich sie an mit Chrom- oder Osmium-Essigsäure conservirten Muskeln nicht angetroffen. —

Denselben Bau wie die in der ventralen Körperwand in der

---

<sup>1)</sup> Selenka hat an Synaptalarven beschrieben, wie Mesenchymzellen zu Muskelfasern auswachsen und der Kern peripherisch liegen bleibt. Im ersten Heft pag. 37 habe ich nachgewiesen, dass auch am ausgewachsenen Tiere diese Muskeln von denen epithelialen Ursprungs unterschieden werden können (s. Taf. II Fig. 25). Ich habe an dieser Stelle den Kern als im Inneren der Faser liegend beschrieben. Nachdem ich jetzt von neuem Präparate angefertigt habe, bin ich jedoch zu dem Resultat gekommen, dass derselbe peripherisch liegt. Uebrigens stimmen auch hiermit die Bilder, welche ich auf erwänter Tafel gegeben habe überein.

<sup>2)</sup> a. a. O.

Bindesubstanz gelagerten Muskelfasern besitzen die Fasern in den Pedicellarien. Dass wir auch diese als mesenchymatöse Gebilde aufzufassen haben, geht aus ihrer Lagerung bereits unzweifelhaft hervor. Auch diese Fasern sind an ihren beiden Enden zerfasert, indem sie mit diesen Fasern in der Bindesubstanz verlaufen und sich anheften.

Im Anschluss an die mesenchymatösen Muskelfasern schildere ich die Ringmuskulatur der Körperwand und die

#### Muskeln in der Bindesubstanz der dorsalen Körperwand.

Wenn ich die Ringmuskulatur der Körperwand als nach dem mesenchymatösen Typus gebaut vermute, so geschieht dies wegen der eigentümlichen Verzweigung von Muskelbündeln in der Cutis. Wie schon Ludwig<sup>1)</sup> beschrieben hat, wird das Hautkanalsystem in der Rückenwand von Strängen durchzogen, welche „die innere Lamelle“ mit der äußeren verbinden soll. Wie ich oben gezeigt habe, verläuft das Hautkanalsystem oberhalb des Hautmuskelschlauches, und wird die sogenannte innere Lamelle von letzterem gebildet. Die Stränge sind nun nicht bindegewebiger Natur, sondern sind Bündel von Muskelfasern, welche von der Ringmuskelschicht ausgehen, in die Cutis eintreten und an die Kalkgebilde derselben herantreten und sich hier anheften.

Figur 1 auf Tafel I zeigt den Verlauf dieser Muskelstränge und ihr Herantreten an die Kalkstücke in der Cutis. Ein Verticalschnitt, durch einen Arm rechtwinklig zur Armaxe gelegt, zeigt ein Bild, wie es in Figur 46 auf Tafel V wiedergegeben ist. Von der Cutis ist nur ein Teil gezeichnet, und zwar die sternförmigen Bindesubstanzzellen, zwischen deren Fortsätzen die Kalkstücke gelagert sind.

Aus der Ringmuskelschicht (rm) entspringen die Muskelfasern, zu einem Bündel zusammengetreten, und durchsetzen das Schizocoel, treten in die Cutis ein und lassen sich hier bis an ein Kalkgebilde verfolgen. Die Muskelfasern sind von ziemlicher Länge und besitzen einen länglich ovalen Kern, welcher der Muskelfaser aufliegt. Am Kalkstück angelangt, geschieht die Anheftung auf folgende Weise. Jede Muskelfaser ist hier an ihrem Ende in viele Ausläufer zerfasert, welche direkt überzugehen scheinen in die Fortsätze der sternförmigen Zellen, oder doch an ihnen

---

<sup>1)</sup> Ludwig, Asteriden, in: Morphologische Studien pag. 200.

anheften. Das ist schwierig zu entscheiden, da sich die Binde-  
substanzfibrillen gar nicht oder doch nur äußerst schwach tingieren  
und sich in Folge dessen schwer verfolgen lassen. Jedenfalls ist  
aber das eine sicher, dass die Anheftung in gleicher Weise ge-  
schieht, wie die der Quermuskeln der Ambulacralwirbel. Und wie  
dort eine Bewegung der einzelnen Wirbel durch die Muskeln be-  
wirkt wird, so ist das auch hier der Fall. Die Kalkgebilde  
der Dorsalwand sind in gleicher Weise beweglich,  
wie die der Ventralwand. Dass diese Bewegung jedoch  
nur in einer Verschiebung der einzelnen Kalkstücke zu einander  
bestehen wird, ist wohl aus ihrer Lage anzunehmen. Bei der Be-  
wegung des Tieres, vor allem bei dem Aufwärts- oder Abwärts-  
bewegen der Arme, muss eine Verschiebung derselben auch von  
Nutzen sein.

Stellen wir uns aber einmal vor, dass die Muskelstränge sich  
contrahieren, so wird hierdurch ein Schließen der Schizo-  
coelräume des Hautkanalsystems stattfinden müssen, und beim  
Ausdehnen der Muskeln wird die Flüssigkeit in dieselbe wieder  
zurückkehren. Da, wie ich oben auseinandersetzte, die dorsalen  
Schizocoelräume wie die ventralen (medianer Perihämalraum und  
laterale Kanäle) mit dem Hohlraum des schlauchförmigen Kanales  
communicieren, wird eine Erneuerung der Flüssigkeit von demsel-  
ben aus zum Teil auf die Wirkung dieser Muskelbündel zu setzen  
sein. Auf diese Weise wird eine Leerung und Füllung der  
Schizocoelräume durch die Muskelstränge bewirkt,  
die sonst nicht denkbar wäre, da keine Wimpern sich in den  
Schizocoelräumen finden, die die Fortbewegung der Flüssigkeit zu  
regeln im Stande wären. —

An jungen Formen sind die Muskelstränge nur schwach ent-  
wickelt. An ausgewachsenen Asterien sieht man oft eine ganze  
Anzahl an die großen Kalkstücke der Cutis herantreten. Man  
kann annehmen, dass an 60–80 Muskelstränge an ein Kalkstück  
herantreten. —

---

## VI. Abschnitt.

### Die Binde substanz.

Die Binde substanz des jungen, etwa 2 mm oder darunter  
großen Asterias zeichnet sich durch ihre Einfachheit vor der des  
geschlechtsreifen Tieres aus.

Die Binde substanz der Asteriden ist als fibrilläre zu bezeichnen. Sie tritt in der Körperwand am mächtigsten entwickelt auf, indem sie den größten Teil derselben bildet.

Um dieselbe im frischen Zustande zu untersuchen, eignen sich die Mesenterien am besten, da dieselben keinerlei Kalkbildungen besitzen.

Es besteht die typische fibrilläre Binde substanz eines Asterias vom Durchmesser 1—2 nm aus spindelförmigen oder sternförmigen Zellen, welche Ausläufer entsenden, die in der durchaus homogenen Grundsubstanz, Intercellularsubstanz, verlaufen. In großer Menge kommt noch eine zweite Zellart hinzu, die als Wanderzellen zu bezeichnen sind. Bei den Holothurien<sup>1)</sup> (Heft 1) habe ich für diese in der Binde substanz vorkommenden Wanderzellen den Namen Plasmawanderzellen eingeführt an Stelle der von Semper gebrauchten „Schleimzellen.“

Ich habe diesen Namen für alle Wanderzellen gebraucht, glaube jedoch, dass es besser ist, ihn zu beschränken auf die in der Binde substanz vorkommenden. —

Die spindligen Binde substanzzellen sind an ihren beiden Polen in je einen Ausläufer ausgewachsen. Die einzelnen Ausläufer verbinden sich hier und da mit einander, im Allgemeinen verlaufen sie jedoch getrennt. Außer diesen spindligen Zellen kommen sternförmige vor. Es setzen sich letztere Zellen in drei oder mehr Fibrillen fort. Ihre Größe ist sehr verschieden, wie ein Blick auf Figur 44 und 45 (Tafel V) lehrt. Letztere Figur zeigt beide Arten von Zellen. Die Kerne derselben sind je nach der Gestalt der Zelle wechselnd, bald oval, bald kreisrund.

Als mittlere Größe der Binde substanzzellen kann 0,00285—0,00428 mm angegeben werden. Da keine Grenze besteht zwischen Zelle und Ausläufer, so ist es auch sehr schwierig, den Zelleib exakt messen zu können. Es haben die angegebenen Maße somit nur eine bedingte Gültigkeit.

Am besten sind unsere Zellen mit ihren Ausläufern an mit Essigkarmin oder mit Hämatoxylin gefärbten Präparaten zu studieren, wenn das Tier vorher mit Chrom-Essigsäure behandelt und nachher längere Zeit (bis 24 Stunden) in destillirtem Wasser ausgewaschen wurde. Mit Pikrokarmin gefärbt, nehmen die Fibrillen einen rosa Ton an. Fig. 31 auf Tafel IV zeigt die Binde substanz in der

---

<sup>1)</sup> Heft 1 pag. 55.

<sup>2)</sup> Asteriden l. cit. p. 2.



Leibeswand eines sehr jungen Tieres. Hier fällt die geringe Menge der Zellen auf, welche in der Intercellularsubstanz sich ausbreiten. Fig. 33 giebt uns ein Bild von dem Vorkommen der Wanderzellen. Oft finden sie sich in gröfserer Menge vor. Ihre Fortsätze, mit denen sie sich amöbenartig bergen, sind beim Absterben sämtlich eingezogen, so dass ihre Gestalt jetzt kugelig oder eiförmig erscheint. Immer ist ihr Inhalt feingekörnt und färbt sich fast gar nicht. Nur der kugelige Kern nimmt die Farbe intensiv auf.

Mit dem Wachstum des Tieres nimmt die Bildung von neuen Zellen und Fibrillen zu. Untersucht man *Asterias* von etwa 2—5 ctm. Durchmesser, so sieht man, wie in der Körperwand die Fibrillen, die auch hier immer nur Ausläufer von Zellen sind, dicht gedrängt sich verfilzend und in derselben Richtung verlaufend angeordnet sind, und die Grundsubstanz vollkommen von ihnen angefüllt wird. Hier sind die Zellen dann meist von spindelige Gestalt.

Einen abweichenden Charakter besitzt die Bindesubstanz an denjenigen Stellen, wo sie Kalkgebilde einschließt. Das ist vorzugsweise der Fall in der ventralen und dorsalen Körperwand. In letzterer liegen die Kalkstücke vereinzelt, und ist an mit Säure behandelten Präparaten, aus denen der Kalk entfernt worden ist, an den Stellen, wo die Kalkstücke gelegen haben, folgendes zu sehen.

Die Bindesubstanz besteht an den Kalkgebilde bergenden Teilen aus mit einander anastomisirenden Zellen. Diese sind von sternförmiger Gestalt. Meist vier oder mehr Ausläufer gehen von einer Zelle aus, um sich mit den Ausläufern einer benachbarten zu verbinden. (Fig. 46 Taf. V) Auf diese Weise wird ein engmaschiges Netzwerk hergestellt. Ist dasselbe von Kalkstück ausgefüllt, so gehen die einzelnen Zellenausläufer durch die Poren desselben, wie man an Schnitten durch die noch unentkalkte Körperwandung sehen kann.

In welcher Weise aber Muskelfibrillen mit diesen Zellen in Verbindung treten, schilderte ich oben.

Die Bindesubstanz der gröfseren Tiere unterscheidet sich von der der jüngeren vor allem durch die grofse Anzahl der Fibrillen, sowie durch die gröfsere Stärke derselben. Es sind dieselben oft zu mehreren zusammengetreten und untereinander verfilzt. Die Intercellularsubstanz kann oft so stark von den Fibrillen, die mit einander verkleben, angefüllt sein, dafs dann die Bindesubstanz die Consistenz eines Knorpels haben kann. Diese Bildung trifft man

in der Rückenwand an. Im Steinkanal, den Mesenterien, im Chromatogen Organ herrschen die Fibrillen meist in einer Richtung verlaufend und sich nur selten verfilzend vor. —

Ueber die Bindesubstanz der Asteriden liegen nur wenige beiläufige Angaben vor von Teuscher, Hoffmann<sup>1)</sup> u. a., auf die ich kurz eingehen will. Nach letztgenanntem Autor besteht die Cutis aus Bindegewebsbündeln, die vollkommen mit denen des fibrillären Bindegewebes höherer Tiere übereinstimmen sollen. Zellige Elemente wurden gar nicht aufgefunden, was um so merkwürdiger ist, da sich die Kerne dieser Zellen, mit irgend welchem Färbemittel behandelt, intensiv färben, also leicht zu erkennen sind. Von Interesse ist die Angabe Hoffmanns, dass die Bindesubstanz der Asteriden nicht leimgebend ist.

Die Wanderzellen der Bindesubstanz variiren in ihrer Grösse bedeutend. An einem im Durchmesser 1 ctm. grossen Asterias maßen die kleinsten 0,0042 mm., die grössten 0,0096 mm. Der Zellinhalt nimmt nach Behandlung mit Chrom-Osmiumsäure und nachheriger Färbung mit Essigkarmin einen gelblichen Ton an. Er ist zumeist von Körnchen erfüllt oder doch fein granulirt. — Die Wanderzellen sind in der Körperwand sehr zahlreich vorhanden, oftmals in Trupps zusammengedrängt, dann wieder auf grössere Strecken nur spärlich verteilt.

---

<sup>1)</sup> Asteriden l. cit. p. 2.



# Allgemeiner Teil.

## I. Abschnitt.

### Das Nervensystem der Echinodermen und Coelenteraten.

Die Elemente, welche das Nervensystem der Asteriden zusammensetzen, sind die Sinneszellen, die Nervenfasern und die Ganglienzellen. Die ersteren nehmen an der Begrenzung des Körpers nach außen Teil, sie sind Epithelsinneszellen, während die beiden übrigen Elemente in der Tiefe des Körperepithels, des Ektoderms, gelagert sind, mithin ihre Lagerung beibehalten haben da sie ektoblastischen Ursprunges sind.

Anders sind die Verhältnisse bei den Holothuriern, wo das Nervensystem aus dem Ektoblast in die Bindesubstanz (Mesenchym), zu liegen gekommen ist. Zugleich ist bei dieser Gruppe derjenige Teil des Körperepithels, in welchem die Nervenschichten verliefen mit in die Bindesubstanz zu liegen gekommen, und erklärt sich so der anscheinend abweichende Bau im Nervensystem. —

Die Nervenschicht verläuft bei den Asteriden 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 Teil der

Körperoberfläche darstellt, und mit seinen Bestandteilen dauernd dem Ektoderm angehört, dass also hier ein Zustand erhalten ist, welcher bei den übrigen Tieren nur vorübergehend beim Beginn ihrer Entwicklung sich findet.

Interessant ist es nun, dass wir in den Echinodermen einen zweiten Tierkreis 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 Tieren 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. Hertwig <sup>1)</sup> 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 Weise ausgebildet und daher auch morphologisch sich in divergenter Richtung differenziert 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 Elemente sind mit Epithelstützellen über die Körperoberfläche verbreitet. Diesen Zustand haben wir bei den Asteriden noch vor uns <sup>2)</sup>.

---

<sup>1)</sup> vergl. Nervensystem und Sinnesorgane der Medusen. 3. Abschnitt pag. 157 u. die Aktinien, pag. 176.

<sup>2)</sup> In ausführlicher Weise komme ich auf diese Verhältnisse im Schlusshefte dieser Beiträge zurück.

---

## II. Abschnitt.

### Die Muskulatur der Echinodermen und Coelenteraten.

Nicht nur in der Entstehung und im Bau des Nervensystemes stimmen beide Stämme überein, auch die Muskulatur zeigt ein gleiches Verhalten.

Die Coelenteraten zeigen uns den Weg, wie wir uns die Phylogenie der Muskulatur zu denken haben, indem sie uns die Epithelmuskelzelle, das heißt die noch an der epithelialen Begrenzung des Körpers teilnehmende Muskelzelle, weiterhin die aus dem Epithel ausgeschiedene Muskelzelle als Fibrille mit Muskelkörperchen, und endlich die quergestreifte Muskelfaser vorführen.

Wie wir bei den Coelenteraten somit schrittweise die Genese des Muskels verfolgen können, so ist bei den Echinodermen das Gleiche der Fall.

Im ersten Heft dieser Arbeit habe ich nachgewiesen, dass bei den Holothuriern Epithelmuskelfasern sich finden. Bei den Asteriden haben wir aber die Tatsache vor uns, dass am jungen Tier Epithelmuskelzellen sich finden, wo bei der erwachsenen geschlechtsreifen Form Muskelfasern mit anliegendem Kern — dem Rest der Bildungszelle — vorkommen.

Im schlauchförmigen Kanal haben die Epithelzellen basal eine glatte Muskelfibrille ausgeschieden, wie ich oben zeigte (dies gilt für *Asterias rubens* vom Durchmesser weniger Millimeter). Beim erwachsenen *Asterias* haben die Muskelzellen nicht nur ihre Verbindung mit dem Epithel aufgegeben, sondern sind in die Bindesubstanz zu liegen gekommen. Ihren parallelen Verlauf haben sie jedoch beibehalten.

Dieses Beispiel wird jedenfalls nicht das einzige sein. Bei weiterer Untersuchung der Echinodermen auf ihre Histiogenese werden jedenfalls noch mehr Uebereinstimmungen zwischen ihren Geweben mit denen der Pflanzentiere sich ergeben.

---

## Die Coelomtheorie und die Echinodermen.

— falsche Ansichten tun, wenn sie durch einige Beweise unterstützt sind, wenig Schaden, da Jedermann ein heilsames Vergnügen darin findet, ihre Irrigkeit nachzuweisen.

Darwin.

Als im Jare 1881 O. und R. Hertwig ihre „Coelomtheorie“ aufstellten, war die Entwicklungsgeschichte der Echinodermen soweit bekannt, dass ihnen innerhalb der Enterocoelien eine Stellung angewiesen werden konnte.

Wie bekannt, haben die genannten Autoren geglaubt, zwischen einer zweifachen Entstehung des Mesoderms unterscheiden zu müssen. Sie konstatiren zwei verschiedene Bildungen, die neben einander unvermittelt dastehen, und zwar erstens den Mesoblast, der aus einer Ausstülpung des Urdarmes entsteht, und das Mesenchym, welches von Zellen gebildet wird, die aus den primären Keimblättern herkommen. Der Mesoblast begrenzt das Enterocoel, welches als abgeschnürtes Darmdivertikel zu betrachten ist. Die im Mesenchym auftretenden Hohlräume werden als Schizocoel bezeichnet.

Je nachdem nun die Bilaterien ein Schizocoel und Mesenchym besitzen, gehören sie zu den Schizocoeliern, trifft man aber bei ihnen außerdem noch ein Enterocoel und Mesoblast an, so sind sie als Enterocoelien den ersteren gegenüberzustellen.

Es fragt sich nun, ob durch die neueren Untersuchungen es irgendwie gerechtfertigt erscheint, Mesoblast und Mesenchym als zwei gesonderte Bildungen zu betrachten, und ob überhaupt eine Einteilung der Metazoen nach der Entstehung der Leibeshöhle gerechtfertigt ist. Zu letzterer Frage wende ich mich zuerst. Angenommen, dass sich zwischen Enterocoel und Pseudocoel unterscheiden lässt, so muss zunächst festgestellt werden, dass Schizocoelbildungen bei allen Bilaterien vorkommen, vor allem bei den Echinodermen, worauf ich unten noch zu sprechen komme. Bezeichnen wir aber eine Tiergruppe als Enterocoelien, bei welcher ein Schizocoel in ebenso großer Entwicklung sich zeigt, so ist das gewiss nicht logisch zu nennen. Beide Abteilungen, Enterocoelien und Schizocoelien stehen sich nicht als entgegengesetzt oder gleichberechtigt gegenüber, sondern die Enterocoelien können nur als

Unterabteilung der Schizocoelien, die die gesammten Bilaterien umfassen, gelten.

In dem System von O. und R. Hertwig werden als Pseudocoelien aufgeführt die Bryozoen, Rotatorien, Plathelminthen und Mollusken, als Enterocoelien die Nematoden, Chätognathen, Brachiopoden, Anneliden, Gephyreen, Enteropneusten, Tunicaten, Echinodermen, Arthropoden und Vertebraten. Dass dieses System ein gekünsteltes ist, wird wol, glaube ich, kaum Jemand leugnen können! Wie ist es aber jetzt mit diesem System bestellt, wo eine Reihe neuer Arbeiten von Graff, Götte, Haller, Lang u. a. vorliegen?

Halten wir an Hertwigs Unterscheidung in Entero- und Pseudocoelien fest, so folgt den Arbeiten der genannten Forscher zu Folge, dass wir die Mollusken zum Teil als Enterocoelien, zum Teil als Pseudocoelien betrachten müssen, und ebenso die Plathelminthen in zwei Gruppen zerfallen müssen. Diese Tatsache, scheint mir, ist wol vor allem geeignet, einmal die Unmöglichkeit der genannten Einteilung zu zeigen, und weiter die Frage aufzuwerfen, ist eine Trennung zwischen Mesoblast und Mesenchym berechtigt?

Durch eine Abhandlung von Haller<sup>1)</sup> haben wir erfahren, dass die Leibeshöhle vom Epithel ausgekleidet wird. Wenn nun auch Haller nicht direkt beobachtet hat, dass sich bei den Chitonen Urdarmdivertikel abschnüren, so folgert er dies doch aus der Anatomie, und, wie mir scheint, mit vollem Rechte. Nach seinen Angaben muss die sekundäre Leibeshöhle aus parigen Säcken entstehen. Sie wird von einem Epithel ausgekleidet, dass außer bei Chitonen bei *Haliotis*, *Fissurella*, Trochiden und Muriciden vorkommt. Wie Grobben weiter gefunden hat, besitzen auch die Acephalen und Cephalopoden ein Leibeshölenepithel. Außerdem ist ein Schizocoel bei diesen Gruppen vorhanden.

Haller bezeichnet die genannten Gruppen im Sinne der Hertwig als Enterocoelien. Wir müssten alle diejenigen Mollusken, bei welchen kein Epithel konstatiert ist, den genannten gegenüberstellen, und würden somit einen zusammengehörigen Tierstamm in zwei Teile trennen müssen, ungeachtet ihrer Uebereinstimmung in anderen Organsystemen. Ich wende mich jetzt

---

<sup>1)</sup> Béla Haller, Die Organisation der Chitonen der Adria in: Arbeiten aus dem zoologischen Institute der Universität Wien, herausgegeben von C. Claus. Tom. 4. 1882.

zu den Plathelminthen, die von O. und R. Hertwig als Schizocoelien betrachtet werden.

A. Lang sagt in seiner neuesten Publication: Die Hirudineen und Plathelminthen sind ebenso sehr oder ebenso wenig Entero-coelien als die Anneliden! Die Tatsachen, welche ihn zu einem direkten Gegensatz mit Hertwigs Anschauungen gebracht haben, sind folgende:

Das Mesoderm der Polycladen legt sich nach Langs Beobachtungen in ähnlicher Weise an, wie bei den Anneliden. Es entsteht aus vier Ur-Mesodermzellen je ein Zellhaufen<sup>1)</sup>. Die Ur-Mesoblastzellen haben ihren Ursprung aus Entoblastzellen genommen. Die vier Zellhaufen oder vier Mesoblaststreifen homologisirt Lang den beiden Mesoblaststreifen der Anneliden. Während es aber bei diesen zu einer Spaltung kommt und so ein Entero-coel entsteht, unterbleibt dieser Vorgang bei den Polycladen. Es bildet sich keine echte Leibeshöhle.

Dass man nun trotz des Fehlens derselben die Polycladen zu den Entero-coeliern rechnen muss, darin stimme ich mit Lang<sup>2)</sup> überein. Wenn er weiterhin folgert, dass die Polycladen in der straligen Anlage des Mesoblastes das ursprüngliche Verhalten zeigen, bei den Ringelwürmern und Mollusken aber die bilaterale Symmetrie die Ontogenie mehr beherrsche, und dem entsprechend die Zahl der Ur-Mesoblastzellen auf zwei reducirt sei, so ist dieser Ansicht die Zustimmung gewiss nicht zu versagen. Denn die Ur-Mesoblastzellen der Mollusken sind mit vollem Rechte für homolog den beiden Zellen der Anneliden zu setzen, wie aus Hallers Arbeit folgt, der ja, wie ich oben zeigte, eine parige Anlage der Urdarmdivertikel sehr wahrscheinlich macht. —

Auf die weiteren Ansichten von Lang, dass die Bildung der soliden Mesodermstreifen primär sei und die Abschnürung der Urdarmdivertikel eine spätere Erscheinung, will ich hier nur kurz hingewiesen haben. Weshalb ich in dieser Frage Lang nicht beistimmen kann, werde ich unten zeigen. Die wichtigste Kritik der Coelomtheorie hat in neuester Zeit Götte<sup>3)</sup> geliefert. Er weist zunächst die Hertwig'sche Ansicht, dass auch bei den „hypogastrischen Würmern“ der Ursprung der mesodermalen Ge-

---

<sup>1)</sup> Lang, Monographie der Polycladen. Kapitel Ontogenie. III.

<sup>2)</sup> Lang, A. loc. cit. pag. 653.

<sup>3)</sup> Goette, Abhandlungen zur Entwicklungsgeschichte der Tiere, 2. Heft. 1884. pag. 112 u. f.



webe und Organe ein zweifacher sei, zurück. Goette kommt in seinen scharf durchdachten Auseinandersetzungen zu dem Schluss, dass Mesenchym und Peritonealsäcke nicht sowol unverbundene Gegensätze (Hertwig), als vielmehr verschiedene Stufen einer Entwicklungsreihe sind. Dieser Anschauung stimme ich vollkommen bei. Ich bin zu derselben auf anderem Wege gekommen als Goette. Dies will ich im Folgenden klar legen und versuchen, an Stelle der Hertwigschen Coelomtheorie eine andere Ansicht aufzustellen, welche zugleich die Coelenteraten mit berücksichtigt.

In Hertwigs Coelomtheorie sind die Coelenteraten fast ganz bei Seite gelassen, und ist auf die von Chun <sup>1)</sup> vertretene Leuckartsche <sup>2)</sup> Auffassung keine Rücksicht genommen worden, wie Lang <sup>3)</sup> hervorhebt.

Der coelenterische Apparat der Coelenteraten repräsentirt nach Leuckart den Darmkanal plus Leibeshöhle der höheren Tiere. Bei den Coelenteraten sind die Urdarmdivertikel radiär angeordnet, dem radiären Bau dieser Tiere gemäß, und sind in offener Communication mit dem Urdarm geblieben.

Eine stralige Anordnung der Urdarmdivertikel treffen wir übrigens auch bei Bilaterien an. Ich glaube, dass auch hier wie bei den Coelenteraten der stralige Bau eine sekundäre Erscheinung ist und dass auch die Vorfahren der letzteren bilateral symmetrische Tiere waren. Hierauf weist unter anderen die bilaterale Symmetrie der Gastrulaeformen, beispielsweise der Medusen (*Cyanea capillata* u. a.), hin.

Verteilen wir die Tiere in Gruppen je nach der Bildung ihrer Leibeshöhle, so würden in die

### I. Gruppe

die Coelenteraten allein zu stellen sein, indem erstens die An-

---

<sup>1)</sup> Chun, Die Ctenophoren des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeres-Abschnitte in: Fauna und Flora des Golfes von Neapel 1880. Bd. 1.

<sup>2)</sup> Leuckart, Beiträge zur Kenntnis wirbelloser Tiere von Frey und Leuckart. Braunschweig 1847. pag. 32 und Ueber die Morphologie der wirbellosen Tiere, ebend. 1848. pag. 13 u. f.

<sup>3)</sup> Lang, Der Bau von *Gunda segmentata* und die Verwandtschaft der Plathelminthen mit Coelenteraten und Hirudineen in: Mitteilungen aus der zoolog. Station zu Neapel, 1881. pag. 221.

lage der Urdarmdivertikel eine stralige ist und bleibt gemäß des radiären Baues dieser Tiere. Zweitens bleiben die Urdarmdivertikel in offener Communication mit dem Urdarm. Zur

## II. Gruppe

würden diejenigen Formen gehören, bei welchen das Enterocoel sich in Gestalt von Ausstülpungen, und zwar parigen, anlegt. Diese Ausstülpungen bleiben nicht in Communication mit dem Urdarm, sondern schnüren sich ab und bilden so das Enterocoel. Hierher gehören die Echinodermen, Brachiopoden, Enteropneusten, Chätognathen und Amphioxus. Da nun aber die Echinodermen doch einen straligen Bau besitzen, so könnte man die Frage aufwerfen, wie es kommt, dass nicht auch die Anlage des Mesoblastes und des Enterocoels eine stralige sei. Hierbei ist an die bilaterale Symmetrie der Echinodermenlarven zu erinnern und ihre Uebereinstimmung mit Wurmlarven. Es deutet meiner Ansicht nach die bilateral symmetrische Anlage der Urdarmdivertikel auf die Abstammung der Echinodermen hin von bilateral-symmetrischen Würmern, bei welchen bereits diese Entstehung des Mesoblastes vorhanden war. Damit scheint mir aber auch eine Stütze für die Ansicht gewonnen zu sein, welche die Entstehung des Enterocoels in Gestalt von Darmaussackungen als das primäre ansieht, und die Bildung von soliden Mesoblaststreifen als eine secundäre Erscheinung, indem ja die Echinodermen wie die Brachiopoden eine paläontologisch sehr alte Gruppe vorstellen. Lang <sup>1)</sup> hat neuerdings versucht, wie ich oben kurz erwähnte, den umgekehrten Entwicklungsgang als den wahrscheinlicheren hinzustellen, meiner Ansicht nach aber mit wenig Glück.

Auch Götte ist zu diesem Resultat gekommen. Er geht aus von den Turbellarien, welche ein Mesenchym und Schizocoel besitzen und verfolgt die Entwicklung des Enterocoels, indem er zunächst die Nematoden mit den bilateral symmetrisch angelegten Zellsträngen heranzieht und dann Gephyreen und Anneliden folgen lässt. Es ist dies somit gerade der umgekehrte Weg, den er eingeschlagen hat. Götte ist durch die Betrachtung lediglich

---

<sup>1)</sup> Während Lang noch im Jahre 1881 (*Gunda segmentata* in Mitteilung. d. zoolog. Station. Band 3.) die Leuckartsche Ansicht verfocht, hat er in seiner Monographie der Polycladen diese seine Ansichten vollkommen gändert und zurückgenommen, ohne dass mir ein zwingender Grund aus seiner Darstellung hierfür einleuchtet.

der Würmer zu dieser Anschauung gekommen, dass das Entero-coel vom Schizocoel abzuleiten ist. —

In diese Gruppe gehören wahrscheinlich auch die Chitonen wie Haller will, sofern in der Entwicklungsgeschichte wirklich ein Stadium konstatirt werden sollte, in welchem Darmdivertikel sich abschnürten. Ueber die Stellung der übrigen Mollusken, bei welchen ein Leibeshölenepithel konstatirt worden ist und die ich oben aufgezählt habe, kann bis jetzt nichts sicheres ausgesagt werden. Hoffentlich entscheiden hierüber baldigst Arbeiten, die ihre Ontogenie aufklären.

### III. Gruppe.

In diese Gruppe kann man alle diejenigen Formen bringen, bei welchen wir nicht mehr hohle Ausstülpungen des Darmes vor uns haben, sondern kompakte Zellstreifen — die Mesoblaststreifen — in denen erst secundär ein Hohlraum, das Entero-coel, entsteht. Zunächst kommen die Anneliden in Betracht. Bei den Chätopoden entsteht nach Kleinenberg <sup>1)</sup> aus den zwei grossen Mesoblastzellen das Mesoderm, indem sich zwei Mesoblaststreifen bilden, von denen jeder zunächst aus einer, dann aus mehreren Zellreihen besteht. Durch Auseinanderweichen derselben wird ein Hohlraum, das Entero-coel, gebildet. Bei den Hirudineen ist die Entstehung der Mesoblaststreifen mit nachheriger Bildung der Leibeshöhle die gleiche. Bei den Gephyreen entsteht nach Caldwell <sup>2)</sup> (Phoronis) das Mesoblast in Gestalt zweier bilateraler Zellgruppen, in denen ein Hohlraum entsteht. Bald kann man zwischen einem splanchnischen und somatischen Blatt unterscheiden.

Alle die verschiedenen weiteren Bildungen in der Leibeshöhle hier zu erörtern, darauf verzichte ich und verweise dafür auf Göttes <sup>3)</sup> Arbeit.

Weiter gehört zu dieser Gruppe ein Teil der Mollusken. Und zwar Paludina, bei welcher nach Lankaster und Bütschli zwei Mesoblaststreifen entstehen, die in zwei Blätter zerfallen und die Leibeshöhle einschliessen.

---

<sup>1)</sup> Kleinenberg, Sullo sviluppo del Lumbricus trapezoides. Napoli, 1878.

<sup>2)</sup> Caldwell, Preliminary note on the structure, development, and affinities of Phoronis in: Proc. R. Soc. London, vol. 34. 1882. pag. 371.

<sup>3)</sup> Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Würmer. Vergleich. Teil. Leipzig u. Hamburg. 1884.

Es ist von grossem Interesse, bei den Mollusken die verschiedensten Rückbildungen in der Entstehung der Leibeshöle verfolgen zu können. Dass wir bei einem so einheitlichen Tierstamm, wie die Mollusken es sind, ontogenetisch so verschiedene Entstehungsarten des Mesoblasts vor uns haben (Darmdivertikel der Chitonen (?) etc., Mesoblaststreifen von *Paludina*, *Nassa mutabilis*, *Panorbis* (Rabl)), giebt uns das Recht, auch diese Bildungen als homolog und als aus einander nach und nach entwickelte anzusehen.

#### IV. Gruppe.

Bei den Nematoden finden wir zwei bilateral-symmetrische Zellenstränge, die sich in eigentümlicher Weise nach Goettes<sup>1)</sup> Untersuchungen bei der Bildung des Enterocoels verhalten. Die Bryozoen mit ihren beiden Mesoblastzellen sind dann hier zu nennen. Es gehen aber bei diesen Tieren die Zellen der Mesoblaststreifen über in die Muskulatur und das interstitielle Bindegewebe.

Nach Langs Untersuchungen nimmt der Mesoblast der Polycladen aus vier radiär angeordneten Zellen seinen Ursprung. Es teilen sich dieselben und erzeugen vier Mesodermstreifen. Eine Leibeshöle entsteht jedoch nicht in denselben, sondern die central gelegenen Teile der Mesodermstreifen bilden die Darmmuskulatur, die peripherisch gelegenen die Hautmuskulatur. Es wird somit die Phylogenie nur noch in ganz geringem Masse ontogenetisch recapitulirt. Bei einigen Rhabdocoelen entsteht noch eine Leibeshöle, (Graff) sie stehen also eine Stufe höher als die letzteren, bei welchen nur die Anlage der Urmesoblastzellen auf die einstige Leibeshöle deutet.

Entsprechen somit die Urdarmdivertikel der Echinodermen, Chätognaten, Brachiopoden, Enteropneusten und des Amphioxus den Mesodermstreifen der höheren Würmer und den Bildungen, wie sie bei Polycladen u. s. w. vorhanden sind, so ist auch der Mesoblast und das Mesenchym nichts von einander getrenntes, sondern beide sind nur verschiedene Entwicklungsstufen einer Bildung.

Wie steht es aber nun da, wo neben den paarigen Urdarmdivertikeln noch ein Mesenchym zur Ausbildung gelangt, wie bei den Echinodermen und Ctenophoren. Die sich vom Entoblast abschnürenden Zellen wandern in das Gallertgewebe und erzeugen die Bindesubstanz in gleicher Weise, wie es bei den höheren Coe-

---

<sup>1)</sup> Goette a. a. O. Heft 1.

<sup>2)</sup> Lang a. a. O. pag. 661.

lenteraten der Fall ist. Es gehen somit beide Bildungen von Mesoblast und Mesenchymbindegewebe von Anfang an neben einander her. Sobald aber das Mesenchym entstanden ist, kann es zur Bildung von Holräumen in denselben kommen, zu den Schizocoelbildungen, und diese treten in allen Tierstämmen neben den Holraumbildungen der echten Leibeshöle auf. Bei den Gruppen, wo die echte Leibeshöhle, das Enterocoel, vollkommen rückgebildet erscheint, haben wir dann nur noch Schizocoelbildungen vor uns, da an die Stelle des Mesoblastes das Mesenchym getreten ist, das sich hier aus den Mesoblaststreifen durch Loslösung der einzelnen Zellen bildete, während bei den Gruppen mit Urdarmdivertikeln sich dasselbe aus Zellen der primären Keimblätter differenzierte. —

Während bei den Hertwigschen Enterocoeliern die Muskulatur ihren Ursprung aus epithelialen Zellen (Mesoblast) nehmen sollte, bei den Schizocoeliern aber aus Mesenchymzellen, so hat sich diese Anschauung gleichfalls als nicht richtig erwiesen. Hierauf möchte ich noch mit einigen Worten zu sprechen kommen.

Bei den Echinodermen ist ein Enterocoel wie Schizocoel in gleich starker Entwicklung vorhanden. Die epitheliale Begrenzung des Enterocoels erzeugt Muskelfibrillen in gleicher Weise, wie das Mesenchymgewebe. Es zeigt sich hier deutlich, wie man nicht aus den ausgebildeten Muskelfibrillen, wie überhaupt aus der Organisation des ausgewachsenen Tieres auf die Entwicklung schließen darf. Denn die Muskelfibrillen epithelialen und mesenchymatösen Ursprungs sind bei den Asteriden Fibrillen mit anliegendem Kern. Lediglich die Zerfaserung an den Enden der letzteren könnte als Unterscheidungsmerkmal angesehen werden. Nur durch die Verquickung der Organisationsverhältnisse des entwickelten Tieres mit den Vorgängen der Ontogenie konnten O. u. R. Hertwig ihre Coelomtheorie entwickeln. Auf die Ontogenie allein gestützt, kommt man zu anderen Resultaten.

Welches die Ursachen gewesen sind, die nach und nach die Rückbildung der Leibeshöle herbeigeführt haben, das zu untersuchen und festzustellen, fordert eine genaue Kenntnis der Existenzbedingungen der einzelnen Gruppen. Sobald der Parasitismus in Betracht kommt, dürfte eine Erklärung nicht schwierig sein. An einem andern Orte hoffe ich hierüber einige Gedanken mitteilen zu können. —

Zum Schluss möchte ich noch auf die Ansichten hinweisen, welche Selenka aufgestellt hat.

Selenka hat gezeigt, dass bei den Echiniden „zwei Urzellen des Mesenchyms“ zu zwei Mesenchymstreifen auswachsen und in das Gallertgewebe gelangen, in welchem sie die Bindesubstanz bilden. Dass diese Bildungen mit den ähnlichen bei Würmern etc. vorkommenden Verhältnissen zu homologisiren seien, glaube ich nicht.

Die frühzeitige Bildung der Bindesubstanz bei den Echinodermen ist vielmehr als eine sekundäre Erscheinung aufzufassen, wie ja überhaupt die Larven eine Reihe von Eigentümlichkeiten zeigen, die auf Neubildungen zurückzuführen sind. — Bei den Ctenophoren ist ebenfalls mit gröfserer Warscheinlichkeit die frühe Bildung der Bindesubstanz durch den Eintritt der Wanderzellen in das Gallertgewebe als embryonale Abkürzungserscheinung aufzufassen, wie bereits Balfour ausgeführt hat. Es bilden diese beiden genannten Fälle somit Ausnahmen von der Regel, die sich durch ihre Entwicklungsweise erklären lassen.

---

### III. Abschnitt.

#### Zusammenfassung der Resultate.

Indem ich diejenigen Resultate, welche von allgemeinerer Bedeutung sind, hier zusammenfasse, will ich zugleich ein Bild der Organisation eines Asteriden geben, wie sich dieselbe mir darstellt.

Die Körperwandung des Asteriden umschliesst die grofse Leibeshöle, ein echtes Enterocoel, in dem der Darm, die Geschlechtsorgane und der schlauchförmige Kanal mit seinen Organen sowie Teile des Wassergefässsystems gelegen sind.

Die Körperwand wird zusammengesetzt aus einem wimpernden Aufsenepithel, welches von einer Cuticula bedeckt wird, der Cutis, einer Rings- und einer Längsmuskelschicht, während nach der Leibeshöle zu ein Wimperepithel den Abschluss bildet. Es ist somit der Bau der Leibeswandung derselbe, wie wir ihn bei Würmern, bei den Anneliden beispielsweise, widerfinden.

Sowol in der Dorsal- wie Ventralwand sind Kalkbildungen vorhanden, welche in letzterer die Wirbel bilden.

---

<sup>1)</sup> Selenka, Die Keimblätter der Echinodermen in: Studien zur Entwicklungsgeschichte der Tiere. 2tes Heft, Wiesbaden 1883.

<sup>2)</sup> Balfour, Vergleichende Embryologie, Band 2.

In der Binde substanzschicht trifft man zunächst in der Rückenwand ein System von Spalträumen an, die ihrer Entstehung nach Schizocoelbildungen vorstellen. In denselben verläuft der Blutlakunenring mit seinen zehn zu den Geschlechtsorganen führenden Aesten.

In der Ventralwand der Arme sind gleichfalls Schizocoelbildungen zu konstatiren, welche als parallel zur Armaxe verlaufende Kanäle sich darstellen. In der Medianlinie ist zuerst der Perihämalkanal zu nennen, welcher aber nicht bis zur Spitze des Armes verläuft, wie das radiäre Wassergefäss, sondern vor dem Fülcr endet. Ausser diesem medianen Schizocoelraum sind längsverlaufende Räume vorhanden, welche zwischen den Füsschen und lateralwärts von denselben angetroffen werden. Von letzteren gehen Verbindungsäste zu dem Schizocoel der Rückenwand, sodass somit eine Communication zwischen sämtlichen Schizocoelbildungen vorhanden ist.

Der median gelegene Perihämalkanal wird nach aussen von einem Epithelwulst begrenzt, der den radiären Nervenstamm trägt. Dieses Epithel ist durch seine Länge ausgezeichnet. Es setzt sich zusammen aus Stützzellen und Sinneszellen, welche vorzüglich auf den Fülern und dem Augenwulst derselben vorkommen. Der Nervenstamm besteht aus Nerven fibrillen mit regellos eingestreuten Ganglienzellen. Die epithelialen in der Medianlinie der Arme gelegenen Wulste setzen sich, einen Ring bildend, um den Mund fort, und kommt es so zu einer ringförmigen Commissur zwischen den fünf radiären Nervenstämmen. Diese Commissur ist als Gehirnring zu bezeichnen und wird aus denselben Elementen zusammengesetzt, wie die Radialnervenstämmen. Von letzteren gehen Nervenäste ab zu den Füsschen und stehen mit Epithelsinneszellen in der Saugplatte in Verbindung.

In der Rückenwand, das heisst der Epidermis, sind Nerven fibrillenzüge in grosser Anzahl zu finden, desgleichen Epithelsinneszellen. Ein Nervensystem konnte im Darmtractus nachgewiesen werden. — In der Scheibe des Asteriden liegt ein Organ, das ich als Chromatogenorgan bezeichne. Es ist dies dasselbe Organ, welches von Ludwig als Herz gedeutet wurde. Seine Hohlräume werden von einem Epithel ausgekleidet, welches Träger eines farbigen Pigmentes ist, das in Form von Körnchen in den Zellen abgelagert ist. Umschlossen wird dieses Organ von der Wandung des sogenannten schlauchförmigen Kanals. Vom Chro-

matogenorgan gehen aus zwei Kanäle, die von demselben Epithel ausgekleidet werden. Diese münden in einen Ringkanal in der dorsalen Scheibe. Von diesem gehen wiederum zehn Kanäle ab zu den Geschlechtsorganen und münden in die Ausführungsgänge derselben. Dieses Kanalsystem, das als excretorisches zu bezeichnen ist, verläuft im bindegewebigen Septum, in dem die dorsalen Blutlakunen verlaufen, und zwar centralwärts von diesen. Die Blutlakunen werden auf ihren Bau untersucht und als Lücken und Hohlräume erkannt, welche in dem bindegewebigen Septum der Schizocoelräume, die dann als Perihämalräume bezeichnet werden können, sich finden.

Das Wassergefässsystem hat keinen Zusammenhang mehr mit dem Enterocoel. Durch die Madreporenplatte wird Wasser aufgenommen und jedenfalls auch entleert, was aus dem Bau des Steinkanals gefolgert werden kann. Die Tiedemannschen Körper sind Ausstülpungen des Wassergefässringes und funktioniren jedenfalls als Drüsen.

Von besonderem Interesse ist das Vorhandensein von grossen einzelligen Drüsen im Magendarm von *Asterias rubens*. Wie sich derselbe beim Fressen nach Aussen stülpt, wurde ausführlich geschildert. In diesen Drüsen ist der Ursprung des Sekretes zu suchen, vermittels dessen die Beute gelämt wird, wie schon frühere Autoren berichtet haben. Auch in den Blinddärmen trifft man in grosser Zahl Becherdrüsen an, die hier ebenfalls noch unbekannt waren.

Ueber den Ursprung, die Gestalt und den Bau der Wanderzellen, sofern sie im Enterocoel, Wassergefässsystem und Schizocoel sich finden, handelt ein weiteres Kapitel.

Die Geschlechtsorgane wurden von ihrer ersten Anlage an verfolgt. Durch diese erklärt sich Vieles im Bau des ausgebildeten Organes, so die Schizocoelbildungen in der Binde substanzschicht ihrer Wandung. Später treten die Blutlakunen in Verbindung mit denselben. Die Eier besitzen ein Follikelepithel und eine Zona pellucida mit radiären Streifen. Die Muskulatur ist theils epithelialen, theils mesenchymatösen Ursprungs. Epithelmuskelzellen finden sich am jungen Tier, wo später Muskelfibrillen mit anliegendem Kern in der Binde substanz gelagert sind. Letztere ist von verschiedenem Bau am jungen und alten *Asterias*. Auf die Schilderung derselben sei hier nur verwiesen.



Was die äusseren Anhänge des Körpers anlangt, so sind die Saugfüsschen bei verschiedenen Arten untersucht worden. In den Saugplatten fanden sich neben Sinnes- und gewöhnlichen Epithelzellen Drüsenzellen vor. Die Kiemenbläschen der Rückenwand sind als Ausstülpungen derselben aufzufassen. So erklärt sich auch der Bau derselben mit den Schizocoelbildungen, der Rings-, wie Längsmuskelschicht leicht. —

Im allgemeinen Teile wurden nur einige wenige Punkte berührt. Ich behalte es mir vor im Schlusshefte dieser Beiträge in ausführlicher Weise einen vergleichenden Abschnitt hinzuzufügen unter Hinzuziehung der dann beschriebenen Organisationsverhältnisse der übrigen Echinodermengruppen.

# Literatur-Verzeichniss

zu

## Heft 1 und 2.

---

Agassiz, A., Memoirs of the Muscum of Comparative Zoology at Harvard College. Vol. 5. No. 1. North American Starfishes. 1877.

Baudelot, E. Études générales sur le système nerveux. Contribution à l'histoire du système nerveux des Echinodermes. Arch. de zool. expériment. etc. 1872.

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

Bronn, Klassen und Ordnungen des Tierreichs. II. Aktinozoen.

Chiaje, delle, St. Memoire sulla Storia e Notomia degli animali senza vertebre etc. V. 2. 1825.

Danielssen und Koren, Fra den Norske Nordhavsexpedition. Echinodermer. in: Nyt Magaz. f. Naturvid. Band 25.

Foettinger, Al., Sur l'existence de l'hémoglobine chez les Echinodermes. in: Arch. de Biologie. T. 1. 1880. pag. 405.

Greeff, Ueber den Bau der Echinodermen. Sitzungsberichte d. Gesellsch. z. Beförderung d. gesamten Naturwiss. zu Marburg. 1871 Nr. 8; 1872 Nr. 6; 1879 Nr. 4; 1876 Nr. 1; 1876 Nr. 5.

Haeckel, E., Ueber die Augen und Nerven der Seesterne. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 10. 1860.

— —, Die Radiolarien. Eine Monographie. Berlin.

Hamann, O., Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. Band 39. 1. Mitteilung.

—, Zur Histologie der Asteriden. Vorläuf. Mitteilung. Nachrichten von d. kön. Gesell. d. Wissenschaft. und der Georg-Augusts-Universität zu Göttingen. Nr. 9. 1884.

Hensen, Ueber eine Brachiolaria des Kieler Hafens. Archiv für Naturgeschichte. 1863.

Hoffmann, C. K., Zur Anatomie der Asteriden. *Niederländ. Archiv f. Zoologie.* Bd. 2. 1274.

Jourdan, Et., Recherches sur l'histologie des Holothuries. *Annales du musée d'histoire naturelle de Marseille.* Tome I<sup>er</sup>. 1883.

Jourdain, S., Sur les yeux de l'Asteracanthion rubens. *Comptes rendus.* T. 60. 1865.

— —, Recherches sur l'appareil circulatoire de l'étoile de mer commune. *Comptes rendus.* T. 65. 1867.

— —, Sur les voies par lesquelles le liquide séminal et les oeufs sont évacués chez l'Astérie commune. *Comptes Rendus.* T. 94. 1882.

Krukenberg, Vergleichend Physiologische Studien. Zweite Reihe. Erste Abteilung pag. 93. 1882.

Lange, W., Beitrag zur Anatomie und Histiologie der Asterien und Ophiuren. *Morpholog. Jahrbuch v. Gegenbaur.* Bd. 2.

Leydig, Anatomische Notizen über Synapta. In: *Müllers Archiv f. Anat. u. Physiol.* 1852.

—, Kleinere Mitteilungen zur tierischen Gewebelehre. *Müllers Archiv f. Anat. u. Phys.* 1854.

Ludwig, H., Die Eibildung im Tierreich, in: *Arbeiten aus dem zoolog.-zootom. Institut in Würzburg.* 5. u. 6. Heft. 1874.

— —, Beiträge zur Anatomie der Asteriden, in: *Morpholog. Studien an Echinodermen.* Leipzig, 1877—79. 1. Band. pag. 150. und *Zeitschr. f. wissensch. Zoologie.* Band 30.

— —, Zur Kenntniss der Gattung *Brisinga*. Ebenda pag. 222 und *Zeitschr. f. wissensch. Zoologie.* Band 31.

— —. Ueber eine lebendig gebärende Synaptide und zwei andere neue Holothurienarten der Brasilianischen Küste. *Archives de Biologie.* 2. Bd. 1881.

— —. Entwicklung der *Asterina gibbosa*. *Morpholog. Studien an Echinodermen.* 2. Bd. Heft 2. 1882.

Metschnikoff, Embryologische Mitteilungen über Echinodermen. in: *Zoolog. Anzeiger.* 7. Jargang. 1883. No. 158 u. No. 159.

Mettenheimer, C., Ueber die Gesichtsorgane des violetten Seesterns der Ostsee. *Müllers Archiv.* 1862.

Müller, Joh., Berichtigung und Nachtrag zu den anatomischen Studien, in: *Müllers Archiv f. Anat. u. Physiol.* 1850.

— —, Anatomische Studien über die Echinodermen. Ebenda 1850.

Müller, Joh., Ueber *Synapta digitata* und die Erzeugung von Schnecken in Holothurien. Berlin 1852.

— —, Ueber den Bau der Echinodermen. *Mitteilungen d. königl. Akad. d. Wissenschaften zu Berlin.* 1853.

Oswjannikow. Ueber das Nervensystem der Seesterne. *Mélanges biologiques tirés du Bulletin de l'Acad. de St. Petersburg.* 1871. *Bulletin de l'Acad. impér. des sciences de St. Petersburg* 1870. T. 15.

Perrier, E., u. Poirier, J., Sur l'appareil circulatoire des Étoiles de mer. *Compt. Rend.* T. 94. 1882.

— J. O. E., Recherches sur les Pédicellaires et les Ambulacres des Astéries et des Oursins. Thèses présentées à la Faculté des sc. de Paris. 1869. Paris. Masson.

Quatrefages, *Memoire sur la Synapte du Duvernoy*, in: *Annal. des sciences nat.* T. 17. 1842.

Schwalbe, H., Ueber den feineren Bau der Muskelfaser wirbelloser Tiere, in *Zeitschr. f. mikroskop. Anatomie von M. Schultze.* Band 5. 1869. pag. 205.

Selenka, Beiträge zur Anatomie und Systematik der Holothurien, in: *Zeitschr. f. wiss. Zool.* Bd. 17. 1867.

—, Studien zur Entwicklungsgeschichte der Tiere. 2. Heft. *Keimblätter der Echinodermen.* Wiesbaden 1883.

—, Das Mesenchym der Echiniden, in: *Zoolog. Anzeiger.* 7. Jahrgang. No. 160.

Semon, Nervensystem der Holothurien. in: *Jenaische Zeitschr. f. Naturw.* Bd. 16. 1883.

Semper C., Reise im Archipel der Phillipinen. 2. Th. *Wissensch. Reisen.* 1. Bd. Holothurien.

Sharpey *Todd's Cyclopaedia of Anatomy and Physiology.* V. 2. 1836—1839.

Siebold, C. Th. E., Zur Anatomie der Seesterne. *Müllers Archiv f. Anat u. Phys.* 1836.

Théel, Report on the Holothurioidea collected during the voyage of the Challenger. Part. 1. *Report Scientif. Results, Challenger, Zool.* vol. 4. P. 13. 1881.

Teuscher, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen. *Jen. Z. f. Naturw.* Bd. 10.

Tiedemann, Anatomie der Röhrenholothurie, des pomcranzfarbigen Seesternes und Steinseeigels. Landshut 1816.

Troschel u. Müller, Joh., System der Asteriden. Braunschweig 1842.

Weismann, G., Ueber die zwei Typen contractilen Gewebes und ihre Verteilung in die großen Gruppen des Tierreichs, sowie über die histologische Bedeutung ihrer Formelemente, in: Zeitschr. f. rationelle Medicin. 3. Reihe, 15. Band. 1862. pag. 60.

Wilson, H. S., The Nervous System of the Asteridae; with observat. of the Struct. of their Organs of Sense and remarks on the Reproduct. of lost Ray's. Transact. Linnean Society. London. Vol. 23. 1860.



## Erklärung der Abbildungen.

In allen Figuren bedeutet:

- A*, Augenflecke; *A* in Figur 51 = After;
- Aw*, Augenwulst;
- Bl.-D*, Blinddarm;
- Bl*<sup>1</sup>. *Bl*<sup>2</sup>. Blutlakunen;
- F*, Füler;
- Fu*, Füfsehen;
- K*, Excretionskanal auf dem Querschnitt getroffen (Fig. 65);
- KB*, Kiemenbläschen;
- Kst*, Kalkstücke in der Cutis;
- Kz*, Keimzellen;
- L*, *L*<sup>1</sup>. *L*<sup>2</sup>. in der ventralen Körperwand gelegene Längskanäle (Schizocoelräume);
- L-II*, Leibeshöhle, Enterocoel;
- MP*, Madreporenplatte;
- M-II*, Mundhaut;
- M*, Mundöffnung;
- N*, Organ des schlauchförmigen Kanales;
- M-D*, Magendarm;
- P*, Perihämalraum (= Schizocoelraum);
- P-Sch*, Perihämalraum, Schizocoelraum;
- R*, Rektum;
- RR*, radiäres Wassergefäß;
- St-K*, Steinkanal;
- Sch*, Schizocoelraum;
- Schl*, Wandung des schlauchförmigen Kanales;
- SchlK*, *Sk*, Holraum im schlauchförmigen Kanal;
- VK*, Verbindungskanal der ventralen mit den dorsalen Schizocoelräumen;
- WG*, Wassergefäßsring;

- bdr*, Becherdrüsenzellen ;  
*blg*, *bll*, Blutlakunen ;  
*blz*, Blutzellen ;  
*bg*, Binde substanz ;  
*chz*, Epithel des Organes im schlauchförm. Kanal (sog. Herzen) ;  
*c*, Cuticula ;  
*e*<sup>1</sup>. Epithel ;  
*e*<sup>2</sup>, Coelomepithel ;  
*esz*, Epithelsinneszellen ;  
*ep*, Körperepithel, Epidermis ;  
*dr*, Drüsenzellen ;  
*de*<sup>1</sup>, äußeres Darmepithel ;  
*de*<sup>2</sup>. inneres Darmepithel ;  
*end*, Endothel ;  
*fz*, Follikelzellen ;  
*gblg*, *gbl*, Blutlakunen der Geschlechtsorgane ;  
*hep*, Hodenepithel ;  
*hm*, hyaline Membran ;  
*lm*, Längsmuskel ;  
*m*, Muskelfibrillen ;  
*mk*, Muskelkerne ;  
*n*, Nerven ;  
*nf*, Nervenzug ;  
*ov*, Eizellen ;  
*qu<sub>lm</sub>*, querdurchschnittene Längsmuskelfasern ;  
*qu<sub>nf</sub>*, „ Nerven fibrillen ;  
*qu<sub>bl</sub>*, „ Blutlakunen ;  
*qu<sub>W</sub>*, auf dem Querschnitt getroffenes radiäres Wassergefäß ;  
*qu<sub>Rk</sub>*, querdurchschnittener Wassergefäßringkanal ;  
*qu<sub>GR</sub>*, „ Gehirnring ;  
*qu<sub>Bl</sub>*, „ Blutlakunen ;  
*rm*, Ringmuskeln ;  
*stz*, Stützzellen ;  
*zb*, Zellenpakete in den Tiedemannschen Körpern.

Die Erklärung der übrigen vorkommenden Buchstaben findet sich bei den einzelnen Figuren angegeben.

Tafel I <sup>1)</sup>.

Fig. 1. Querschnitt durch den Arm eines 2,4 mm. großen *Asterias rubens*. D. oc. 2. In der dorsalen und ventralen Körperwandung sind die Schizocoelbildungen mit ihren Verzweigungen zu erkennen. *P* = Perihämalkanal. — Vom Hautmuskelschlauche (*rm* + *lm*) gehen Muskelzüge zu den in der Cutis (*bg*) gelagerten Kalkgebilden (*hst.*) ab.

Fig. 2. Skizze eines 1,5 mm. großen *Ast. rub.* von der Bauchseite gesehen. Schwache Vergrößerung. Die zwei Reihen Füßchen, die Fülcr *F* mit dem Augenwulst (*.Aw.*) zu erkennen.

Fig. 3. Längsschnitt vertical durch ein Armende geführt. Der Fülcr ist der Länge nach getroffen. Ventralwärts liegt der Augenwulst mit den Augenflecken *A*). *W.-G.* = Wassergefäßsende. D. oc. 2.

Fig. 4. Schnitt durch das Augenpolster vergrößert. Die Augenflecken der Länge nach durchschnitten. Ein Augenfleck mit Pigment; aus den übrigen ist dasselbe durch Alkohol ausgezogen worden. F. oc. 2 (von ein. jungen Tiere).

Fig. 5. Augenwulst mit drei Sehflecken von oben gesehen. D. oc. 4 (vom jungen *Aster.*).

Fig. 6. Epithelpigmentzellen aus einem Sehleck. Macerirt in Drittelalkohol. <sup>1</sup><sub>12</sub> Oelimm. oc. 4.

Fig. 7. Pigmentzellen aus einem Sehleck und Stützzellen ebendaher. Zeifs <sup>1</sup><sub>12</sub> Oelimm. oc. 4.

Fig. 8. Epithelsinneszellen aus dem Fülerepithel von *Ast rub.* (5 ctm. grofs). F. oc. 2. a. T.

Tafel II.

Fig. 9. Medianer Längsschnitt durch das Saugfüßchen von *Astropecten platyacanthus*. D. oc. 1.

Fig. 10. Aus dem Ende eines Saugfüßchens genannter Art Epithelsinneszellen Osmium-Essigsäurepräp. in Glycerin, ungefärbt. F. oc. 4.

Fig. 11. Längsschnitt durch eine Pedicellarie von *Aster. rub.* A. oc. 4. a. Tbs.

Fig. 12. Epithelstützzellen aus dem Rückenepithel von einem 4 ctm. großen Tiere. *Asterias rubens*. Zeifs, Oelimm. oc. 4. a. Tbs.

Fig. 13. Epithelstützzellen von einem 2 mm. *Aster. rub.* Rückenepithel. Macerirt in Drittelalkohol. F. oc. 2. a. Tbs.

Fig. 14. Tangentialer Längsschnitt durch die Saugplatte von *Solaster papposus*. A. oc. 4. a. Tbs.

<sup>1)</sup> Wenn nichts anderes angegeben ist, beziehen sich die Figuren auf *Asterias rubens* L. Die Bilder sind bei eingeschobenem Tubus gezeichnet, wenn nicht anders bemerkt ist.



Fig. 15. Rückenepithel mit Sinneszellen und Nervenfibrillen. Ein Nervenzug ist auf dem Querschnitt getroffen. D. oc. 2. a. Tbs.

Fig. 16. Epithel aus dem Saugfüßchen eines Ast. rub. Klopffpräparat in Glycerin. Sinneszellen *esz* und Stützzellen *stz*.

Fig. 17. Stück eines Querschnittes durch ein Saugfüßchen, nahe der Basis in vollkommen ausgestrecktem Zustande. Astropecten. F. oc. 2.

Fig. 18. Stück eines Längsschnittes durch ein Füßchen, unterhalb der Saugscheibe, um die Drüsenzellen zu zeigen. Solaster papposus.

Fig. 19. Stück eines Längsschnittes durch ein Füßchen, um die Lage der hellen Zellen in der Bindesubstanz zu zeigen. (Blutkörperzellen). Ebendaher.

Fig. 20 und 21. Epitheldrüsenzellen aus der Saugscheibe von Solaster papposus, isolirt in Osm.-Essigsäure.

### Tafel III.

Fig. 22. Stück eines Längsschnittes durch die Wandung eines Saugfüßchens. F. oc. 2. a. Tbs.

Fig. 23. Muskelfasern aus einem Saugfüßchen. Isolirt in Glycerin. Solaster papposus. F. oc. 2. a. Tbs.

Fig. 24. Epithelzellen (Stützzellen) mit der zwischen ihren basalen Fortsätzen verlaufenden Nervenfaserschicht *nf*. aus dem peripheren Rande der Saugscheibe von Solaster papposus.  $^1|_{12}$  Oelimm. oc. 4. a. Tbs.

Fig. 25. Die eine Hälfte eines medianen Längsschnittes durch die Saugscheibe eines Füßchens von Sol. papp. A. oc. 4. a. Tbs.

Fig. 26. Das in vorhergehender Figur mit *a* bezeichnete Stück stärker vergrößert.  $^1|_{12}$  Oelimm. oc. 4. a. Tbs. Sol. papp. Die Epithelsinneszellen *esz* verlaufen mit ihren basalen Fortsätzen in der Nervenfibrillenschicht. s. Text.

Fig. 27. Längsschnitt (medianer) durch die Saugplatte eines Füßchens von Asterias rubens. A. oc. 4. a. Tbs.

Fig. 28. Stück desselben stärker vergrößert.  $^1|_{12}$  Oelimm. oc. 4. a. Tbs.

Fig. 29. Epithel-Sinneszellen von der Saugscheibe eines geschlechtsreifen Solaster papposus. Osm.-Essigs. isolirt. Zeifs. Oelimm. oc. 4. a. Tbs.

### Tafel IV.

Fig. 30. Verticalschnitt durch die dorsale Körperwand eines jungen Asterias rub. (Durchmesser 1,3 mm.). Bildung des Schizocoels. F. oc. 2.

Fig. 31. Verticalsehnitt durch die dorsale Körperwand eines jungen *Asterias rub.* (Durchmesser etwa 1,5 mm.). *ak*<sup>1</sup> = Anlage eines Kiemenbläschens; beginnende Einbuchtung. *Sch.* = Schizocoel-anlage. *ep.* Körperepithel. *bg.* Cutis, Bindesubstanz. F. oe. 2.

Fig. 32. Verticalsehnitt durch einen älteren *Asterias rubens.* Weitere Entwicklung des Kiemenbläschens (*ak*<sup>2</sup>). F. oe. 2.

Fig. 33. Verticalsehnitt durch Madreporenplatte und Steinkanal eines 1,6 mm. großen *Asterias rubens.* *Schl.k.* = Wandung des schlauchförmigen Kanales. Es ist nur eine Oeffnung vorhanden, welche in einen Porenkanal führt, welcher letzterer sich direkt fortsetzt in den Steinkanal.

Fig. 34. Verticalsehnitt durch Madreporenplatte *MP* Steinkanal *St.-K.* und Chromatogen-Organ N. A. oe. 2. a. T. vom erwachsenen Tiere.

Fig. 35. Einer der folgenden Schnitte. *Bl*<sup>1</sup> *Bl*<sup>2</sup> sind zwei zum Chromatogen-Organ hinzutretende Gefäße. A. oc. 2. a. T.

Fig. 36. Längsschnitt durch die Magendarmwand. Das Blutgefäßgeflecht verstreicht in der Wandung des Darmes. 2 etm. grofs. *Asterias.* D. oc. 2. *blg* = Holräume im Gefäßgeflecht. *blz* Blutzellen.

Fig. 37. Wanderzellen aus der Bindesubstanz der Rückenfläche eines jungen *Aster. rub.* Osmiumpräp. F. oc. 4. a. T.

Fig. 38. Zellgebilde aus der Leibeshöhlenflüssigkeit, aus dem Arme des lebenden Seesterns entnommen. F. oc. 2.

#### Tafel V.

Fig. 40. Längsschnitt durch ein Kiemenbläschen und die dasselbe umgebende dorsale Körperwandung. Mit *Sch*<sup>1</sup> und *Sch*<sup>2</sup> sind die Schizocoelbildungen, welche die Basis des Kiemenbläschens umgeben, bezeichnet (von einem jungen Tiere). D. oc. 2.

Fig. 41. Längsmuskelfibrillen mit der Bindesubstanzschiebt, an welcher sie liegen. *mk* Muskelkern, *bg* Bindesubstanzzelle. Von einem jungen Tiere. F. oc. 2.

Fig. 42. Längsschnitt durch einen 2 mm. großen *Asterias rubens.* um den Verlauf des Darmtractus zu zeigen. (Das Rektum ist nicht mit auf dem Schnitte getroffen. *M* = Mundöffnung führt in den kurzen Oesophagus. *M.-D.* Magendarm. *Bl.-D.* Blinddärme. A. oc. 2.

Fig. 43. Stück eines Längsschnittes durch den Magendarm. *dr.* die großen Drüsenzellen. F. oc. 2. a. T. Von einem 2 mm. *Asterias rubens.*

Fig. 44. Bindesubstanzzellen vom geschlechtsreifen *Astropecten* aus der Nähe eines Kiemenbläschens. F. oc. 4.

Fig. 45. Bindesubstanz von einem jungen 2 mm. großen Tiere. F. oc. 2.

Fig. 46. Von einem Längsschnitt senkrecht zur dorsalen Körperwand eines Armes, um die das „dorsale Kanalsystem“ *Sch.* = Schizocoel durchsetzenden Muskelbündel zu demonstrieren. Letztere nehmen ihren Ursprung in der ringförmig zur Armaxe laufenden Muskulatur, durchsetzen das Schizocoel, treten in die Cutis ein und verästeln sich zwischen den Binde substanzfibrillen, welche die Kalkstücke der Haut in sich schliessen. (Vergl. zur näheren Orientirung Figur 1 auf Tafel 1). F. oc. 2. (Ausgewachs. *Asterias rubens*).

Fig. 47. Zur Entwicklung der Tiedemannschen Körperchen.

Fig. 48. Horizontalschnitt durch ein Tiedemannsches Körperchen von der Gestalt in Fig. 47 *b*. Es sind die einzelnen Hohlräume getroffen, welche von einem aus cubischen Zellen bestehenden Epithel ausgekleidet werden. In jedem Hohlraum liegen Zellballen, *zb*.

#### Tafel VI.

Fig. 49. Oberflächensicht des Magendarmes eines jungen *Aster. rub.* mit Höllesteinlösung (1 : 300) behandelt. F. oc. 2. a. T.

Fig. 50. Epithelmuskelzellen von der Wandung des schlauchf. Kanales.

Fig. 51. Verticalschnitt durch die Scheibe eines *Asterias rubens*, von 4 mm. Größe. Der Magendarm *M.-D.* ist zur Mundöffnung hervorgestülpt. Die Lage des Steinkanals und des sog. Herzens im schlauchförmigen Kanal *Schl.* zu sehen, sowie der Zusammenhang des circulären Perihämalraumes der ventralen Körperwand mit dem Lumen des schlauchförmigen Kanales, und der des letzteren mit den Schizocoelbildungen in der Rückenwand. *quRK.* der auf dem Querschnitt getroffene Wassergefäßring; *quBl.* das auf dem Querschnitt getroffene circuläre Blutgefäß im Septum, welches den circulären Perihämalraum durchsetzt. Schwache Vergrößerung.

Fig. 52. Verticalschnitt durch den Gehirnring eines 2 mm. großen *Asterias rubens*. *P.-Sch.* = Circulärer Perihämalraum. *quRK.* Wassergefäßring. *M.-H.* Mundhaut. F. oc. 2. a. T.

Fig. 53. Verticalschnitt durch den radiären Nervenstamm eines 1,6 mm. großen Tieres. *quW* quer durchschnittenen radiäres Wassergefäß. F. oc. 2. a. T.

Fig. 54. Längsschnitt durch den Oesophagus. D. oc. 2. T.

Fig. 55. Epithelzellen aus dem Magendarm eines 2,5 mm. großen *Aster. rub.* F. oc. 2.

Fig. 56. Epithelzellen aus einem Blinddarm. F. oc. 2. a. T.

Fig. 57<sup>a</sup> Längs-Schnitt durch die Oesophaguswandung. F. oc. 2. a. T.

Fig. 57<sup>b</sup> Quer-Schnitt durch den Blinddarm. F. oc. 2.

Tafel VII.

Fig. 58. Querschnitt durch das Chromatogenorgan (sog. Herz Ludwigs). F. oc. 2. *chz* Chromatogenzellen. *bg* Bindesubstanzschicht.

Fig. 59. Längsschnitt durch den Ausführgang der Geschlechtsorgane und einen Geschlechtsschlauch, von einem jungen *Asterias rubens*. Schematisch gehalten. *bg*<sup>1</sup> äußere Bindesubstanzschicht, *bg*<sup>2</sup> innere Bindesubstanzschicht der Wandung des Geschlechtsschlauches, dazwischen der Schizocoelraum, *Sch.*; *hep.* Hodenepithel.

Fig. 60. Wandung des Ausführganges eines Geschlechtsorganes. Der Länge nach getroffen. *r* die sogenannten Drüsenzellen Ludwigs. F. oc. 2.

Fig. 61. Schnitt durch eine Geschlechtsanlage. *e*<sup>2</sup> = Entero-coelepithel. *Sch.* Schizocoelraum, in welchem sich die Anlage entwickelt. F. oc. 2.

Fig. 62. Weiter entwickeltes Stadium. F. oc. 2.

Fig. 63. Längsschnitt durch einen jungen Ovarialschlauch. *bg*<sup>1</sup> und *bg*<sup>2</sup> die äußere und innere Bindesubstanzschicht, dazwischen *Sch.* der Schizocoelraum. *rm.* Ringsmuskelschicht. *hep.* Hodenepithel. F. oc. 2.

Fig. 64. Ovarialepithel aus einem Keimschlauche eines 2 ctm. großen *Asterias rubens*. *ov.* Eizelle. *fz.* Follikelzellen des Follikel-epithel. *kz.* Epithelzellen. F. oc. 2.

Fig. 65. Querschnitt durch den analen Blutlakunenring. *bl.* = Blutflüssigkeit. *blz.* Blutzellen. *k.* = Excretionskanal, welcher centralwärts verläuft. Siehe Text. Zeifs <sup>1</sup>/<sub>12</sub> Oelimm. oc. 2.

Fig. 66. Schnitt durch den Ventilapparat der Ampullen. *V.* = Ventil. *rm.* Muskelschicht, einen Sphinkter bildend. D. oc. 2.

Fig. 67. Zwei Wanderzellen aus der Leibeshölen- (Entero-coel-) Flüssigkeit. *a* lebend, *b* mit Osmiumsäure behandelt, die Pseudopodien einziehend. Zeifs <sup>1</sup>/<sub>12</sub> Oelimm. oc. 4. *a.* Tubus.

Fig. 68. Muskelfasern mesenchymatösen Ursprungs. An den Enden zerfasernd. F. oc. 2. a. T.

Fig. 69. Längsschnitt durch das Ende eines Sinnesfüßchens vom Arm eines jungen *Asterias rubens*. F. oc. 2.





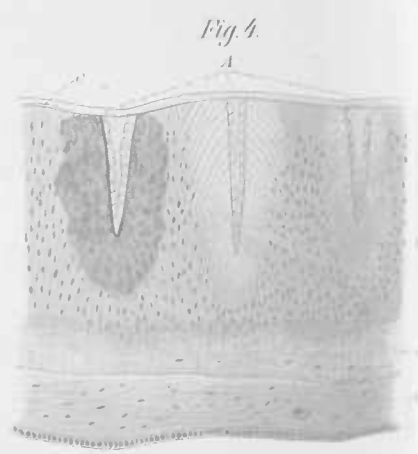
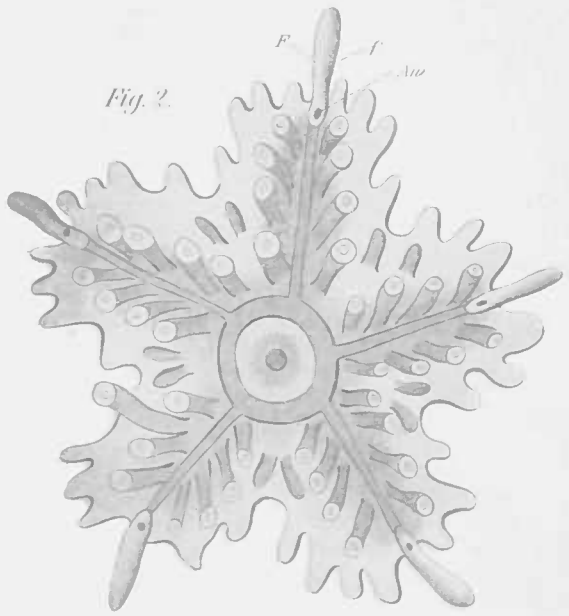
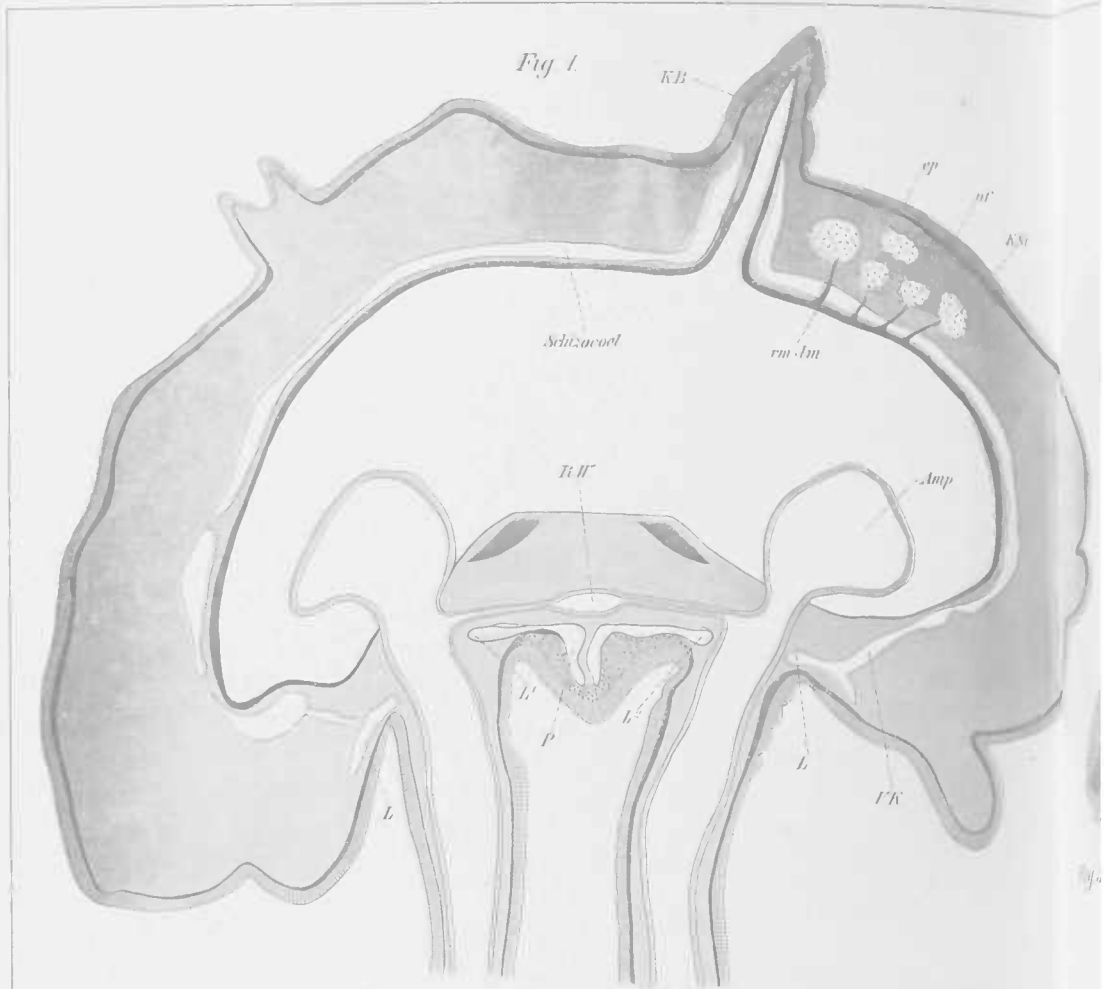


Fig. 8.

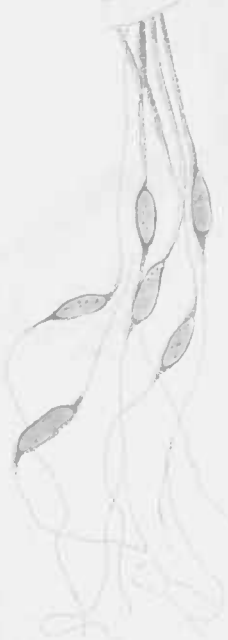


Fig. 6.



Fig. 7.

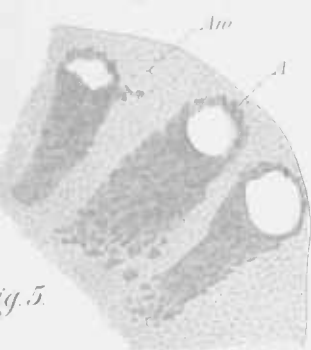
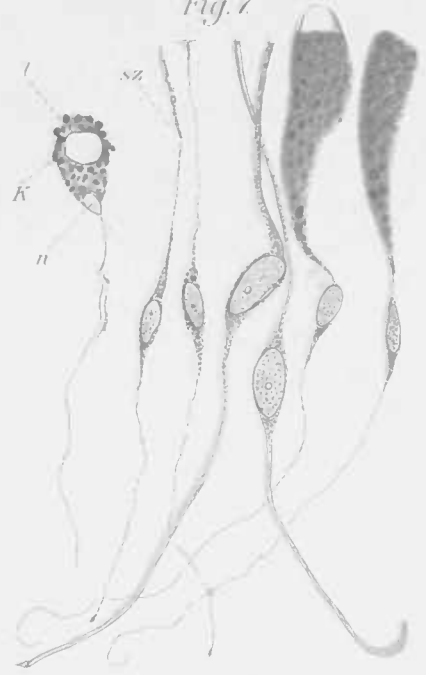


Fig. 3.

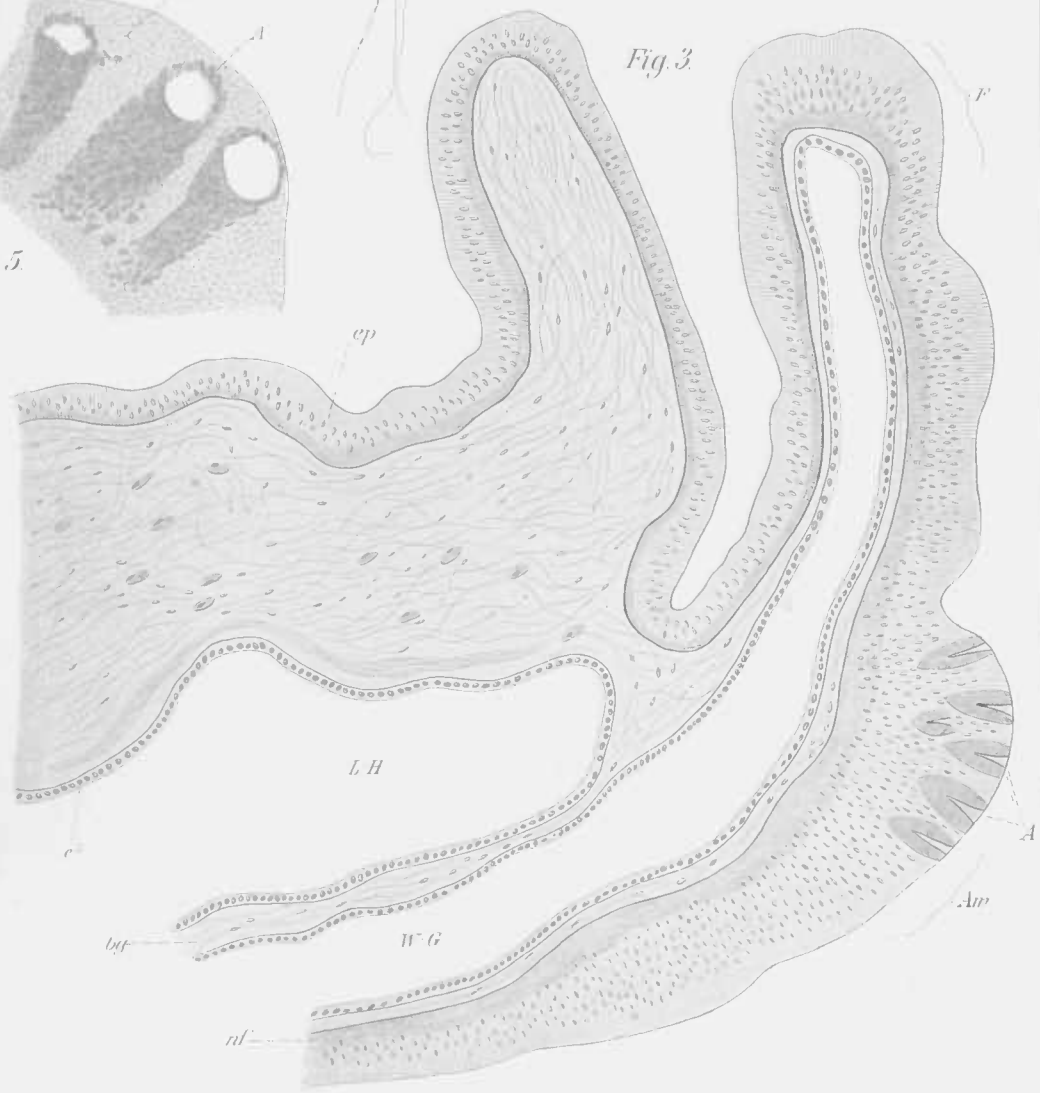








Fig. 9.



Fig. 12.

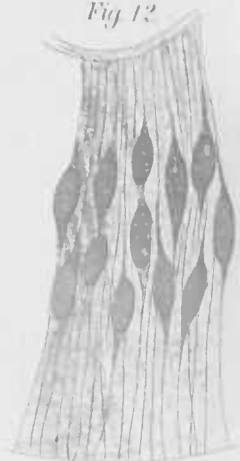


Fig. 18.

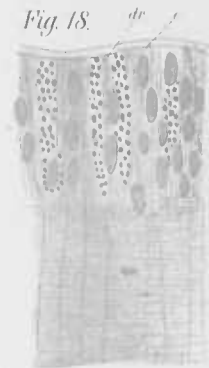


Fig. 16.

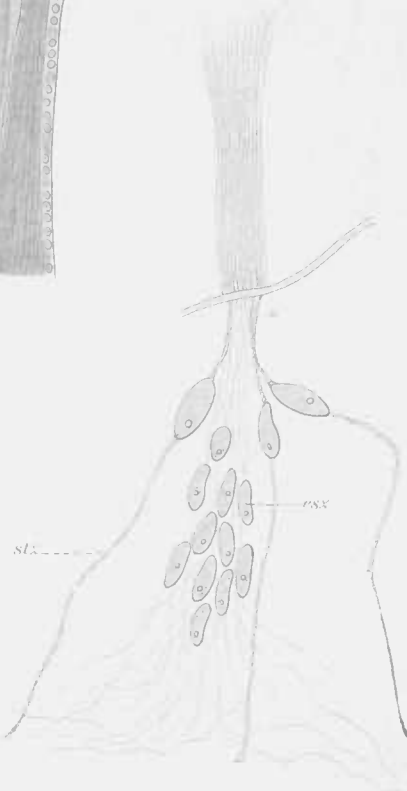


Fig. 13.

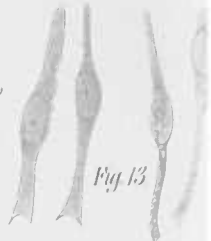


Fig. 15.

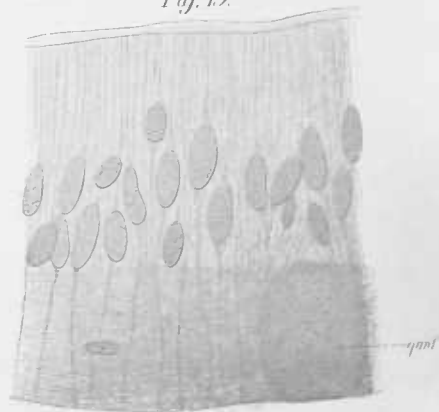


Fig. 11.

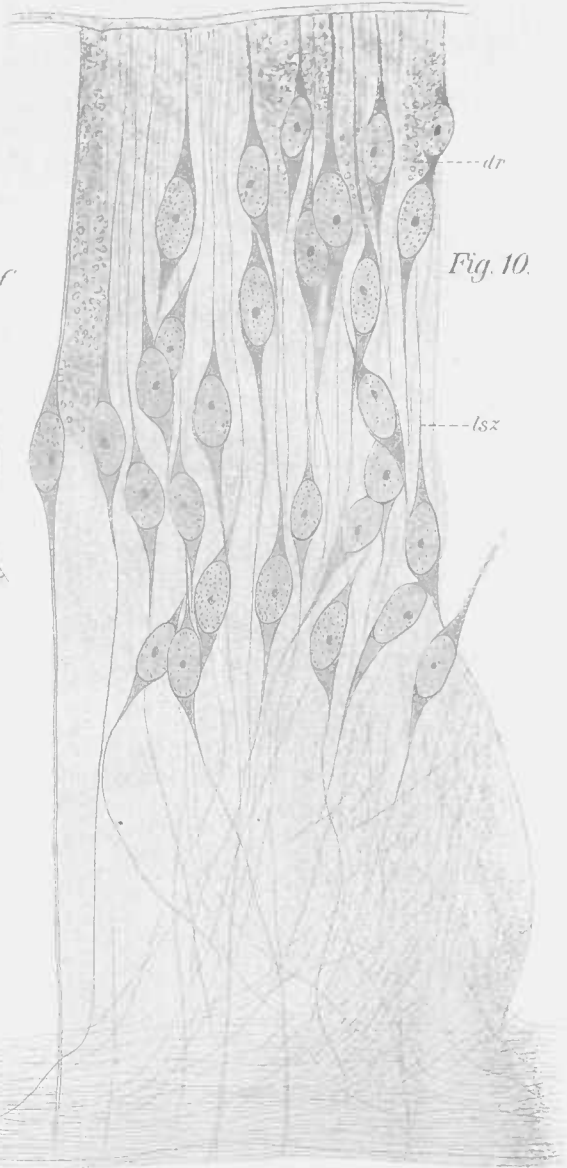
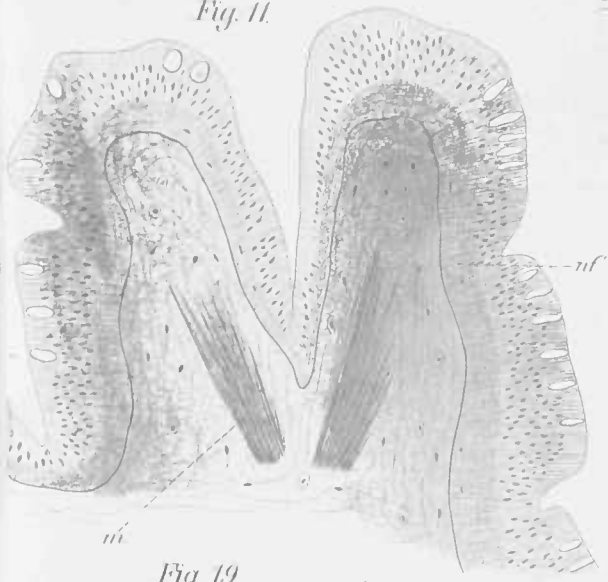


Fig. 10.

Fig. 19.

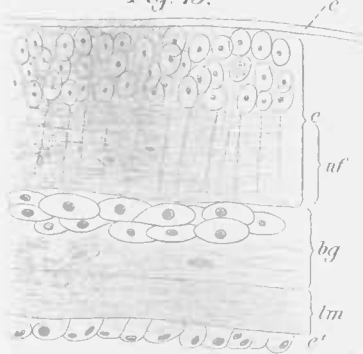


Fig. 21.



Fig. 20.



Fig. 17.

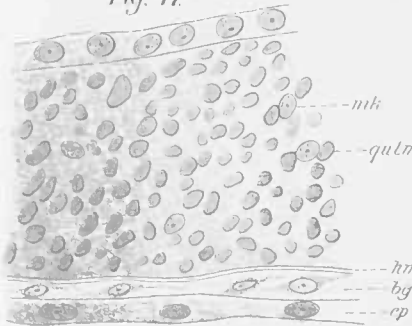
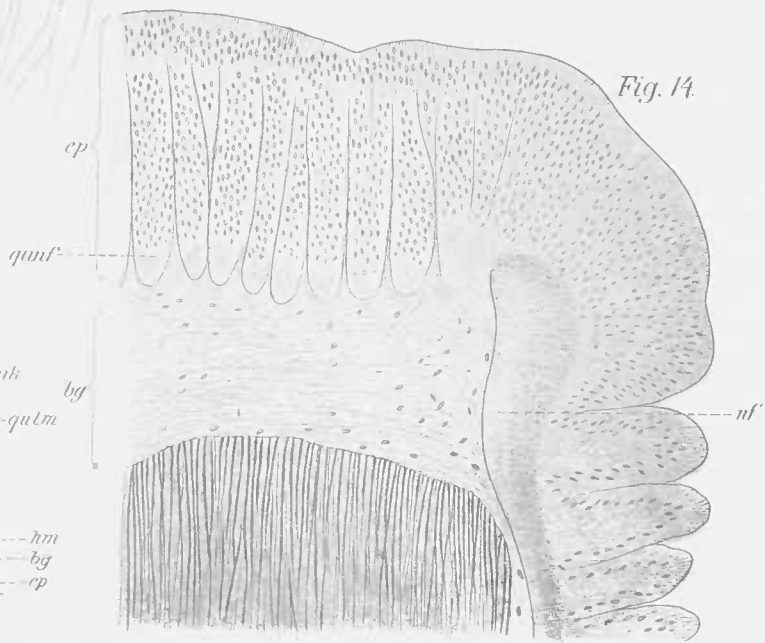


Fig. 14.







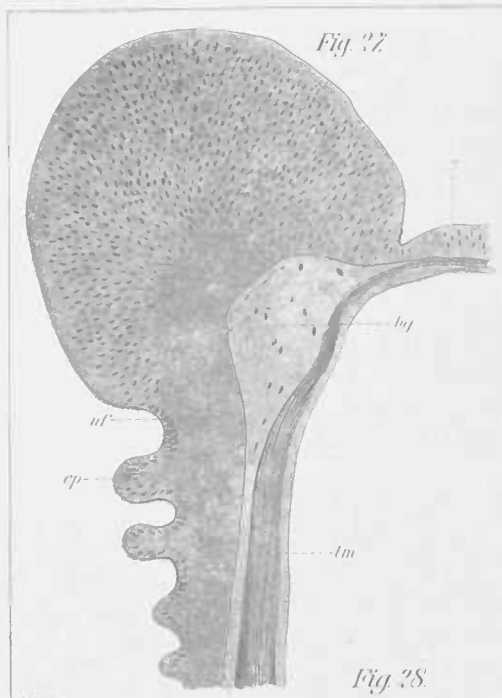


Fig. 27

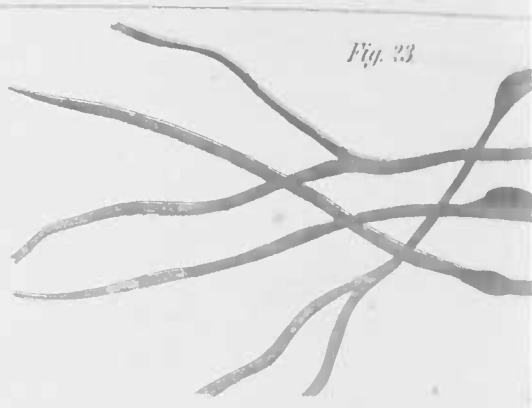


Fig. 23

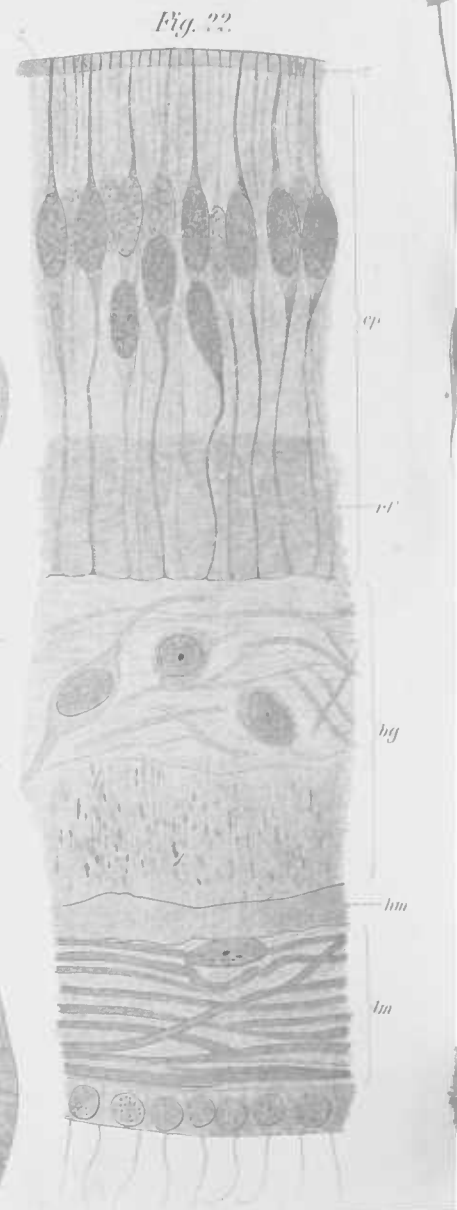


Fig. 22

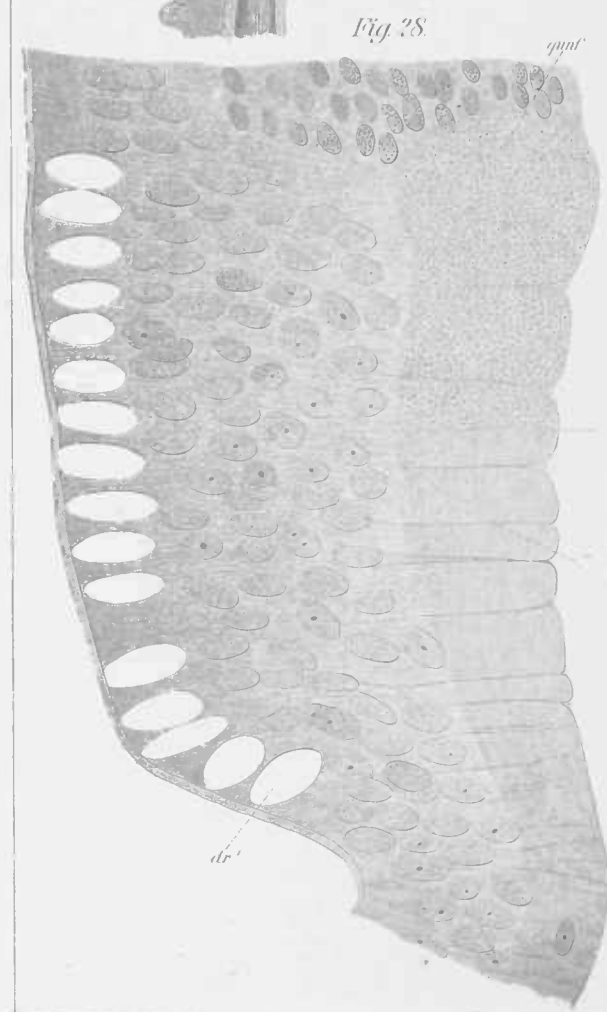


Fig. 28

Fig. 25.

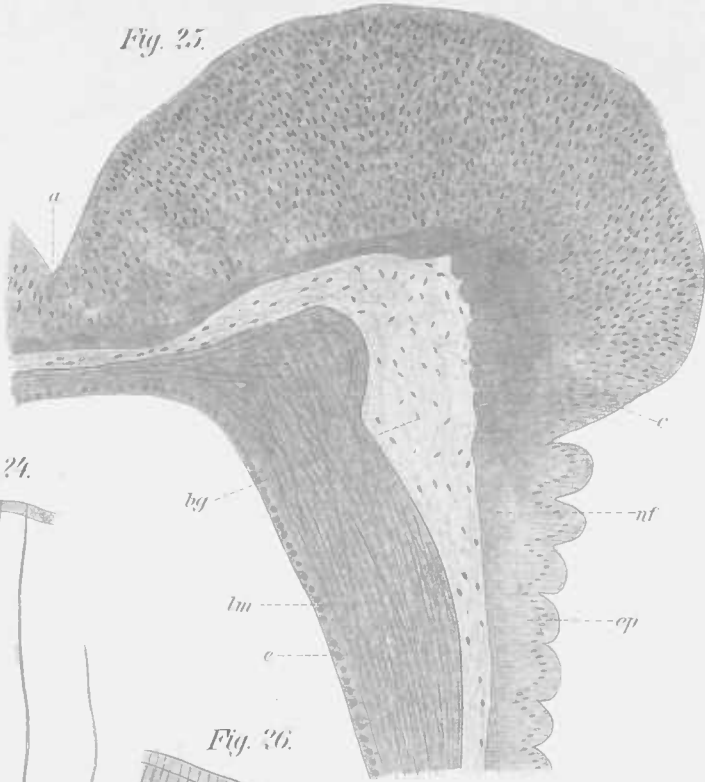


Fig. 24.

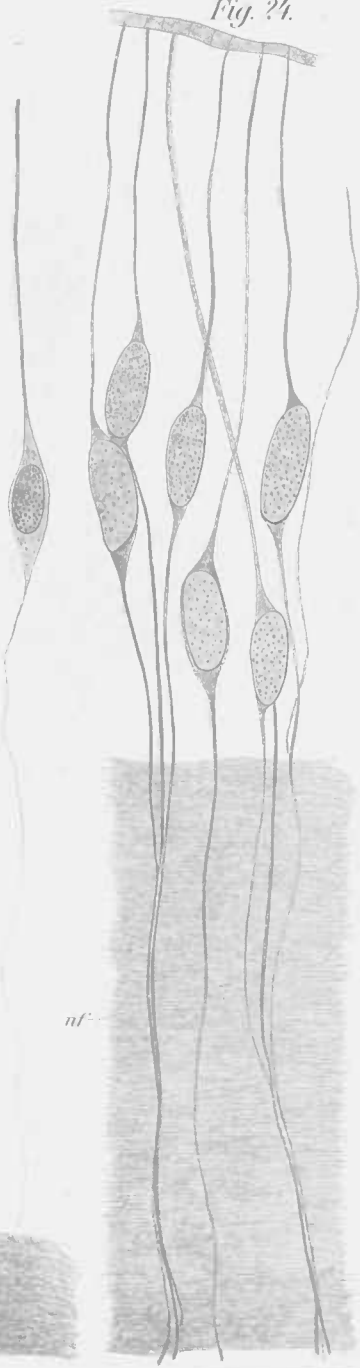


Fig. 26.

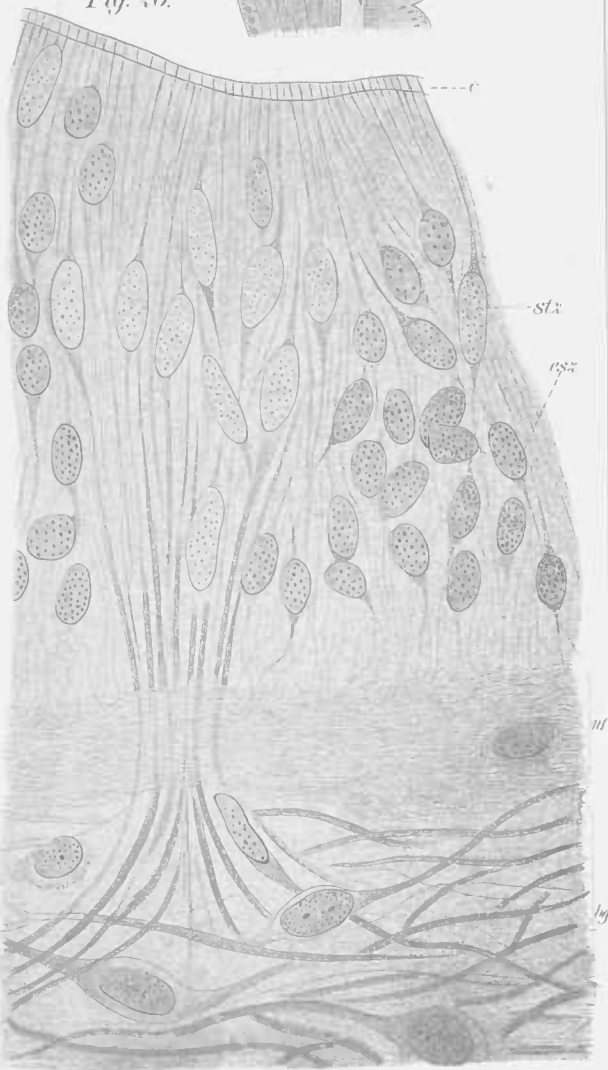








Fig. 31.

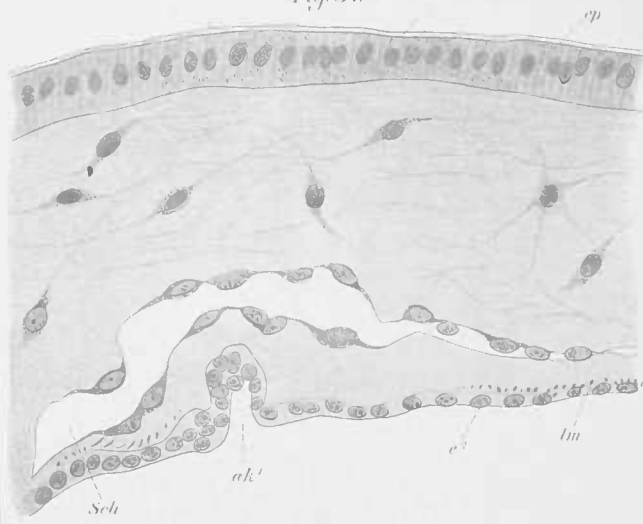


Fig. 30.



Fig. 33.

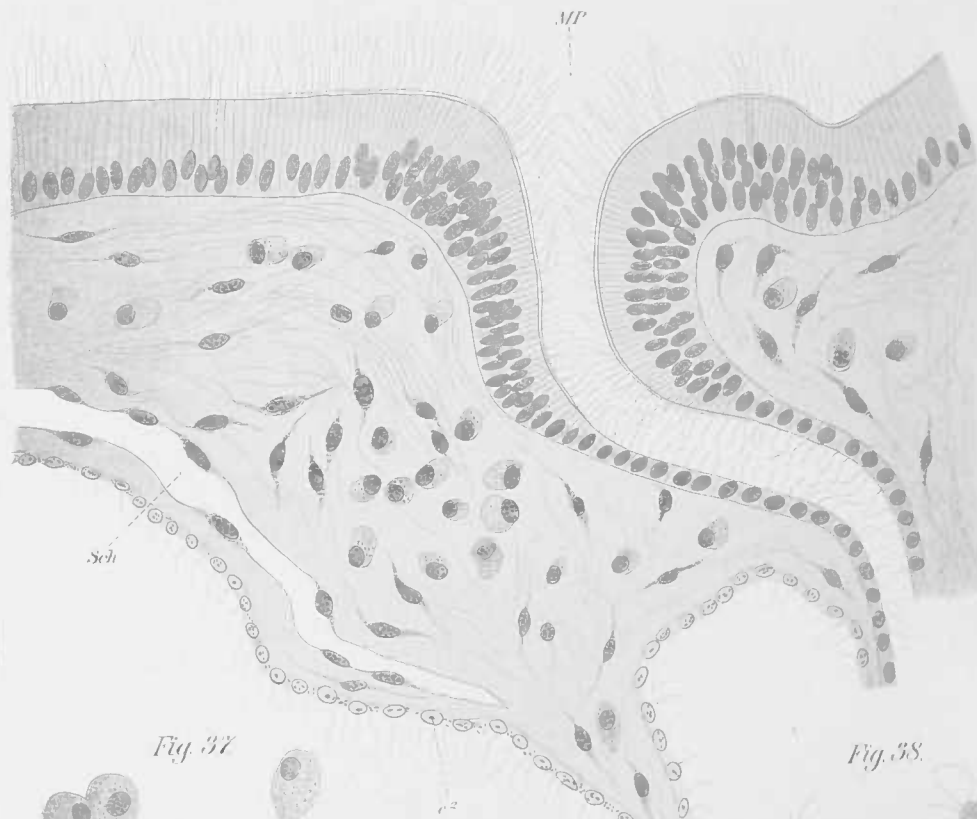


Fig. 37.

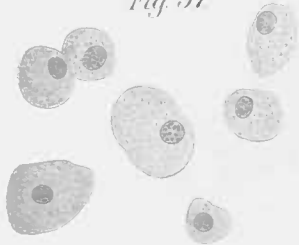
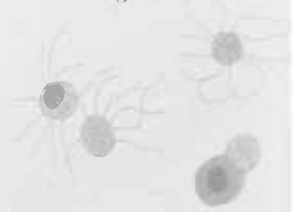


Fig. 38.



Schl.  
K.

Fig. 32.

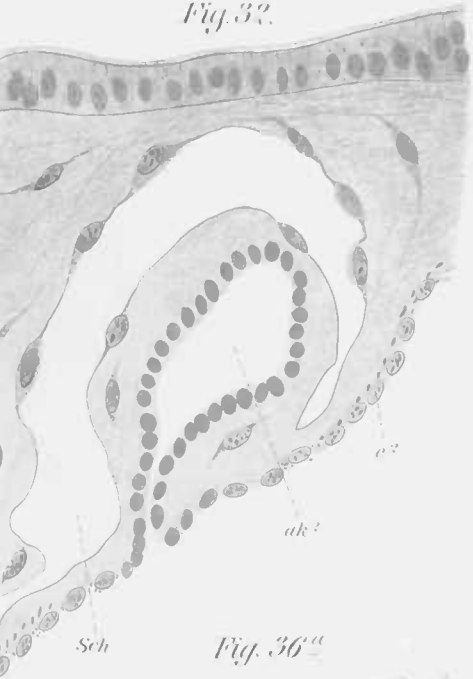


Fig. 35.



Fig. 36<sup>aa</sup>

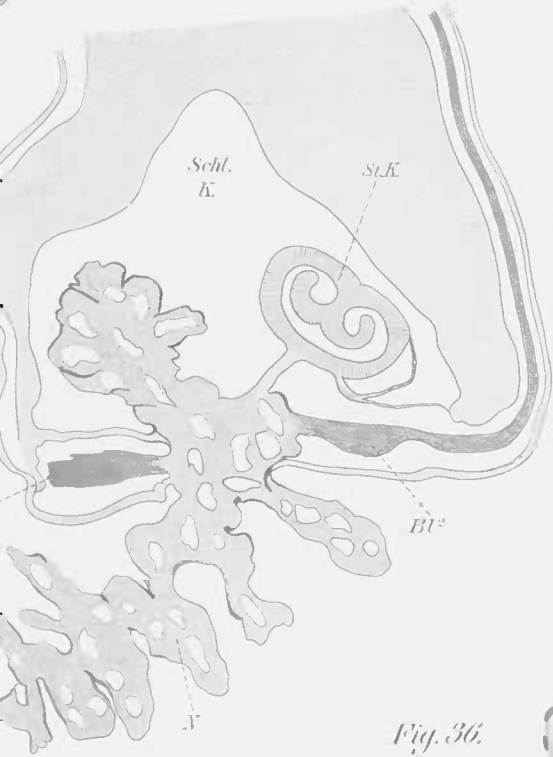
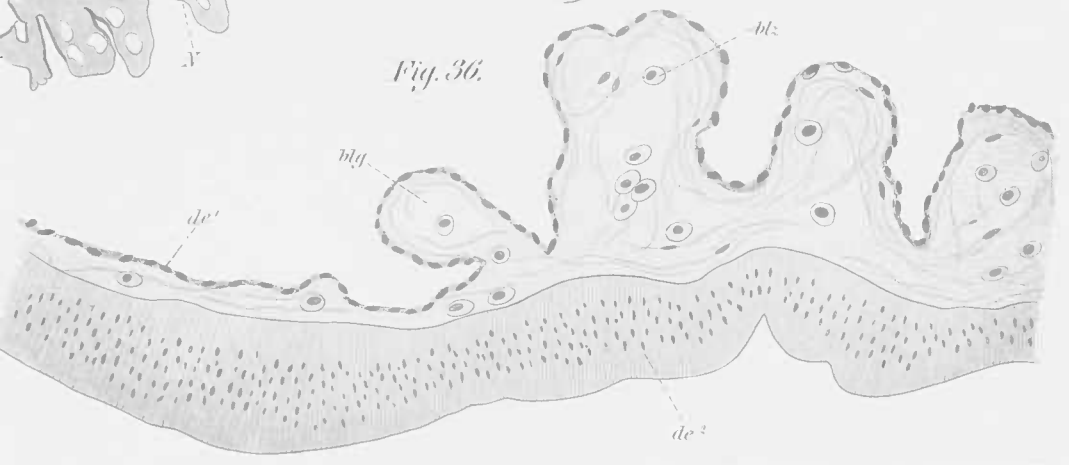


Fig. 34.



Fig. 36.







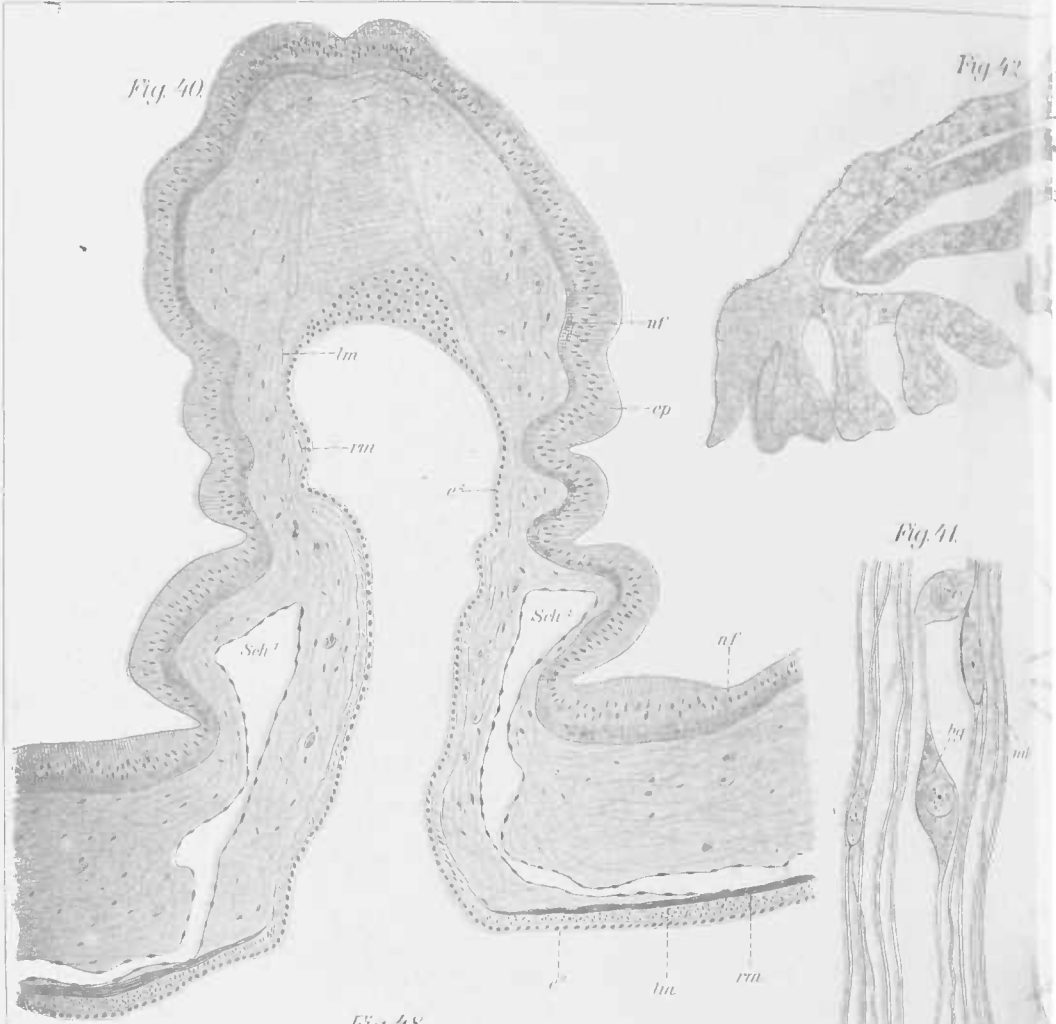
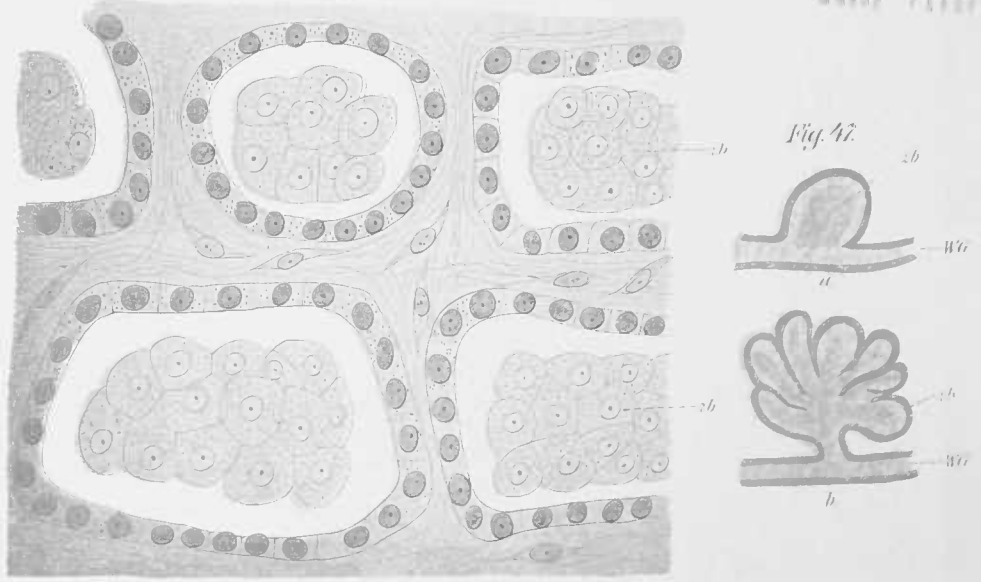


Fig. 48.



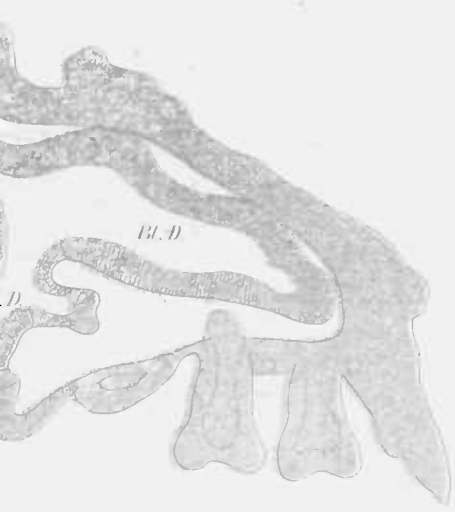


Fig. 44.

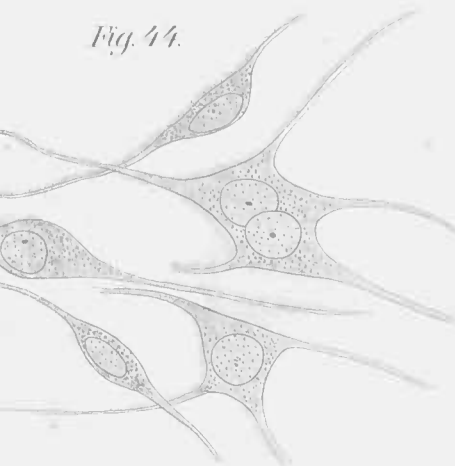


Fig. 45.

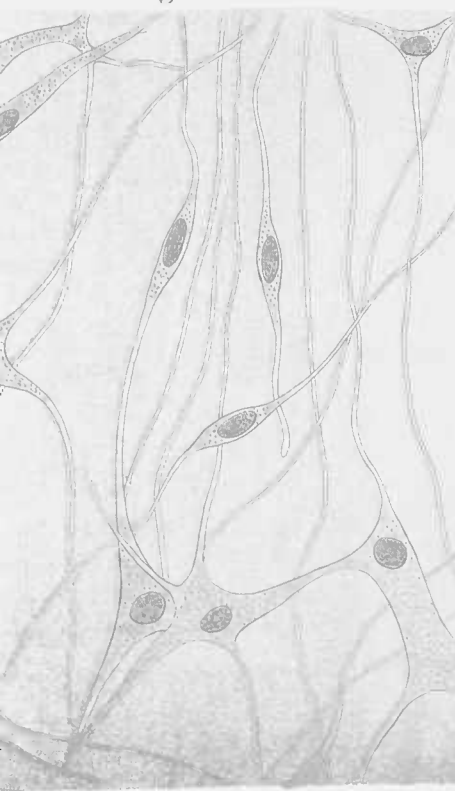


Fig. 46.

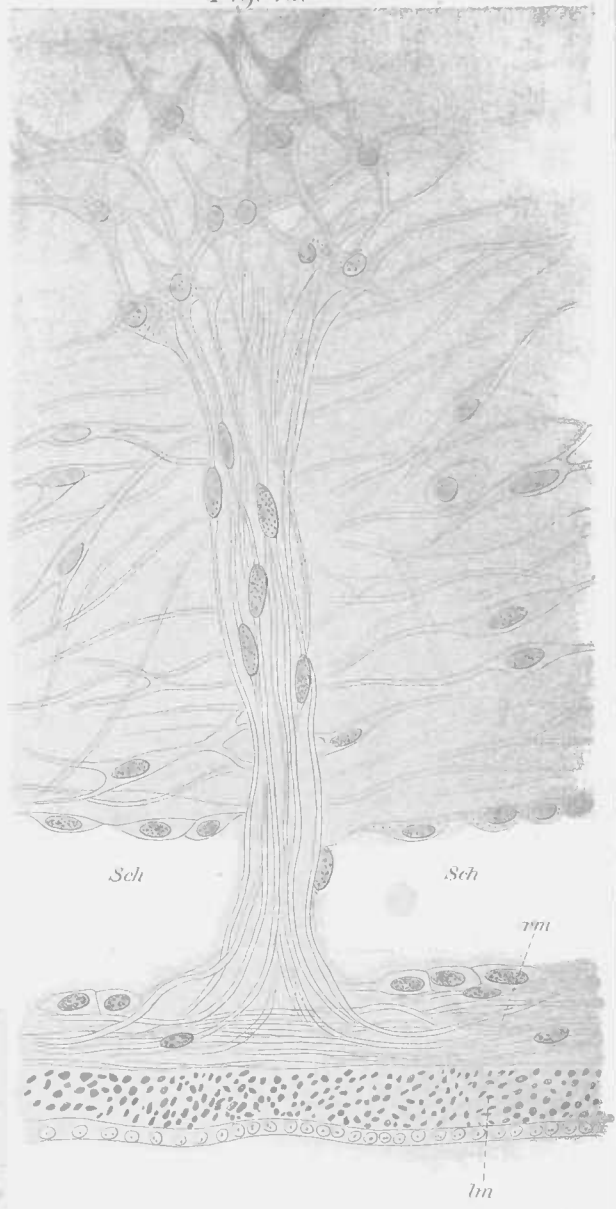
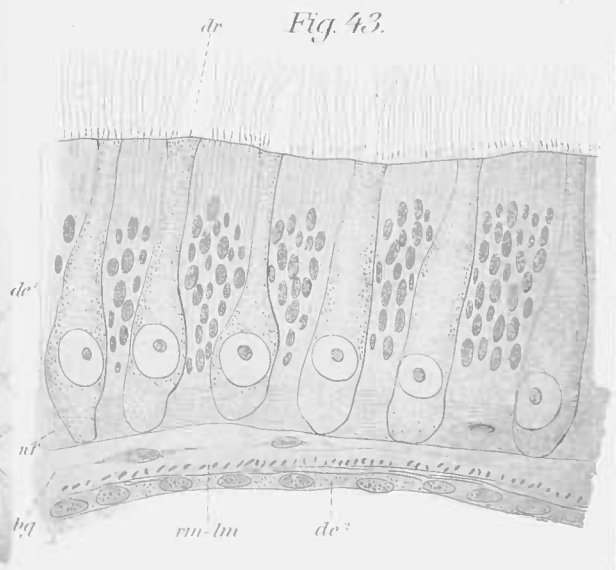


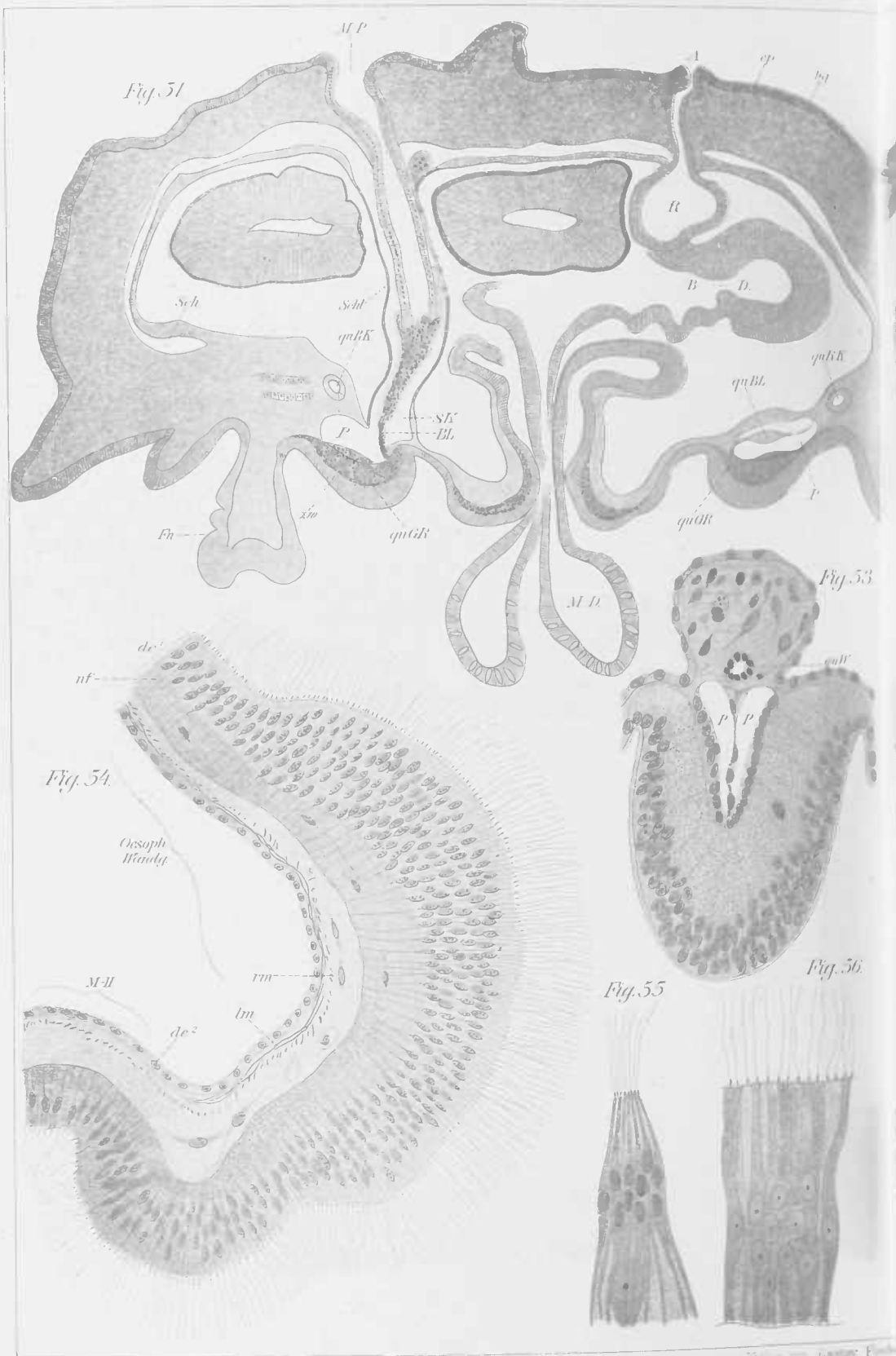
Fig. 43.











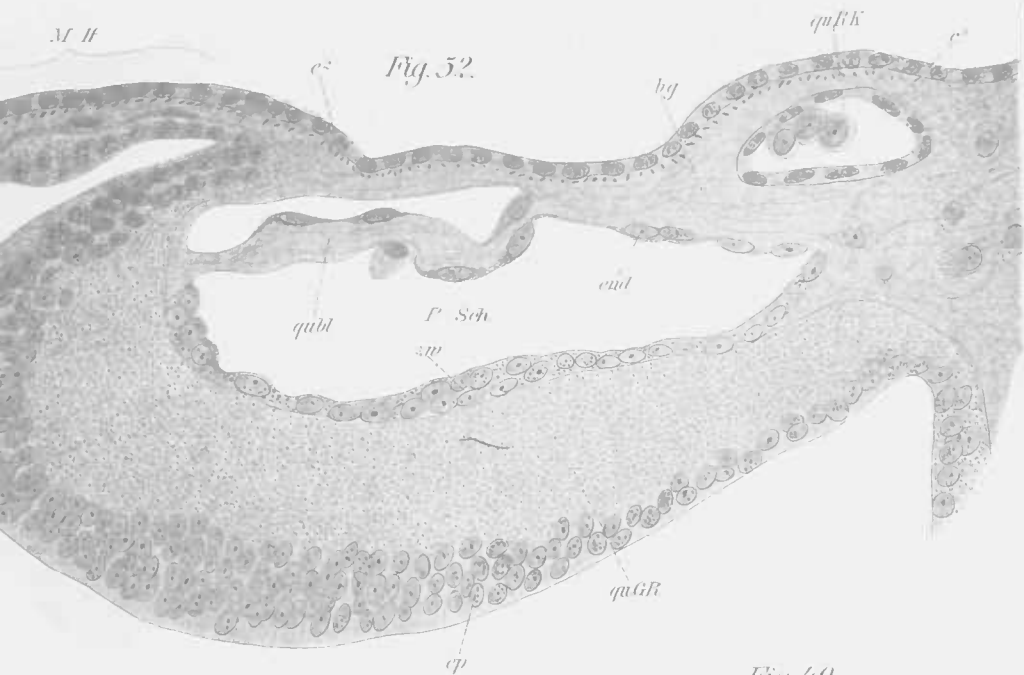


Fig. 52.

Fig. 49.

Fig. 50.

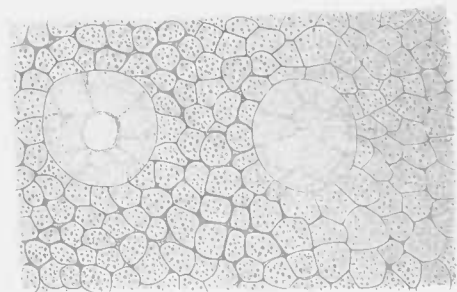
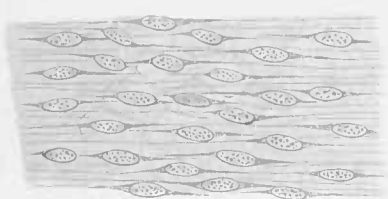


Fig. 51<sup>a</sup>

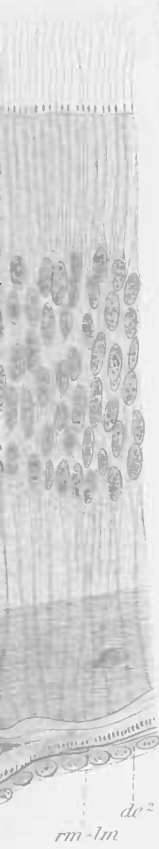
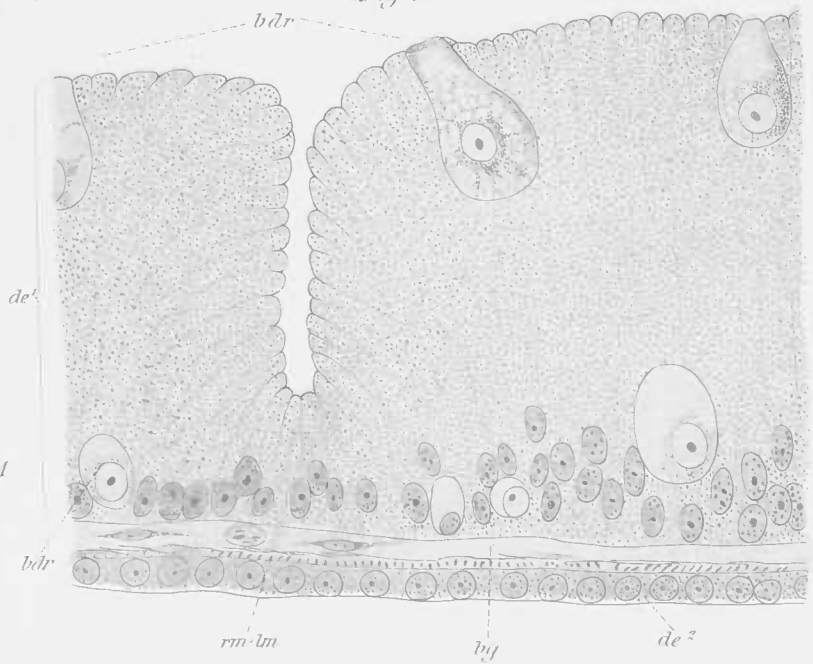


Fig. 51<sup>b</sup>







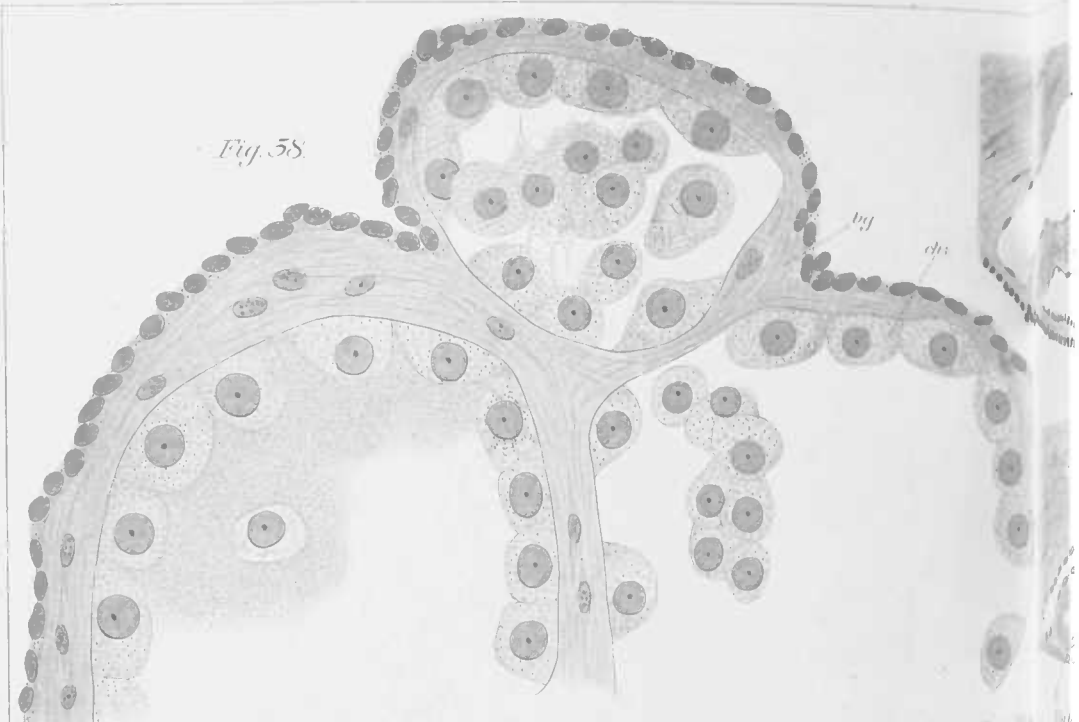


Fig. 58.

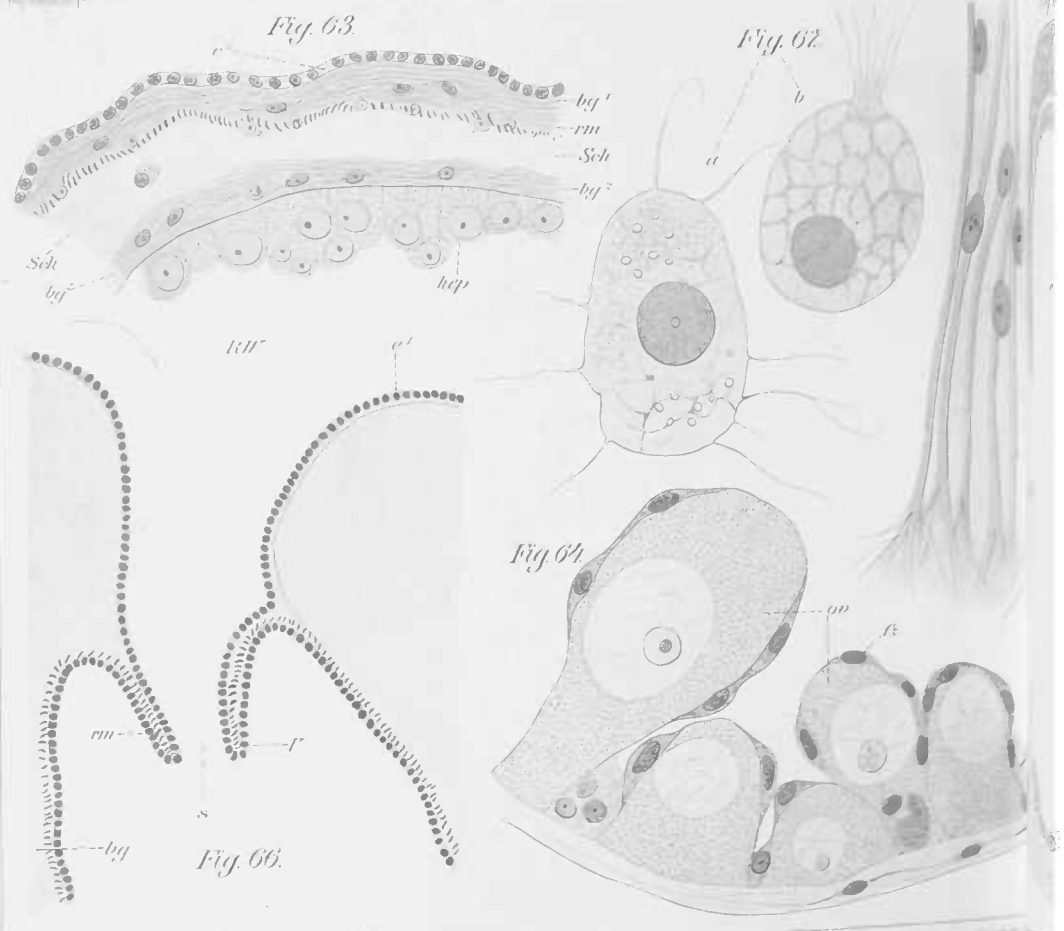


Fig. 63.

Fig. 64.

Fig. 66.

Fig. 62

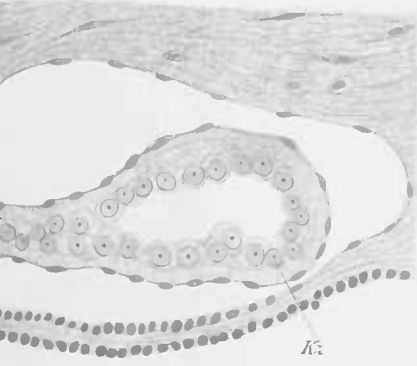


Fig. 61

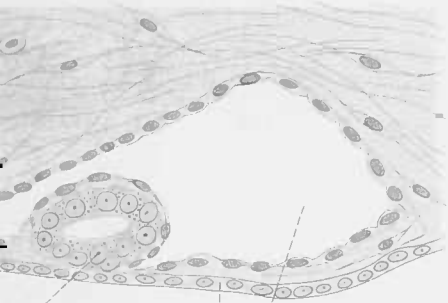


Fig. 69

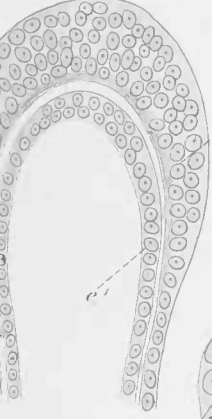


Fig. 59

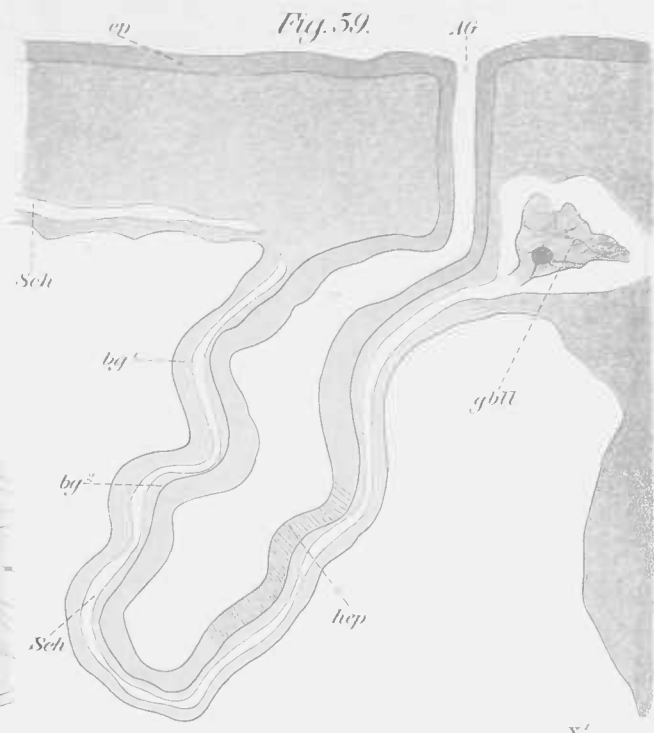


Fig. 60

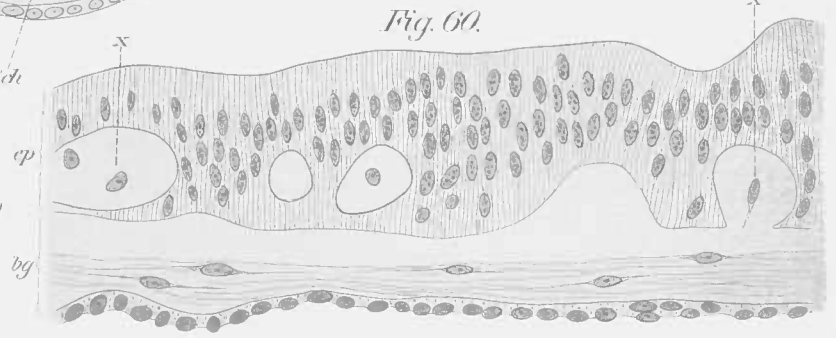
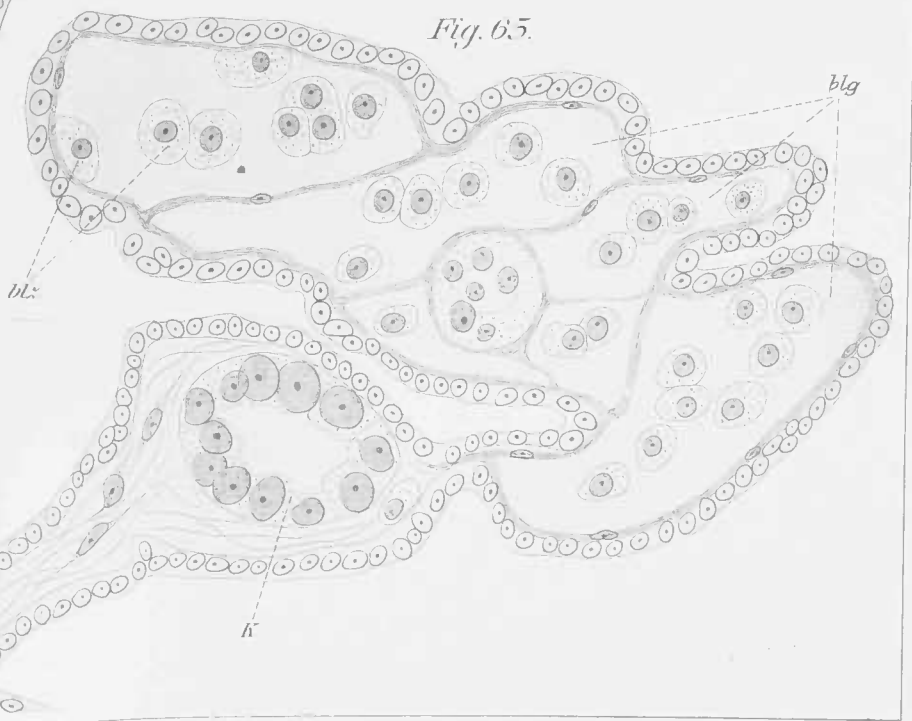


Fig. 65







Beiträge  
zur  
Histologie der Echinodermen.

Heft 3.  
Anatomie und Histologie  
der  
Echiniden und Spatangiden.

Von

**Dr. Otto Hamann,**

Dozent an der Universität, Assistent am zool. Institut in Göttingen.

Mit 13 Tafeln und 2 Holzschnitten.



**Jena,**  
Verlag von Gustav Fischer.  
1887.



# Inhalt.

Einleitung	Seite 1
<b>Spezieller Teil.</b>	
<b>I. Abschnitt.</b>	
<b>Die regulären Seeigel.</b>	
<b>Kapitel 1.</b>	
<b>Die äußeren Anhänge der Körperwand.</b>	
Die Pedizellarien	5
a) Die gemmiformen Pedizellarien von <i>Sphaerechinus granularis</i> , <i>Echinus acutus</i>	6
b) Die tridactylen Pedizellarien von <i>Centrostephanus longispinus</i>	15
c) Die buccalen Pedizellarien von <i>Sphaerechinus granularis</i> und <i>Dorocidaris papillosa</i>	17
d) Die trifoliaten Pedizellarien	18
Mechanismus und Funktion der Pedizellarien	19
Die Globiferen	22
<i>Centrostephanus longispinus</i>	22
<i>Sphaerechinus granularis</i>	25
Die Globiferen und die Pedizellarien	27
Die Stacheln	28
<i>Dorocidaris papillata</i>	28
<i>Sphaerechinus granularis</i>	30
Die rotirenden Dorsalstacheln von <i>Centrostephanus longispinus</i>	31
(Sphäridien und Ambulacralfüßchen unter Nervensystem, Kiemen unter Wassergefäßsystem.)	

— IV —

	Seite
<b>Kapitel 2.</b>	
<b>Das Nervensystem.</b>	
Allgemeine Anordnung und feiner Bau desselben	33
Die Ocellarplatten mit den Fühlern und die Ambulacral-Nervenstämme	38
Der basale Nervenring der Stacheln	41
Die Sinnesorgane.	
Ambulacralfüßchen	42
a) Tastfüßchen oder Flagella	42
b) Mundfüßchen	46
c) Saugfüßchen	49
Das Nervensystem im Darmtractus	55
Die Sphäridien und ihr basaler Ringnerv	56
Nervenzüge und Ganglienzellen in den Pedizellarien	58
Sinnesorgane der Pedizellarien.	
a) <i>P. gemmif.</i> von <i>Sphaerech. granul.</i>	60
b) <i>P. gemmif.</i> von <i>Echinus acutus</i>	62
c) <i>P. gemmif.</i> von <i>Strongylocentrotus lividus</i>	63
<b>Kapitel 3.</b>	
<b>Das Wassergefäßsystem.</b>	
Madreporenplatte und Steinkanal	64
Wassergefäß-Ringkanal und die von ihm sich abzweigenden Kanäle	66
Die Respirationsorgane	69
Die Lungen auf dem Kauapparat.	69
Die Ambulakralkiemien	72
<b>Kapitel 4.</b>	
<b>Die Bluträume.</b>	
Die Anordnung derselben	74
Der feinere Bau	77
Die Blutflüssigkeit und Zellen	78
Der Schizocoelraum am After und der orale Blutlakunenring	79
Die radiären Schizocoelbildungen	82
Längskanäle der ambulacralen Nervenstämme	82
<b>Kapitel 5.</b>	
<b>Das drüsige Organ (sog. Herz).</b>	
<i>Arbacia postulosa</i>	85
<i>Sphaerechinus granularis</i>	87

Die Zellen des Enterocoels, Wassergefäßsystems und der Binde- substanz	Seite 90
---	-------------

**Kapitel 6.**

**Der Darmtractus.**

Schlund	91
Magen	93
Dünndarm und Nebendarm	94

**Kapitel 7.**

**Die Geschlechtsorgane.**

Bau derselben	96
---------------	----

**Kapitel 8.**

Die Binde substanz (Ligament in den Pedzellarien u. s. w.)	99
Die Muskulatur glatte und quergestreifte	102

**II. Abschnitt.**

**Die irregulären Seeigel.**

**Kapitel 1.**

**Die äußeren Anhänge der Körperwand.**

Die pinselförmigen Sinnesfüßchen	109
Die Rosettenfüßchen von <i>Spat. purp.</i>	113
Die Saumlinien ( <i>Fasciolen</i> s. <i>Semiten</i> )	114

**Kapitel 2.**

**Das Nervensystem.**

Centralnervensystem	115
Periphere Nerven, Hautnerven, ihre Lagerung und Ur- sprung, ihr Verlauf in den Saumlinien, Bau des Körperepithels	118
Die Nervenzüge im Darmtractus	120

**Kapitel 3.**

**Das Wassergefäßssystem und die Blutlakunen.**

Einleitung	120
Der Ringkanal und der orale Blutlakunenring, sowie die von beiden abgehenden Kanäle, Was- sergefäß und ventrale Darmlakune	122
Der Verlauf der beiden letztgenannten Kanäle ( <i>Spatang purp.</i> )	124
Der feinere Bau des aus beiden hervorgegangenen Gefäßgeflechtes	127

— VI —

	Seite
Der Bau der Drüse und der Verlauf des Gefäßgeflechtes an derselben	128
Die Madroporenplatte, der Stoinkanal und der Schizocoel-Sinus am Scheitelpol	130
Die Blutlakunen des Scheitelpoles, ihr Zusammenhang mit der Drüse, sowie die Blutlakunen der Geschlechtsorgane	132
Der Bau der Drüse von <i>Brissus unicolor</i>	134
Die Blutlakunen des Darmtraktes	135
Geschichtliche Notiz	136

**Kapitel 4.**

**Die Geschlechtsorgane.**

Die äußeren männlichen Geschlechtspapillen	138
Die weiblichen Geschlechtspapillen	140

**Kapitel 5.**

**Der Darmtractus.**

Schlund und Dünndarm	141
Nebendarm	144

---

**Allgemeiner Teil.**

**Kapitel 1.**

**Zur Phylogenie der Echinodermen.**

Ihr Ursprung	146
Crinoiden und Asteriden	147
Asteriden und Echiniden die Verwandtschaftsverhältnisse zwischen beiden Gruppen	150
Das Nervensystem	150
Die Fühler und Augenflecke	152
Die blutführenden Räume (Schizocoelräume)	153
Das Wassergefäßsystem	156
Die Körperwand-Muskulatur	156
Welche Bildungen hat man bei den Echinodermen als blutführende Räume anzusehen?	157

**Kapitel 2.**

Zusammenfassung der Haupt-Resultate	162
Tafelerklärung	166

## Einleitung.

---

Nach länger als zweijähriger Arbeit kann ich diesen dritten Teil meiner Studien zur Histologie der Echinodermen, welcher die regulären wie irregulären Seeigel behandelt, veröffentlichen. Wenn ich trotz anderweitiger Pflichten als Assistent immer noch genügende Zeit fand, um diese Arbeiten zu fördern, so verdanke ich das besonders meinem Chef, Professor EHLERS, dem ich hierfür sehr verpflichtet bin.

Auch diese „Echiniden - Anatomie und Histologie“ lasse ich unter demselben Titel erscheinen, welchen die vorhergehenden Hefte tragen. War es aber schon bei Holothurien und Asteriden unmöglich, die Histologie allein zu berücksichtigen, so gilt dies in noch viel höherem Maße von den Echiniden. Ich war zunächst gezwungen, die Anatomie dieser Gruppe ausführlich zu untersuchen und dann erst dem feineren Bau mich zuzuwenden. Daß ich dabei auf histologische Feinheiten mich nicht einlassen konnte, ist selbstverständlich.

Wenn man bedenkt, daß das Nervensystem bisher nur in seinen Hauptstämmen bekannt war, und nur das Vorhandensein von peripheren Nerven so zu sagen mehr erschlossen war als durch Untersuchungen festgestellt, und daß Sinnesorgane nur auf einer Pedizellarienform vermutet wurden (KOEHLER), die zu ihnen gehörigen Nerven aber unentdeckt geblieben waren, so werden die Resultate über die peripheren Nerven geeignet sein, eine große Lücke auszufüllen. Die Summe der Sinnesorgane, welche ich zu beschreiben habe, ist eine große. Da nun dieselben fast sämtlich nicht in der Körperhaut sich befinden, sondern auf den Anhängen derselben liegen, vorzüglich den Pedizellarien, so war es natürlich, daß diese Anfangsorgane der Körperwand bei Echiniden wie Spatangiden genauer untersucht werden mußten. Die von

mir aufgefundenen als Waffen funktionierenden Organe, die ich Globiferen benannt habe, wurden bei dieser Gelegenheit entdeckt.

Vor allem war die Frage nach dem Zusammenhang des Blutlakunensystems mit dem Wassergefäßsystem ihrer Lösung entgegenzuführen, und denke ich, daß ihre Trennung, wie sie bei Echiniden besteht, und ihre Verschmelzung, wie es bei den Spatangiden der Fall ist, nunmehr als endgültig festgestellt gelten darf, zumal schon KOEHLER in vielen Punkten zu den gleichen Resultaten gekommen war. Im übrigen sind sämtliche Organsysteme möglichst gleichmäßig untersucht worden, so daß ein gewisser Abschluß erreicht werden konnte. Das Material, das mir zur Untersuchung vorlag, sammelte ich teilweise selbst während eines Aufenthaltes in der zoologischen Station zu Neapel in den Sommerferien 1885, teilweise wurde es mir in vorzüglich konserviertem Zustand von Lo Bianco Salvatore, dem vielgerühmten Präparator der Station, zugeschickt. Ihm, wie der Station selbst schulde ich ganz besonderen Dank für das öftere und so schnelle Zustellen des gewünschten Materials.

Soweit es anging, beobachtete ich in Neapel am lebenden Tiere besonders die äußeren Organe, aber auch das Nervensystem, die quergestreifte Muskulatur u. s. w.

Die Konservierungsmethoden, die zur Verwendung kamen, waren die jetzt gebräuchlichen. Für die Anhangsorgane der Körperwand habe ich mit gutem Erfolge Flemming's Chrom-Osmium-Essigsäure-Gemisch gebraucht. Sonst wurde meist Chromsäure verwendet, und zwar besonders bei jungen und kleinen Tieren. Hier konservierte und entkalkte dieselbe in wenigen Stunden den ganzen Seeigel. Die mit starkem Alkohol konservierten Seeigel wurden nachträglich entkalkt, indem kleine Stücke in 0,3prozentiger Lösung tagelang verweilen mußten, um dann etwa 12 Stunden ausgewaschen zu werden. Solche Präparate färbten sich selbst mit Hämatoxylin sehr gut. Weniger gut waren die in Salzsäure oder einem Gemisch von Chrom-Salpetersäure entkalkten Stücke. Chromsäure greift die Gewebe noch am wenigsten an. Pedzellarien wurden auch unentkalkt oder in dem Zustand, in dem sie nach Behandlung mit Flemming's Lösung waren, geschnitten. Vor dem Färben müssen sie selbstverständlich lange und sorgfältig ausgewaschen sein.

Von Färbemitteln habe ich meist die Karminlösungen benutzt und nur bei der Untersuchung des drüsigen Organes von der



Behandlung mit Anilinfarben (Saffranin, Methylgrün, Anilingrün u. s. w.) Vorteil gehabt. In den anderen Fällen sah ich das, worauf es ankam, auch nach Karminbehandlung, und so lag kein Grund vor, außer der Kontrollfärbung von Hämatoxylin noch weitere zu versuchen.

Nach der Behandlung mit absol. Alkohol wurden die Präparate mit Bergamottöl oder Xylol aufgehellt, Paraffin eingebettet und nach dem Schneiden mit Xylol entfettet und in Kanadabalsam, welchem Xylol zugesetzt war, eingebettet. Xylol ist den übrigen Flüssigkeiten, wie Terpentin, Chloroform, Nelkenöl u. s. w., vorzuziehen.

Im allgemeinen Teil dieser Arbeit bin ich auf einige phylogenetische Fragen eingegangen, ohne jedoch die Phylogenie der Echinodermen etwa im Zusammenhang darzulegen. Dies sei dem Schlußheft dieser Studien vorbehalten.

Von regulären Seeigeln standen mir zu Gebote: *Sphaerechinus granularis* A. Ag., *Strongylocentrotus lividus* Brd., *Centrostephanus longispinus* Pet., *Arbacia pustulosa* Gray, *Dorocidaris papillata* A. Ag., *Echinus acutus* Lam., *Echinus melo* Lam., *Echinus microtuberculatus* Blainv.; von irregulären: *Spatangus purpureus* Leske, *Echinocardium mediterraneum* Gray, *Brissus unicolor* Klein.

# Spezieller Teil.

## I. Abschnitt.

### Die regulären Seeigel.

Zur Orientierung über die Lagerung einzelner Organsysteme im regulären Echinidenkörper diene Figur 1 auf Tafel 1. Diese Figur giebt einen Vertikalschnitt wieder, welcher durch die Mitte der Körperscheibe gelegt ist.

Die Körperwand, welche im Verhältnis zur großen und geräumigen Leibeshöhle einen geringen Durchmesser besitzt, setzt sich aus dem Hautepithel, der Cutis und dem Cölomepithel zusammen. Auf ihr sind die verschiedensten, in dieser Figur nicht eingezeichneten äußeren Körperanhänge, wie Stacheln, Füßchen, Pedzellarien u. s. w., angebracht; in ihr, und zwar in der Cutis, der Binde substanzschicht, werden die Skelettteile abgeschieden, die als Skelettplatten die feste Schale bilden und an bestimmten Stellen durchbohrt sind, so in den Genitalplatten, den Intergenital- (Ocellar-) Platten, im Peristomfeld durch die fünf Kiemenbäumchen und vor allem auf den fünf Paaren der Ambulacralplatten. Durch diese Poren wird eine Kommunikation hergestellt zwischen dem äußeren Medium, dem Meerwasser, und den inneren Organen (Steinkanal Wassergefäßsystem); oder zwischen den Organen der Haut mit im Innern der Schale gelegenen Organsystemen (Füßchen-Wassergefäßsystem, Kiemen-Leibeshöhle); oder aber zwischen der Epidermis und dem Nervensystem, indem die Nervenäste die durch die Poren zu den Füßchen ziehenden Wassergefäßäste begleiten, oder aber, wie in den Intergenitalplatten, in dem Hautepithel enden (Fühler).

In der Mitte der Ventralfläche befindet sich die Mundöffnung, welche in den Schlund führt, der seinerseits umschlossen wird von dem Kauapparat (Laterne des Aristoteles). Dieser füllt auf unserer Figur (junger *Echinus acutus*) einen großen Teil der Leibeshöhle aus und reicht bis beinahe zur Dorsalfläche hinauf. Vom Darm-

tractus ist der Dünndarm mit dem Nebendarm, mehrmals quer durchschnitten, rechts und links von dem Kauapparat zu erkennen.

Auf der linken Seite der Figur ist der Schnitt durch ein Ambulacrum gegangen und ist der Verlauf eines ambulacralen Nervenstammes vom Fühler auf der Intergenitalplatte bis zum Schlunde zu verfolgen. Rechts und links von letzterem liegt der durchquerte Nerven- oder Gehirnring.

Da, wo der Darm den Kauapparat verläßt, liegt oben der Blutlakunenring, sowie der Wassergefäßring an, von welch' letzterem ein ambulacrales Wassergefäß (auf der linken Seite der Figur) abgeht, um außen am Kauapparat herabzulaufen und nach innen vom ambulacralen Nervenstamm bis zur Intergenitalplatte zu ziehen, wo es blind endet.

Auf der dorsalen Körperwand ist in die Leibeshöhle hervorragend ein Geschlechtsorgan *GO* in der Entstehung begriffen.

---

## Kapitel I.

### Die äußeren Anhänge der Körperwand.

#### Die Pedizellarien.

Die verschiedenen Pedizellarien, welche sich auf der Oberfläche eines Echinidenkörpers finden können, sind seit langer Zeit in einzelne Gruppen eingeteilt worden.

VALENTIN<sup>1)</sup> unterschied vier Arten von Pedizellarien, *P. ophiocéphales*, *tridactyles*, *gemmaformis* und *trifoliés*. Der ersten Art entsprechen die *P. triphylla*, der zweiten die *P. tridens*, der dritten die *P. globifera* von O. F. MÜLLER<sup>2)</sup>.

Die Einteilung des erst genannten Forschers empfiehlt sich auch heute noch beizubehalten und unterscheidet sich demnach:

1. *Pedizellariae gemmaformis*, mit Kalkstiel, welcher bis zur Basis der drei kurzen, linsenförmigen, dicken Greifzangen reicht.
2. *Pedizellariae tridactyli*, mit Kalkstab nur bis zur Hälfte des Stieles reichend, mit drei langen, schwächtigen Greifzangen.

---

1) VALENTIN, Anatomie du genre Echinus, Neuchatel 1842, 40. Livraison des Monographies des Echinodermes.

2) MÜLLER, Zoologia Danica 1788.

3. Pedizellariae ophiocephali, seu buccales, mit Kalkstab welcher nur einen geringen Teil des Stieles durchzieht mit löffelförmigen, gezähnten Greifzangen.
4. Pedizellariae trifoliatae, mit Kalkstab, welcher sich in den basalen Teil des Stieles findet, mit drei blattähnlichen kleinen Greifzangen.

Es lassen sich ohne Mühe alle bekannten Pedizellarien in eine dieser drei Gruppen einreihen. Die drei ersten Gruppen können in jeder Greifzange Drüsen besitzen.

Ein französischer Forscher, KOEHLER<sup>1)</sup>, hat neuerdings bei *Schizaster canaliferus* L. Ag. und Des. Pedizellarien mit vier Zangen beschrieben, welche er *P. tetradactyles* bezeichnet. Es handelt sich hier wohl um eine Varietät der zweiten Art, welche diese *P. tetrad.* im Habitus gleichkommen.

### Die gemmiformen Pedizellarien.

#### *Sphaerechinus granularis* Ag.

PERCY SLADEN<sup>2)</sup> hat zuerst unsere Aufmerksamkeit auf die eigentümlich gebauten Pedizellarien dieser Art gelenkt. Den feineren Bau der von diesem Forscher aufgefundenen Drüsen hat FOETTINGER<sup>3)</sup> genau geschildert, ohne jedoch frisches Material zu besitzen. Ich kann seiner Schilderung in fast keinem Punkte zustimmen.

Die gemmiformen Pedizellarien sind bis einen Centimeter und darüber lang. Etwa zu halber Höhe des Stieles, welcher den dicken Kopf trägt, liegen drei Drüsen als länglich ovale, eiförmige Körper in die Augen fallend. Ich bespreche zunächst den Kopfteil mit den Zangen und hierauf die Stieldrüsen.

Untersucht man frisch eine lebende Pedizellarie, und zwar wenn die drei Zangen nach außen auseinandergeklappt sind, so erkennt man schon bei Lupenvergrößerung, daß in jeder Zange ein großer Drüsensack liegt, welcher nach dem Ende zu sich in zwei konvergierende Aste gabelt, welche zugleich an ihrer Mündung

1) KOEHLER, Recherches sur les Echinides des cotes de Provence in: Annales du musée d'histoire naturelle de Marseille. Zoologie T. 1. 1883.

2) SLADEN, P., On a remarkable form of Pedicellaria etc. in: Ann and Mag. of N. H. 5. Ser. Vol. 6. 1880. pag. 101.

3) FOETTINGER, Sur la structure des Pedicellariae globiferae de *Sphaerechinus granularis* et d'autres Echinides, in: Arch. de Biologie v. VAN BENEDEN, V. 2. 1881. p. 455.

die Öffnungen für das Sekret tragen. Die Trennung jedes Drüsensackes geht oft ziemlich weit bis in das Innere desselben hinein, und ein Vergleich mit den gemmiformen Pedizellarien anderer Arten wird uns lehren, daß wir hier zwei mit ihrem hinteren Teile verschmolzene Drüsensäcke vor uns haben. — Unterhalb der Mündung des Drüsensackes ragt das krumme, hakenförmig zugespitzte Ende des in jeder Klappe befindlichen Kalkgerüsts hervor.

Weiter fallen auf der Innenseite jeder Zange, da, wo sie miteinander in Verbindung stehen, weiße farblose Höcker auf, die wie mit hellen Papillen übersät erscheinen. Diese Höcker sind Sinnesorgane. Weiter unten sind dieselben näher beschrieben worden.

Figur 1 auf Tafel 2 gibt einen Längsschnitt durch eine solche Pedizellarie wieder. Sowohl die Drüsensäcke des Kopfes als auch die des Stieles sind der Länge nach durchschnitten. Mit *TH* sind die Sinnesorgane bezeichnet. Das allgemeine Körperepithel überzieht sämtliche Einzelteile der Pedizellarie und bietet nichts Bemerkenswertes. Nur da, wo die Öffnungen der Drüsensäcke sich finden, und in den Sinnesorganen ist es von besonders zu besprechender Bildung.

Die Bindesubstanz, in welcher die Drüsensäcke, die Muskulatur der drei Zangen und das knopfförmig angeschwollene Ende des Kalkstieles (*km*), sowie die Nervenzüge eingelagert sind, enthält in großer Anzahl die sichelförmigen Kalkkörper. Besonders an den Spitzen der drei Zangen sind sie zahlreich angehäuft.

Der Bau der Drüsensäcke mit ihren Zellen ist schwer zu erforschen, da dieselben ungemein hinfälliger Natur sind. Dann kommt hinzu, daß die Zellen nicht senkrecht auf der Basalmembran aufsitzen, sondern in einem Winkel gegen dieselbe gerichtet stehen, und man auf Längsschnitten immer nur einen geringen Teil der Zellen in ihrer ganzen Länge trifft. Die ungemein langen, cylinderförmigen Zellen (Fig. 3) zeigen einen basalstehenden Kern von Plasma umgeben. Der ganze übrige Zellteil wird von einem großmaschigen Netzwerk durchzogen, das bei Färbung mit Hämatoxylin und Behandlung mit chromsaurer Kalilösung<sup>1)</sup> deutlich zu Tage tritt. In den Maschen trifft man auf Körnchen, Sekretkügelchen, oder aber der freie Endteil der Zellen ist von einer fein granulierten Schleimmasse erfüllt, die auch das Centrum jedes Drüsensackes erfüllen kann und fast stets an den Öffnungen desselben angehäuft

---

1) HEIDENHAIN, Eine neue Verwendung des Hämatoxylin, in: Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. 24. 1885.

angetroffen werden kann, wie denn auch alle Objekte, die von solchen Pedizellarien ergriffen und festgehalten werden, immer von einer schleimigen Masse umhüllt werden, wie dies bereits SLADEN<sup>1)</sup> beobachtet hat.

Ob diese Inhaltzellen der Drüsensäcke bei der Sekretbildung zu Grunde gehen, wie FOETTINGER meint, der den Inhalt jeder Drüse aus Zellen von unregelmäßiger Gestalt kompakt angefüllt sein läßt, muß ich bezweifeln. Denn alle Präparate, welche mir derartig zu deutende Bilder zeigten, muß ich für Kunstprodukt erklären. (Alkoholbehandlung mit nachheriger Karmin- oder Anilinfärbung.)

Auf die Basalmembran folgt eine Muskulatur, die ungewöhnlich stark entwickelt erscheint. Sie besteht aus mehr als drei oder vier Lagen von Muskelfasern, welche parallel zu einander angeordnet sind und auf den einzelnen Drüsensäcken einen circumferentialen Verlauf zeigen. Diese glatten Fasern zeigen den gewöhnlichen Bau. Der länglich ovale Kern liegt der Oberfläche auf.

Was die übrige Muskulatur des Kopfes dieser Pedizellarie anlangt, so sind die drei stark entwickelten Muskelbündel zu nennen, welche die drei Zangen gegen einander bewegen und an den basalen Endplatten der Kalkzangen inserieren, sowie die bis jetzt wohl noch unbekannte Muskulatur, mit Hilfe deren der Kopfteil auf dem Stiele nach jeder Seite geneigt werden kann. Diese Muskulatur besteht aus kurzen, dicken Fasern, welche mit ihren kompakten Enden an den Kalkplatten im Kopf und andererseits an der Endanschwellung des Stieles inserieren. Sie sind in einer Kreis angeordnet, wie Querschnitte durch diesen Teil der Pedizellarie lehren (Fig. 1 M. flexores).

Die Nervenzüge, welche zur Muskulatur und den Sinnesorganen ziehen, sind sämtlich in der Binde substanz gelagert. Im Stiel trifft man sie oft unterhalb der Basalmembran der Epithel, meist aber verlaufen sie mehr im centralen Teile derselben. Die einzelnen Nervenzüge, welche in den Kopf eintreten, sind in verschiedener Anzahl bei verschiedenen Exemplaren vorhanden. Man wird der Wahrheit nahe kommen, wenn man ihre Zahl zwischen acht und fünfzehn annimmt.

Unmittelbar nach ihrem Übertritt in den Kopfteil verzweigen sie sich in mannigfaltiger Weise. Zu dem Rosettenmuskel (M. flexo

---

1) SLADEN, P., On a remarkable form of Pedicellaria etc. Ann and Mag. of N. H. 5. Ser. Vol. 6. 1880. pag. 101.

res), wie ich die kreisförmig angeordneten Bündel nennen will, treten starke Züge, weiter zu den drei Zangenmuskelbündeln (*M. adductores*), zwischen denen man die einzelnen Fasern verfolgen kann, bis zu ihrer Verschmelzung mit den Muskelfibrillen.

Konstant trifft man aber drei große Nervenzüge an, welche zu den drei oben erwähnten auf der Innenfläche der Zangen liegenden Sinnesorganen führen. Diese drei Nervenzüge verlaufen zwischen je zwei Muskelbündeln bis zur Basis der Sinnesorgane, hier durchsetzen sie die starke Basalmembran und lösen sich auf in ein Geflecht von feinsten Fasern.

Von jedem dieser Nervenfasergeflechte geht ein starker Nervenzug nach der Spitze jeder Greifzange ab und tritt an die hier stehenden Sinneszellen heran.

Außer diesen konstant von mir beobachteten Nervenzügen sind noch kleinere Nervenzüge in der Bindesubstanz vorhanden, welche zwischen Epithel und innerer Drüsenwand liegen. Sie besitzen nur nicht die Stärke der eben beschriebenen. (Über den feineren Bau dieser Nervenzüge siehe das Kapitel über die peripheren Nerven.)

Die Sinnesorgane selbst, die als Tasthügel bezeichnet werden können, sind unten in dem Kapitel über die Sinnesorgane geschildert worden. —

Ich wende mich nun zu den drei Stieldrüsensäcken. An der lebenden Pedizellarie sieht man auf jedem derselben einen pigmentfreien Fleck, dies ist die Öffnung, welche in ihrer Lage aus Figur 1 Tafel 2 zu ersehen ist (*O*).

Der Bau der drei Stieldrüsen ist vollkommen übereinstimmend mit dem der Globiferen. Auch bei den Stieldrüsen dringt bei Reizung durch die Öffnung ein feinkörniger Schleim hervor, welcher in Wasser wie Alkohol sofort gerinnt und sich mit Karmin nur gering tingiert, mit Methylgrün hingegen eine tief dunkelgrüne Färbung erhält. Auf Schnitten bot sich mir dasselbe Bild, wie bereits bei den Globiferen geschildert wurde. Die Drüsenzellen sind unregelmäßig geformte Gebilde, deren ovale Kerne von der nur geringen Zellsubstanz umgeben wird. Die Zellen, welche Grenzen zu einander nicht zeigten, sind deutlich gegen das den ganzen Innenraum des Drüsensackes ausfüllende feinkörnige Sekret abgesetzt. Auf die Basalmembran folgt eine Schicht konzentrisch verlaufender glatter Muskelfasern, welche die Ausstoßung des Sekretes nach außen besorgt. Die Bindesubstanz, in welche die Drüsen eingebettet liegen, ist nur von sehr geringer Entwicklung.

Da, wo sich die Öffnungen befinden, ist das Außenepithel durch größere, sich tiefer tingierende Zellen ersetzt, welche ringförmig um die Öffnung angeordnet sind.

### Die Öffnung der Kopfdrüsen

ist weder von FOETTINGER noch von KÖHLER gefunden worden. Daß aber eine solche vorhanden sein muß, setzen beide Forscher voraus, da sie sich nicht anders das Hervordringen des Sekretes erklären können. Ich habe sowohl bei dieser Art wie bei allen Echiniden, welche gemmiforme Pedizellarien besitzen, die Mündung der Drüsen angefundem und zwar sowohl durch Schnittserien als auch bei einigen bereits an der lebenden Pedizellarie (so bei der einen Pedizellarienform von *Dorocidaris*, s. weiter unten).

Die Mündung der Drüsen liegt bei allen untersuchten Pedizellarien dorsalwärts von der Kalkspitze, also an einer Stelle, wo man sie sicher nicht erwarten würde, denn man sucht sie weit eher unterhalb derselben, also ventralwärts auf der Innenseite jeder Greifzange.

Um die Verschmelzung der beiden oben genannten gabelförmigen Endschläuche jeder Drüse und ihre endliche Mündung zu sehen, sind Schnitte erforderlich, deren Ebenen senkrecht stehen zur Längsachse der hakenförmig gekrümmten Kalkspitze und diese durchqueren. Verticale Längsschnitte ergänzen die ersteren. Ein Schnitt, welcher senkrecht und quer durch das Ende einer Greifzange geführt ist, zeigt folgendes. (Fig. 4 Taf. 2.) Dorsalwärts ist das Epithel verdickt und in Wülste gelegt; unterhalb desselben sind zwei Hohlräume getroffen welche im Inneren ein Sekret tragen und in denen ein Epithel erkennbar ist. Unterhalb derselben ist die Kalkspitze durchschnitten, welche in der Bindesubstanz liegt. Vergleicht man nur die Schnitte, welche weiter nach der Spitze zu führen, so erkennt man wie die beiden Hohlräume — die auf dem Querschnitt getroffenen beiden Endäste jeder Drüse — endlich miteinander zu einem Hohlraum verschmelzen, welcher auf beiden Seiten die Kalkspitze umgreift. Der Längsschnitt in Fig. 5, Taf. 2 zeigt uns dieses Bild ergänzend den weiteren Verlauf bis zur Mündung

---

1) FOETTINGER, a. o. O.

2) KOEHLER, *Recherches sur les Échinides des côtes de Provence* Marseille 1883, pag. 24. —



Mit (*K*) ist die Kalkspitze bezeichnet, oberhalb derselben, auf der Dorsalfäche ist ein Drüsenausführgang durchschnitten (*Dr*), und seine Mündung *O* zu sehen. Die Wandung des Ausführganges wird von einer festen, stark lichtbrechenden, chitinähnlichen Substanz gebildet. Das Körperepithel ragt bis zur Mündung, kann aber öfter abgestossen sein, wie es auch an dem freien Ende der Kalkspitze der Fall ist, an welchem selten noch der dünne Epithelbelag bis zur Spitze erhalten ist. Dieselbe Art und Weise in der Verschmelzung der Endäste jeder Drüse (oder besser jedes Drüsenpaares) und schließliche Ausmündung findet sich bei den gemmiformen Pedizellarien von *Echinus acutus*, *Doroci daris papillata*, *Strongylocentrotus lividus* vor.

#### *Echinus acutus*, Lam.

Die gemmiformen Pedizellarien dieser Art besitzen lange Stiele (6 mm), und zeichnet sich der Kopfteil durch seine auffallende Dicke aus. Die Länge desselben ist am Spiritusexemplar etwa 1,5 mm.

Der Bau dieser Pedizellarien ähnelt ungemein den Verhältnissen, wie ich sie bei den gleichen Gebilden von *Sphaerech. granularis* geschildert habe, nur fehlen bei unserer Form die drei Stieldrüsen, und es finden sich drei Kopfdrüsen Säcke, welche jedoch aus ursprünglich sechs getrennten Drüsen Säcken entstanden sind, wie das Verhalten ihrer Öffnungen zeigt. Jeder der drei Drüsen Säcke verjüngt sich nach der Spitze der Pedizellarie zu. Etwa bis in halber Höhe teilt sich jeder Drüsen sack dichotomisch in zwei sich mehr und mehr verjüngende Schläuche, welche am Ende der Pedizellarie, da wo die Kalkspitze aus der Bindesubstanz hervortritt, konvergieren und zu einem Ausführgang verschmelzen, welcher dorsalwärts verläuft und oberhalb des Stachels mündet. So wird auch hier das Sekret der Drüsen dorsalwärts von der Kalkspitze entleert. — Auf einem Längsschnitt, wie Figur 1 auf Tafel 5 einen solchen wiedergiebt, sieht man zunächst die eine Drüse der Länge nach halbiert, im Inneren Sekretmasse gelagert. Die zwei Schläuche und deren Verschmelzung kann nur auf Schnitten beobachtet werden, welche tangential zur Rückenfläche einer der drei Zangen der Pedizellarie geführt sind.

Auf der Innenseite jeder Zange fallen eigentümliche Organe auf, die mit *TH*<sup>1</sup> und *TH*<sup>2</sup> in der Figur 1 bezeichnet sind. Es

sind das Sinnesorgane, welche sämtlich in ihrem Bau übereinstimmen. Außerdem treten zwischen ihnen Stellen im Epithel auf, welche sich durch ihre Zellen unterscheiden und welche ebenfalls als Sinnesorgane zu deuten sind, da Nervenzüge zu ihnen herantreten.

Die Nerven, welche sich in den gemmiformen Pedzellarien dieser Art finden, sind von ungemein starker Entwicklung. Ihr Verlauf, wie sich mir derselbe unter Vergleichung einer großen Anzahl von Schnittpräparaten darstellte, ist bei den einzelnen Individuen ein übereinstimmender. In dem Stiel steigen eine Menge Nervenzüge, welche voneinander getrennt verlaufen, empor zu den Köpfchen. Da wo der Rosettenmuskel (*M. flexor.*) liegt, gehen Nervenfasern zu diesem ab; der größte Teil der Nervenzüge jedoch, soweit er nicht direkt zu den Drüsensäcken zieht, formiert sich zu drei starken Nervenstämmen, welche zwischen den Interstitien von je zwei der drei Zangenmuskeln (*M. adduct.*) emporsteigen. Hier verzweigen sie sich in mannigfacher Weise. Ihre Ganglienzellen treten miteinander in Verbindung und senden ihre Fortsätze in die Fasern der Zangenmuskeln hinein. Teilweise kann sich hier jeder Nervenstamm zu einem Netzwerk auflösen, welches bei Färbung mit neutraler Karminlösung und nachfolgender Hämatoxylinfärbung sich scharf unterscheidet von der umgebenden Binde substanz mit ihren Zellen und Fasern.

Im weiteren Verlauf schwindet jedoch das Netzwerk mehr und mehr, und zur halben Höhe der Muskulatur formieren die Nervenfasern wieder einen etwa 0,074 mm starken Nervenstamm, von welchem nach allen Richtungen feinste Nervenzüge oder Nervenfasern abtreten. Während nun der Nervenstamm in gerader Richtung, so daß man ihn auf einem Schnitt, wenn derselbe so günstig wie in Fig. 1, Taf. 5 gefallen ist, in seinem ganzen Verlaufe verfolgen und übersehen kann, bis zu dem mit  $TH^2$  bezeichneten Sinnesorgane, das an der Basis der Kalkspitze gelagert ist, zieht, giebt er einen Nervenast ab, welcher zu dem Tasthügel  $TH^1$  führt. Bevor dieser Nervenast in den letzteren eintritt, teilt er sich etwa in 5 Äste, welche sich kurz vor ihrem Eintritt in das Sinnesorgau gabeln.

Von dem Nervenstamme, der bis zu dem mit  $TH^2$  (Figur 1) bezeichneten Sinnesorgane zieht, treten nach allen Seiten feine Ästchen ab, welche aus Nervenfasern zusammengesetzt sind und teils bis zur Muskulatur des Drüsensackes, teils bis zum Epithel sich verfolgen lassen. Ein stärkerer Ast wurde schon oben er-

wähnt, er versorgt das unterhalb des oberen Tasthügels liegende kleine Sinnesorgan, *Sg.* Der Verlauf der Nervenzüge, wie ich ihn geschildert habe und wie er sich in jeder Zange in genau derselben Weise wiederholt, ist zu verfolgen auf der schon mehrfach verwiesenen Figur 1 auf Tafel 5. Fig. 2 giebt den Teil des Nervenstammes stärker vergrößert wieder, von welchem zu den unteren Tasthügeln *TH*<sup>1</sup> die Nervenzüge sich abzweigen. Über die Anordnung der Ganglienzellen verweise ich auf das Kapitel über die Nervenzüge überhaupt (s. unten).

Das Epithel, welches sich auf dem Kopf der Pedicellarien findet, ist auf der Rückenfläche desselben aus abgeplatteten Zellen zusammengesetzt, deren Kerne oft abgeplattet erscheinen. Auf der Innenseite der Greifzangen macht dieses Epithel Zellen Platz, welche eine Höhe von 0,02 mm besitzen und durch ihr Verhalten Farbstoffen gegenüber sich auszeichnen. Von der Fläche betrachtet, zeigen sich sechseckige Polygone, deren Konturen, der Ausdruck der Zellmembranen, stark hervortreten. Ihr Zellinhalt erscheint vollkommen ungefärbt bis auf den der Wandung anliegenden abgeplatteten und dunkel tingierten Kern. Auf Schnittpräparaten erhält man Bilder, wie Figur 5 auf Tafel 5 ein solches wieder giebt. Die ungefärbten Zellen sind von eiförmiger Gestalt und erinnern in ihrem Habitus an Schleimdrüsen, wie wir sie bei anderen Tieren kennen. Mit Karmin oder Hämatoxylin färbt sich in der eiförmigen Zelle nichts. Nur ein Netzwerk tritt schwach hervor, welches das ganze Lumen durchzieht und sich mit der Zellmembran in Verbindung setzt, resp. mit einer derselben anliegenden dünnen Substanzschicht. Der länglich-ovale Kern ist der Zellmembran eng angeschmiegt; die intraretikuläre Substanz erscheint vollkommen glasig, homogen, ohne jede Granulierung. Ein feiner schwer wahrnehmbarer Porus tritt bei der Flächenbetrachtung an den einzelnen Schleimdrüsen hervor.

Das Vorkommen dieser Schleimzellen, die dicht nebeneinander stehen, und die gewöhnlichen Epithelzellen vollkommen verdrängt haben, ist beschränkt auf die innere Fläche der Greifzangen, also den Teil, welcher zwischen oberen und unteren Tasthügeln liegt.

Die Tasthügel schildere ich in dem Kapitel über die Sinnesorgane und verweise an dieser Stelle auf dasselbe.

Der feinere Bau der sechs paarweise verschmolzenen Drüsen-säcke ist folgender. Eine aus mehreren Schichten bestehende Muskulatur liegt der Membrana propria auf; nach innen von dieser trifft man das Drüsenepithel, dessen Sekret teilweise das Lumen erfüllt.

Das Sekret stellt eine schleimige, körnchenlose, leicht gerinnbare Masse dar, welche sich mit Karmin wie Hämatoxylin stark färbt. Es füllt meist den mittleren Teil des Drüsenlumens auf den Präparaten an, eine Folge der Konservierung.

Die Drüsenzellen, welche den Wandbeleg bilden und das Sekret ausscheiden, sind von schwer zu bestimmender Gestalt. Diese dürfte am besten mit cylinderförmig zu bezeichnen sein. Das freie Ende der Drüsenzellen ragt durch seine kuglige Auftreibung oft weit in das Lumen hinein. Die Länge der Zellen ist im Mittel 0,065 mm. Ihr Inhalt verhält sich den Färbeflüssigkeiten gegenüber verschieden. Mit neutraler Karmin- und Hämatoxylinlösung behandelt, zeigte sich das freie Ende der Zellen dunkler tingiert als das basale. Es färbt sich in der Zelle eine Masse von verschieden großen Körnchen. Die basal gelagerten tingieren sich fast gar nicht, während die mehr der Mitte genäherten dunkler gefärbt erscheinen, im freien Ende jedoch die Körnchen verschmolzen zu sein scheinen zu einer tief-dunkel gefärbten Substanz, welche dem im Lumen der Drüse abgelagerten Sekret gleich kommt. Fig. 3 auf Tafel 5 veranschaulicht dieses Verhalten der Zellen. Der Zellkern von unregelmäßiger Gestalt liegt basalwärts, der Basalmembran anliegend. Zwischen den Sekretkügelchen schien ein Netzwerk vorhanden zu sein, doch kann ich nach meinen Präparaten über dasselbe keinen sicheren Aufschluß geben. Die verschiedenen Präparate durch Pedizellarien unserer Art gaben mir immer das gleiche Bild, wie ich es eben geschildert habe. Der Durchmesser einer Drüse (Alkoholpräparat) beträgt im Maximum 0,2 mm.

Die Muskulatur der Drüsensäcke besteht nicht aus einer Lage Muskelfasern, sondern einer ganzen großen Anzahl. Die Muskelfasern sind in verschiedenen Richtungen angeordnet. Ein Teil verläuft ringförmig, ein anderer zur Längsaxe der Drüse parallel, während am blind geschlossenen Ende derselben sich die Fasern kreuzen, wie Tangentialschnitte erkennen lassen.

### **Die tridactylen Pedizellarien.**

Diese Art von Pedizellarien besitzt niemals Drüsen in den drei Zangen (Ausnahme *Dorocidaris pap.*), welche durch ihre Länge und Schwächtigkeit sich auszeichnen. Es sind die beweglichsten und größten Formen unter allen Pedizellarien und be-

fähigt, ungemein rasch zuzugreifen und festzuhalten. Daß ihnen dies nur möglich wird durch ihre quergestreifte Muskulatur, welche ich hier aufgefunden habe, darauf habe ich schon früher hingewiesen<sup>1)</sup>).

Bei allen von mir untersuchten Echiniden traf ich tridaktyle Pedizellarien. Bei *Centrostephanus* fand ich konstant zwei Arten, wie auch bei *Dorocid. papill.*, welche sich durch ihre Größe unterscheiden. Die eine Form besitzt bei der erstgenannten Art kleinere Greifzangen und ist von schwächtigerem Baue wie die zweite. Daß sich bei den verschiedenen Gattungen diese Pedizellarien durch Gestalt und Größe unterscheiden werden, ist im voraus anzunehmen. Immerhin ist ihr Bau ein sehr übereinstimmenderer, da einfacherer als der der gemmiformen Pedizellarien, und wird es genügen, wenn ich nur bei einer Art denselben genauer schildere.

#### *Centrostephanus longispinus* PETERS.

Auf Tafel 3, Figur 6 ist ein Längsschnitt durch eine tridaktyle Pedizellarie wiedergegeben. Im Kopfteil ist zunächst die aus quergestreiften Muskelfasern bestehende Zangenmuskulatur, *M. adductores*, zu erwähnen (vgl. das Kapitel über die Muskulatur).

Drei Nervenstämme ziehen zu den Greifzangen, in den Interstitien der drei Adductoren-Muskeln gelagert und zu diesen Fasern abgebend. Diese Nervenstämme geben in ihrem ganzen Verlauf bis zum Ende der Zangen größere und kleinere Seitenäste ab, welche zum Innenepithel und zum Rückenepithel verlaufen und in die Zellen derselben eintreten. Ein besonderes Sinnesorgan ist niemals vorhanden. Wohl aber ist der obere Teil der Innenfläche jeder Greifzange als besonders nervös anzusehen, da hier das Epithel an Höhe zugenommen hat und zu den dasselbe zusammensetzenden Cylinderzellen die Nervenfasern treten. Sinneszellen sind jedoch auch im unteren Teil der Innenfläche vorhanden, wenn auch nur in geringer Menge. Im Leben wimpert die ganze Innenseite. Die Wimpern besitzen eine ungemeine Länge, sie sind etwa 0,02 mm lang. Wahrscheinlich finden sich auch zwischen ihnen Tastborsten vor. Die Pigmentzellen mit schwärzlichem Körncheninhalt sind reichlich vorhanden. Sie sind weit verästelt und hängen die einzelnen Zellen mit ihren Fortsätzen auf weite

---

1) Vorläufige Mitteilungen zur Morphologie der Echiniden, Nr. 2, in: Sitz.-Ber. d. Jena. Gesellsch. f. Med. u. Naturw., Jahrgang 1886.

Strecken hin untereinander zusammen. Ihre eigentliche Lage ist die Cutis, meist aber haben sie ihre Fortsätze zwischen die Epithelzellen hineingeschoben, oder aber liegen der Basis derselben an.

Von besonderem Interesse ist der Bau des Stieles. Der Kalkstab reicht nicht bis zum Kopfe hinauf, sondern hört eine geraume Strecke unterhalb desselben auf. (vgl. die Figur.) Hierdurch ist es möglich geworden, daß der Kopfteil beweglicher ist und sich nicht nur nach allen Seiten bewegen, sondern auch nach dem Stiel umbiegen kann.

Die Strecke zwischen dem knopfförmig erweiterten Ende des Kalkstabes und dem Kopfteile der Pedizellarie, wird eingenommen von einem elastischen Ligament, Gallertstiel, wie ich dies Gebilde zu nennen vorschlage. Dasselbe ist von cylindrischer Gestalt und wird allseitig umhüllt von Muskelfasern, und zwar glatten, welche an den Kalkstücken im Kopfteil der Pedizellarie inserieren, dem Ligament anliegen und bis zum Kalkstiel und selbst an diesem entlang verlaufen. Diese in einer Schicht parallel miteinander verlaufenden Fasern sind es, welche den Kopf umbiegen können, während das elastische Ligament in die vorige Lage zurückstrebt.

Das Ligament besteht aus einer feinkörnigen Masse, die sich hellrosa tingiert. Fasern sind nur wenige vorhanden und nur hier und da ist eine Zelle oder Zellkern nachweisbar. Daß man es hier mit einer besonderen Differenzierung der Bindesubstanz zu thun hat, darauf habe ich bei der ausführlichen Besprechung derselben hingewiesen. Da wo der Kalkstab beginnt, fängt auch die netzförmige Bindesubstanz mit ihren Sternzellen wieder an.

Die Bindesubstanz, welche sich zwischen den Muskeln, welche dem Ligament und dem Körperepithel aufliegen, findet, zeigt sich gleichfalls, wie die Untersuchung der frischen Pedizellarie lehrt, von flüssiger Beschaffenheit. Fasern mit Stern- oder Spindelzellen sind kaum vorhanden, wohl aber Wanderzellen in großer Menge, welche in Bewegung begriffen sind. Diese erfolgt durch Ausstreckung und Einziehung kleinster Pseudopodien nach Amöbenart. Durch Übergießen mit  $\frac{1}{2}$  ‰ Osmiumsäure und nachheriger Färbung mit Pikrokarmen gelang es mir, die verschiedensten Bewegungszustände, in welchen sich die Zellen im Momente der Fixierung befanden, zu erhalten.

**Dorocidaris papillata.**

Es finden sich zwei Formen von tridactylen Pedizellarien vor, die eine mit langen, stiletförmigen Greifzangen und eine zweite mit gedrungenen Armen. Beide Arten sind von KÖHLER<sup>1)</sup> beschrieben und ihre Kalkgebilde abgebildet worden. Der letzteren Art kommen Drüsenschläuche in ihren Greifzangen zu, welche einen eigentümlichen schlauchförmigen Bau zeigen. Sie sind von KÖHLER<sup>1)</sup> übersehen worden. Das Kalkskelett dieser Greifzangen hat dieser Forscher naturgetreu abgebildet, ich beschränke mich daher nur auf folgende kurze Bemerkungen. Die Kalkplatten, welche in jeder Greifzange liegen, sind von löffelförmiger Gestalt. Am Rande der Innenseite stehen kleine, feine Kalkzähne, wie Figur 7 Taf. 2 zeigt. Weiter ist auf der Innenseite ein Querbalken zu finden, welcher aus Kalk besteht. Zwischen diesem Querstab und der Innenseite der Kalkplatte liegen eigentümliche Drüsenschläuche von einer Gestalt, die vollkommen abweicht von den ähnlichen Gebilden der gemmiformen Pedizellarien. Figur 6 auf Tafel 2 zeigt die Drüsenschläuche bei schwacher Vergrößerung. Einzelne kurze Schläuche hängen traubenartig zusammen und münden in einen langen Ausführgang, welcher oberhalb des ersten längeren Kalkzahnes an der Spitze mündet, wie die Seitenansicht Figur 8 Taf. 2 lehrt. Die Drüsenschläuche liegen ebenso wie das Kalkskelett jeder Greifzange in der Bindesubstanzschicht. Außen wird diese von dem allgemeinen Körperepithel überzogen, welches auf der Innenfläche der einzelnen Zangen aus langen Zellen besteht, welche lange und starke Wimpern besitzen (Fig. 8 Taf. 2). Das Epithel der Drüsenschläuche besteht aus fein granulierten, abgeplatteten Zellen, welche ihr Sekret in das enge Lumen jedes Schlauches abgeben.

Diese eigentümliche Pedizellarienform, die ich den tridactylen als Unterart zuzähle, findet man vorzüglich auf der Mundhaut vor, da wo die zehn Mundfüßchen ihren Sitz haben.

**Die buccalen Pedizellarien.**

(*Sphaerechinus granularis.*)

(Fig. 7 u. 8 auf Tafel 3.)

Diese Gruppe bietet mit den Trifoliaten den einfachsten Bau. Weder Drüsen noch besondere Sinnesorgane finden sich vor. Der

---

1) A. o. O.

Verlauf der Nervenstämme ist derselbe, wie ich ihn bei den übrigen Pedizellarien geschildert habe. Drei Nervenstämme verlaufen am Kopfteil und ziehen zu dem Epithel der Innenseite jeder Greifzange (vergl. Fig. 7 auf Taf. 3). Das Epithel ist bedeutend verdickt und wimpert. Zwischen den Epithelzellen sind Sinneszellen vorhanden, wie feine Schnitte und Zerzupfungspräparate erkennen lassen. Etwa im Centrum jeder Greifzange tritt der Nervenstamm an das Epithel. Seine Fibrillen lassen sich im Epithel auf weite Strecken verfolgen. Fig. 8 auf Taf. 3 zeigt einen Teil des Epithels der Innenfläche vergrößert mit dem hinzutretenden Nervenstamm, der hier endet.

Die *M. adductores* sind kräftig entwickelt. Unterhalb derselben liegen die *M. extensores*, welche die Greifzangen auseinanderbiegen. Der Kalkstab reicht nur bis zu geringer Höhe im Stiel der Pedizellarie, so daß es zur Bildung eines kräftiger elastischen Ligamentes kommt, welches von parallel mit der Stiellaxe verlaufenden Muskelfasern belegt ist, den *M. flexores* die an Kalkstücken im Kopfe einerseits und am Kalkstabende andererseits inserieren. — Die Länge dieser Mundpedizellarie beträgt ungefähr 2 mm, die ihres Kopfes 0,5 mm.

### **Die trifoliaten Pedizellarien.**

(*Echinus microtuberculatus*.)

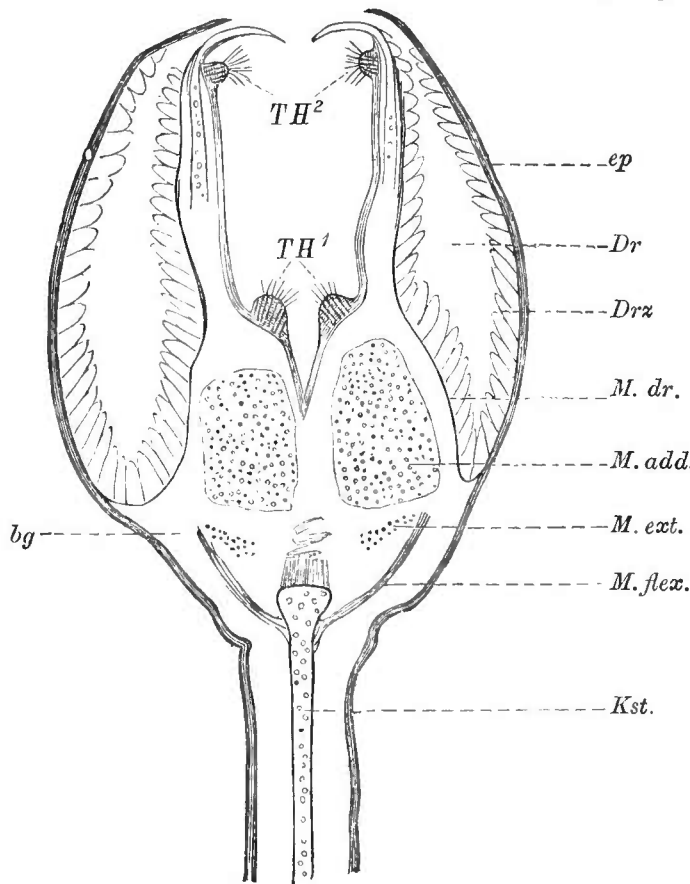
Die kleinsten Pedizellarien, welche sich auf der Oberfläche des Körpers vorfinden, gehören zu dieser Gruppe. Die Länge des Köpfchens beträgt nur 0,1 mm, die Breite 0,07 mm. (Bei *Echinus acutus* beträgt die Breite der zusammengeklappten Zangen 0,16 mm Länge des Köpfchens 0,23 mm.) Die Stiellänge beträgt 1,4 mm. Der Kalkstab nimmt kaum die Hälfte des Stieles ein, er ist nur 0,5 mm lang. Ein stark ausgebildetes elastisches Ligament reicht von seinem Ende an bis zum Kopf. Seiner Oberfläche lagern in gleicher Weise Muskelfasern auf, wie bei den übrigen Gruppe geschildert wurde. Auch diese inserieren am knopfförmigen Ende des Kalkstabes im Stiel und andererseits im Kalkskelett des Kopfes. Im lebenden Zustand schwingen und schlagen sie lebhaft hin und her. Dabei ist die soeben beschriebene Längsmuskulatur in Thätigkeit. Je nach der Kontraktion der einen oder anderen Faser biegt sich das Köpfchen mit dem das Ligament enthaltende Stielteil, während als Antagonist das Ligament wirkt, welches



vermöge seiner Elasticität immer in die vorige möglichst ausge-  
dehnte Stellung zurückstrebt. Die Muskulatur ist der Kleinheit  
der drei blattförmigen Zangen angemessen und setzt sich aus  
glatten Muskelzellen zusammen. Die innere Fläche der Greif-  
zangen ist stark bewimpert. Das Epithel ist verdickt, und lassen  
sich, wie in anderen Pedizellarien, drei Nervenzüge verfolgen,  
welche zu diesem Epithel hinzutreten. Besondere Sinnesorgane  
konnte ich weder bei dieser Art, noch bei *Centrosteph. longisp.*  
beobachten.

### Der Mechanismus bei der Bewegung der Greifzangen der Pedizellarien.

Soviel mir bekannt ist, hat man bisher immer nur auf die  
drei *M. adductores* bei der Bewegung der Greifzangen Rücksicht



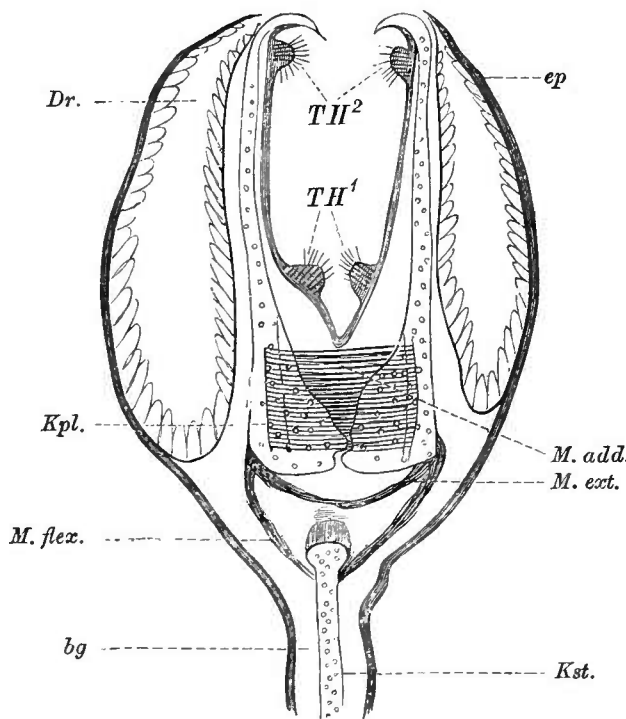
Längsschnitt durch eine Pedizell. gemmiformis von  
*Echinus acutus*. Vergr. 50. *ep* Körperepithel;  
*bg* Bindesubstanz; *Dr* Drüsensack; *Drz* Drüsen-  
zellen; *TH¹* und *TH²* Tasthügel; *Kst* Kalk-  
stab; *M. dr.* Muskulatur der Drüsenwand; *M.*  
*add.* Adductoren; *M. ext.* Extensoren; *M. flex.*  
Flexoren, Beuger des Kopfes.

genommen. Sobald sich  
diese drei Muskelbündel,  
welche auf der Innenfläche  
der Greifzangen sich  
anheften, kontrahieren,  
klappen die drei Zangen  
aneinander. Wie geschieht  
aber ihr ebenso schnelles  
Auseinandergehen? Daß  
dieses nur durch eine  
Muskulatur, welche als  
Antagonist der Adduc-  
toren wirkt, zu erklären  
sein wird, nicht aber etwa  
bloß durch Elasticitäts-  
verhältnisse, scheint mir  
von vornherein das Wahr-  
scheinlichste zu sein.  
Da das Verhältnis der  
Muskeln zu einander bei  
den verschiedenen Grup-  
pen der Pedizellarien das-  
selbe ist, so habe ich eine  
der höchststehenden gem-  
miformen Pedizellarien,

die von *Echinus acutus*, zur Erläuterung gewählt. Das Bild ist bei fünfzigfacher Vergrößerung mit der Camera gezeichnet, sonst aber schematisch gehalten. Die Kalkstücke sind nicht mit eingetragen.

Außer den großen Adductoren ist noch folgende Muskulatur vorhanden. Einmal sind auf dem Holzschnitt der Quere nach getroffen Muskelbündel (*M. extensores*), welche an denselben Kalkstücken inserieren wie die Adductoren, aber nicht auf der inneren Fläche derselben, sondern auf der äußeren und der Basis der Kalkplatten mehr genähert.

Ist der Längsschnitt durch die Pedizellarie so gefallen, daß der eine der Adductorenmuskel der Länge nach getroffen ist, so hat man auch die Extensoren in ihrem ganzen Verlauf. Ein solches Bild giebt der zweite Holzschnitt wieder. Zwei der Kalkplatter habe ich, so gut es gehen wollte, eingetragen und sind die Adductoren (*M. add.*), welche auf der inneren Fläche der Kalkplatter inserieren, und zweitens die Extensoren, welche im Bogen verlaufen und schlaff sind, sobald sie nicht in Thätigkeit, gestreckt sobald sie kontrahiert sind. Sie greifen auf den äußeren Flächen der beiden Platten an. Immer sind die Extensoren im Verhältnis zu den Adductorenbündeln schwach entwickelt. Aus ihrer Lage geht aber hervor, daß das Ausstrecken der Greifzangen, sobald die Muskeln in der angegebenen Weise sich inserieren, einen geringeren



Kraftaufwand erfordertal das Zusammenziehen der selben, wenn man die Lag der Adductoren in Be tracht zieht. Daher ihr geringere Ausbildung. Der Kopfteil jeder Pedi zellarie ist auf dem Stie beweglich. In unserer Fi gur reicht der Kalkstie bis in den Kopf. Von ihr gehen radienartig Muske fasn aus, welche als Fle xoren wirken, den Kop nach allen Seiten beuge können. Sie inserieren ebenfalls an den Kalkpla ten im Kopf, die auf de Figuren nicht mit eing zeichnet sind.

Endet der Kalkstiel nicht im Kopf, sondern vor demselben in einiger Länge, so verlaufen die Flexoren am Ligament entlang bis zum knopfförmig angeschwollenen Anfangsteil des Stieles.

### Die Funktion der Pedizellarien.

Über die Funktionen der einzelnen Pedizellarien hat man bis heute gestritten, ohne eine Einigung zu erreichen, weil das Vorhandensein von Sinnesorganen, Drüsen, überhaupt der feinere Bau fast unbekannt war und nur immer die Kalkstücke beschrieben wurden. (Eine Ausnahme hiervon machen nur SLADEN und FOETTINGER, die Drüsen bei *Sph. gr.* auffanden und beschrieben.)

Zunächst werden die Pedizellarien, mögen sie nun welche Form auch immer haben, als Tastorgane funktionieren, dafür sprechen die zahlreichen Nervenendigungen im Kopfteil, wie im Stiel derselben.

Die kleinsten Formen, wie die *Pedizellariae trifoliatae*, säubern unzweifelhaft die Schale von kleinsten Sandpartikelchen, Protozoen, überhaupt allen Fremdkörpern, mögen diese nun direkt auf der Oberfläche der Schale oder auf den Stacheln sich befinden. Ihnen wird also die Funktion zukommen, welche A. AGASSIZ für alle Formen von Pedizellarien in Anspruch genommen hat.

Die größeren Arten, wie die tridactylen Pedizellarien, dienen nur in seltenen Fällen hierzu, in erster Reihe sind sie dazu da, lebende größere Körper, wie Würmer etc., abzuhalten, also wirken sie als Waffen, weiter aber — wie ich in Hinsicht auf die nur bei ihnen vorgefundene quergestreifte Muskulatur schließe — dienen sie zum Festhalten an Fremdkörpern bei der Bewegung, wie schon ROMANES und EWART festgestellt haben.

Die gemmiformen Pedizellarien haben die gleiche Funktion, es unterstützt sie beim Greifen das Sekret der Drüsen-säcke in den Greifzangen, wie Experimente lehren. Bei *Echinus microtuberculatus* stehen die drüsentragenden Pedizellarien meist auf der Rückenfläche und dienen, wie ich mich an vielen im Aquarium gehaltenen Tieren überzeugen konnte, dazu, Tangblätter etc. festzuhalten, mit denen sich der Seeigel in Ruhelage wie in Bewegung begriffen maskiert. Hierbei ist ihnen das schleimige Sekret ihrer Drüsenpedizellarien von größtem Nutzen.

## Die Globiferen.

### *Centrostephanus longispinus* Pet.

Über der ganzen Körperoberfläche dieses prächtigen Seeigels zerstreut sitzen, mit bloßem Auge als weiße, erhabene Punkte kenntlich, Gebilde, welche jeglicher Greifzangen entbehren. Von einem Stiel wird ein kugliger Körper getragen, welcher sammt dem Stiel in schwingende, pendelnde Bewegungen geraten kann.

Außer diesen weißen Gebilden, den Globiferen, fallen violett gezeichnete, ebenfalls auf Stielen sitzende Körper sofort in die Augen. Auch diese sind von kugliger Gestalt, auf ihrer Spitze sitzt aber eine dreigliedrige Greifzange, in welcher das Pigment angehäuft sich befindet. Diese bunt gefärbten Körper sind äußerst beweglich, besonders diejenigen, welche sich durch längere Stiele hervorheben.

Unter den Globiferen kann man zweierlei Formen leicht unterscheiden. Die eine zeichnet sich durch ihren gedrungenen Bau aus, besonders durch den äußerst kurzen Stiel (Fig. 1 Tafel 4) während die andere Art von schwächtigerer Gestalt ist und einen längeren Stiel besitzt (Fig. 3). Von oben gesehen, zeigt sich am Kopfteil jeder Globifere äußerlich eine Dreiteilung. Drei Kugeln sind eng aneinander gerückt und mit ihren Berührungsstellen verschmolzen. In jeder dieser drei Kugeln, welche übrigens, wie eine Betrachtung von der Seite zeigt, sich besser mit eiförmigen Gebilden, deren Längsaxe parallel läuft der des Stieles, vergleichen lassen, liegt eine Drüse von gleicher Gestalt, welche nach außen durch einen Porus mündet. Der Drüseninhalt erscheint von gelblicher Färbung.

Im Centrum des Stieles verläuft ein Kalkstab, welcher sich zwischen den drei Drüsen centralwärts gelagert fortsetzt und meist mit einem kuglig aufgetriebenen Ende (Fig. 3) abschließt. Über letzterem erhebt sich die Haut, eine kleine Kuppel bildend.

Der feinere Bau der Globiferen. Das allgemein Körperepithel überzieht den Stiel sowohl wie den Kopfteil in Gestalt von kubischen Zellen (Fig. 10). Zwischen den Lücken derselben, sie auseinanderdrängend, lagern Pigmentzellen oft in ungewöhnlich großer Anzahl. Diese Zellen sind von gelber Färbung und zeigen ein prächtiges Bild mit ihren oft weit und untereinander mannigfach verzweigten Ausläufern. Hier und da trifft man auch auf Pigmentzellen, welche ihre Fortsätze vollkommen eingezogen

haben (vergl. die Figuren 7, 8, Tafel 4, *fpz* = gelbe Pigmentzellen zu Fig. 2).

An der lebenden Globifere kann man über den Bau der Drüse selbst sich bereits orientieren. Preßt man ein frisch vom Tiere entferntes Organ, so sieht man, daß das Innere jeder eiförmigen Drüse von langen, cylindrischen, pallisadenförmigen Zellen eingenommen wird, welche im Centrum nur einen geringen Raum freilassen. Diese Zellen haben eine Länge von etwa 0,13 mm oder darüber, während ihr Breitendurchmesser 0,005 mm beträgt. (Der Längsdurchmesser einer Drüse beträgt 0,45 mm im Mittel, der Durchmesser durch den Kopf einer Globifere der ersteren Art 0,45 mm.)

Übt man einen starken Druck auf das Deckglas aus, so kann man die Zellen plötzlich zu den Öffnungen der Drüsen heraustreten sehen. Färbt man diese so gewaltsam hervorgepreßten Zellen, so findet man niemals einen Kern in denselben, auch nicht an ihrer Basis. Die Zelle ist oberhalb des Kernes abgerissen worden, während letzterer, von Plasma umhüllt, im Innern der Drüse der Wandung aufliegend zurückgeblieben ist. Der Zellinhalt besteht aus glänzenden Körnchen.

Zur genauen Erforschung der Drüse genügt ihre Betrachtung im frischen Zustande nicht. Schnitte durch mit Alkohol oder Flemming'schem Gemisch hergestellte Präparate und nachherige Färbung zeigen folgendes. Ein Querschnitt durch den Drüsenteil einer Globifere ist in Fig. 12 abgebildet. Zwei der Drüsen sind auf dem Schnitt getroffen. Die Cylinderzellen der Drüsen nehmen bei Hämatoxylinfärbung einen tiefblauen Ton an, bei Karmintinktion färben sie sich hellrot, während der um den basal gelagerten Kern sich findende Zellteil durch eine dunklere Nuance hervortritt. Methylgrün färbt die Zellen sehr stark, während die Bindesubstanz und Epithel diesen Farbstoff nicht aufnehmen.

In Fig. 13 ist ein Teil der Drüsenwandung stärker vergrößert wiedergegeben.

Der körnige Inhalt der einzelnen Zellen nimmt den bei weitem größten Teil der Zelle ein. Nur an der Basis, den Zellkern umhüllend, findet sich eine Masse durch dunklere Färbung hervortretend. Das ist das Plasma der Zelle. Von hier aus scheint sich ein feines Netzwerk durch den übrigen Teil der Zelle zu verbreiten, wie Hämatoxylinfärbung zeigt. In den Maschen dieses Netzwerkes sind die hellen, glänzenden Körner oder Tröpfchen angesammelt.

Isolierte Zellen (Ranvier's Drittelalkohol) zeigen dasselbe Bild.

Basalwärts haftet ihnen der Zellkern, von nur wenig Plasma umgeben, an (Fig. 14). Eine Membran läßt sich an diesen Zellen nicht finden. Der Zellinhalt ist an der freien Basis ebenso scharf nach außen abgegrenzt als an der Mantelfläche der Zelle. Frische isolierte Zellen zeigen dieses Verhalten. Bei den auf Schnitten untersuchten Zellen, mochten sie nun von direkt mit Alkohol erhärteten Präparaten oder von vorher mit Pikrinsäure oder dem Flemming'schen Gemisch getöteten herkommen, zeigte die freie Basis der Zellen Quellungserscheinungen.

Außer dem geschilderten Bild der Drüse mit Cylinderzellen trifft man auf Drüsen, welche ein anderes Bild zeigen, indem bei ihnen die Drüse erfüllt ist von einer schleimartigen Masse, welche in Alkohol oder Wasser sofort gerinnt.

Dann besteht der Drüseninhalt aus dieser schleimartigen Masse und zweitens aus einem Wandbeleg von Zellen, welche von wenig Plasma umhüllt werden. Die Zellen zeigen keinerlei Grenzen untereinander (Fig. 15). Ihre Kerne sind von ziemlicher Größe und zeigen in ihrem hellen Inhalt meist einige deutlich umschriebene Kernkörperchen. Kleinere Zellkerne finden sich zwischen ihnen zerstreut vor. Ein Zusammenhang mit diesem Wandbeleg von Zellen und der central gelagerten Schleimmasse ist entweder nicht mehr zu erkennen oder aber beschränkt sich nur auf wenige Zellen, wo feine Stränge zwischen Zellen und Schleim noch erhalten sind.

Vergleicht man das soeben geschilderte Verhalten mit dem oben Geschilderten, so ergibt sich ohne Zwang folgendes. In dem einen Zustand haben wir die Drüse vor uns, deren Zellen als schleimbildende noch erhalten sind, aber dann während der Absonderung zum größten Teile bis auf den protoplasmatischen Rest mit Kern zu Grunde gehen. So ist der zweite Zustand der Drüse entstanden. Das Sekret, welches in den Drüsen entsteht, ist eine das Lumen derselben ganz ausfüllende körnige Masse, aus kleinen Tröpfchen bestehend, die stark lichtbrechend sind, und färbt sich mit Anilingrün oder Essigkarmin ziemlich stark.

Von den als Wandbeleg zurückbleibenden Zellresten, die sich jedenfalls durch Teilung vermehren, geht wahrscheinlich von neuem die Absonderung vor sich, nachdem die Zellen ausgewachsen sind. Darüber stehen mir keine Beobachtungen zu Gebote.

Unterhalb der Drüsenzellen findet sich eine äußerst dünne Membrana propria und nach außen von derselben eine Muskelschicht. Die Muskelfasern verlaufen zu einander streng parallel,

eine neben der anderen gelagert in einer Schicht, und zwar concentrisch zur Öffnung jeder Drüse. Isolierte Fasern zeigen folgenden Bau. Eine feine Längsstreifung tritt nach Osmiumbehandlung an den runden, glatten Fasern auf, während eine Querstreifung niemals vorhanden ist. Jede Drüse, umhüllt von der Muskelschicht, liegt in der Bindesubstanz der Globifere eingelagert. Diese bildet die Hauptmasse des Stieles, und ist es in dessen Centrum zur Bildung eines Kalkstabes gekommen. Die Bindesubstanzschicht besteht aus Zellen und Fasern, welche letztere im Stiel einen parallelen Verlauf zur Längsaxe desselben nehmen. Sie sind in großer Menge und verschiedener Stärke in der nur gering entwickelten Grundsubstanz vorhanden. Wanderzellen findet man oft dicht gedrängt zwischen den Drüsen stehend vor.

#### **Sphaerechinus granularis.**

Leichter als bei irgend einer anderen Art sind die Globiferen bei dieser Form aufzufinden. Es sind auf einem etwa 1 mm langen Stiele aufsitzende, mit einem kugligen Kopfe versehene Gebilde, welche zwischen den gemmiformen Pedzellarien und Stacheln sitzen. Ihre Bewegung beschränkt sich auf ein Neigen nach der einen oder anderen Seite.

Fig. 5 zeigt eine Globifere mit ihrem aus drei Kugeln bestehenden Kopfe. Aus der einen Öffnung dringt die Inhaltsmasse, das schleimige Sekret, hervor. Die Farbe unserer Organe ist tief violett, wie die des ganzen Seeigels. Von Pigmentzellen, welche im Epithel gelagert liegen, rührt diese Farbe her. Die drei Öffnungen treten als helle Punkte auf der Oberfläche hervor.

Im Stiel findet sich der Kalkstab, welcher mit seinem Ende zwischen die Drüsen hineinragt. Weiter sind halbmondförmige Kalkgebilde zu erwähnen, die in großer Menge in der Bindesubstanz zwischen den drei Drüsen liegen (siehe Fig. 11 auf Tafel 4).

Die Drüsen bilden drei Säcke, welche untereinander ohne jede Kommunikation sind und durch je eine Öffnung ihr Sekret nach außen entleeren.

Besonders stark ist die Muskulatur entwickelt, welche einen ringförmigen Verlauf besitzt und durch Kontraktion imstande ist, diesen Schleim durch die Öffnung nach außen zu entleeren. Die glatten Muskelfasern besitzen bei mäßiger Kontraktion einen Durchmesser von etwa 0,003 mm.

Zerquetscht man den Kopf einer frischen lebenden, soeben von der Körperwand abgeschnittenen Globifere, so kann man die Lagerung der drei Drüsen zu einander am besten erkennen (Fig. 6).

Die Epithelschicht, welche die Globiferen, Kopf wie Stiel, überzieht, stimmt überein mit dem allgemeinen Körperepithel.

Auf das Körperepithel folgt die Bindesubstanzschicht mit ihren verschiedenen Elementen und sichelförmigen Kalkgebilden, und auf diese die Muskelschicht, welche jede Drüse umhüllt. Nach innen von letzterer gelagert folgt eine Membrana propria und hierauf die Drüsenzellen.

Ein Schnitt durch eine der drei Drüsen lehrt uns, daß dieselben meist prall angefüllt sind von einer durchsichtigen Flüssigkeit, in welcher helle kuglige Tröpfchen schwimmen, die durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen auffallen. Die ganze Sekretmasse färbt sich in neutralem Essigkarmin, während sie in Boraxkarmin fast farblos bleibt. Methylgrün wie Anilingrün bringen eine tiefgrüne Färbung hervor. Mit Osmium behandelt, bräunt sich der Drüseninhalt (vergl. Fig. 16 Taf. 4).

Außer der das Lumen jedes Drüsenballens ausfüllenden Sekretmasse sind der Membran aufsitzend Zellen mit ovalen Kernen vorhanden, die gegeneinander keine Abgrenzung zeigen. Das Plasma der Zellen hebt sich bei geeigneter Färbung scharf ab von der Inhaltsmasse. Es erscheint fein granuliert.

Immer fand ich nur eine Lage von Zellen an, wie es Fig. 18 bei mäßiger Vergrößerung zeigt. Fig. 17 giebt die Zellen stärker vergrößert wieder. Daß von diesen Zellen die Sekretbildung erfolgen muß, ist wohl selbstverständlich, es fragt sich nur, auf welche Weise. Die Bilder, welche ich auf Schnitten durch Drüsen erhalten habe, zeigen immer dasselbe. Nur die Menge des Sekretes war eine wechselnde. Drüsen, welche vollkommen entleert gewesen wären, habe ich überhaupt niemals angetroffen.

Es liegt nahe, eine gleiche Entstehungsweise für das Sekret anzunehmen, wie ich bei *Centrostephanus* geschildert habe. Dann ist mir immer nur das eine Stadium zur Beobachtung gekommen in welchem der größte Teil der Cylinderzellen sich bei der Abscheidung beteiligt und nach derselben nur noch ein basaler Rest der Drüsenzelle übrig geblieben ist, welcher den Zellkern einschließt



## Die Globiferen<sup>1)</sup> und die Pedizellarien.

Daß es sich bei den Globiferen um eigentümliche Organe handelt und nicht etwa um zufällig entstandene Mißbildungen, ist kurz nach meiner vorläufigen Mitteilung durch meine Angaben bestätigende Beobachtungen erwiesen worden. Daß sie trotz ihrer Größe, die mehrere Millimeter beträgt, bis jetzt übersehen worden sind, mag wohl daran gelegen haben, daß sie bei oberflächlicher Betrachtung für Pedizellarien gehalten worden sind.

In der That werden wir auch die Globiferen aus Pedizellarien hervorgegangen zu denken haben in ähnlicher Weise, wie wir die Sphäridien als modifizierte Stacheln ansehen.

Es finden sich nämlich bei *Centrostephanus longispinus* neben den echten Globiferen solche vor, bei denen oberhalb der Drüsensäcke eine winzige dreiklappige Greifzange sitzt. Es können diese Gebilde als Pedizellarien bezeichnet werden, welche an ihrem Stiel drei kuglige Drüsensäcke tragen, die in gleicher Höhe rings um denselben angeordnet sind. Auf Tafel 4 sind in Figur 2 und 4 solche Pedizellarien abgebildet. Die eine besitzt schwächere Drüsen an ihrem langen Stiel, die andere einen kurzen, gedrungenen Stiel mit dicken Drüsensäcken.

Denken wir uns nun die kleine Greifzange nicht zur Entwicklung gekommen, so haben wir die Globiferen vor uns, wie ich sie bei *Centrostephanus longispinus* und *Sphaerechinus granularis* gefunden habe.

Was die kleinen dreizangigen Pedizellarien anlangt, so sind sie mit Sinnesorganen sehr reich ausgestattet. Auf der Innenseite jeder Greifzange liegt an der Spitze ein Tastkissen und ebenso an der Basis ein solches von ähnlichem Bau, wie ich sie bei den gemmiformen Pedizellarien beschrieben habe. Die Nervenzüge lassen sich leicht bis zu ihrem Eintritt in das verdickte Epithel der Tastorgane verfolgen.

---

1) Ich finde keinen Grund, den Namen Globiferen, welchen ich diesen Organen zugelegt habe (Vorl. Mittlgn. z. Morph. d. Echiniden in: Sitzsber. d. Jen. Ges. f. Med. u. Nat. Jahrgang 1886) mit einem anderen zu vertauschen, da für die Pedizellarien mit Drüsensäcken in den Greifzangen jetzt allgemein die Bezeichnung: *Pedicellariae gemmiformes* in Anwendung ist.

## Die Stacheln.

### *Dorocidaris papillata.*

Mit Ausnahme der großen dicken Stacheln, welche sich auf der Schale von *Dorocidaris* vorfinden, besitzen alle Stacheln eine Einrichtung, welche ich sonst bei keinem anderen Seeigel gefunden habe. Am lebenden Tiere bietet der basale Teil der Stacheln ein flaumartiges Aussehen, welches von einer Unmasse von großen Drüsenzellen herrührt. Löst man einen Stachel von der Haut los, so sieht man, wie sein basaler Teil nach der einen Seite besonders angeschwollen ist, und wie diese Anschwellung nach der Spitze zu nach und nach verstreicht. Der lebende Stachel zeigt hier kreisrunde, helle, farblose, zarte Gebilde, welche die von der Fläche betrachteten Drüsenzellen sind. Sie stehen dicht gedrängt, und sieht es aus, als ob das Epithel sich lediglich aus deren Elementen zusammensetze.

Die Oberfläche des Stachels ist mit Wimpern bedeckt bis zu seinem Ende. Hier fand ich feine Haare, Tasthaare, wie ich nicht anstehe diese Gebilde zu nennen, welche keiner Bewegung fähig sind, sondern sich unbeweglich starr verhielten.

Fertigt man einen Längsschnitt durch einen vorher entkalkten Stachel an, so erkennt man, daß die Anschwellung bedingt wird von einer Verdickung der Binde substanz, die hügelartig hervorgewölbt ist, und daß sie zweitens von einer Verdickung des Epithels herrührt.

Das Epithel setzt sich zusammen aus Drüsenzellen und gewöhnlichen Epithelzellen, deren basale Fortsätze ein verschiedenes Verhalten zeigen.

Die Gestalt der Drüsenzellen ist schon an losgelösten Epithelstücken von einem lebenden Stachel zu erkennen. Die Zellen sind schlauchförmig, von einer Membran umgeben. Ihr Zelleib ist erfüllt von einer körnigen, stark lichtbrechenden Masse (Figur 5 auf Tafel 6). Eine große Menge von Flimmerhaaren erhebt sich auf dem freien Ende derselben. Diese Flimmerhaare stehen auf einer Cuticula, die am lebenden Stachel leicht zu erkennen ist.

Der Inhalt der Zellen nimmt Farbstoffe ungemein stark auf. Mit saurer Hämatoxylinlösung färben sie sich tiefblau, das Gleiche gilt von Karminlösungen. An entleerten körnchenfreien Zellen läßt sich ein feinmaschiges Netzwerk unterscheiden und tritt auch da im basalen Teile des Zelleibes liegende Kern zu Tage (vergl.

Fig. 8 *dr.*, Tafel 6). Auf den Schnitten durch Stacheln fand ich die Drüsenzellen meist weit über die Epitheloberfläche hervorragend, während im Leben das nicht so stark hervortrat. Teilweis entleerte Zellen zeigten ihren basalen Teil zusammengeschrumpft, so daß dieser dann gleichsam als Stiel des gefüllten Zelleibes sich präsentierte.

Zwischen den Drüsenzellen, deren Durchmesser etwa 0,0 . . mm beträgt, liegen die gewöhnlichen Epithelzellen, welche von einer den Drüsenzellen entsprechenden Länge sind. Es sind feine fadenförmige Gebilde mit einem ovalen Kerne. Der periphere Fortsatz setzt sich fort in eine Geißel, während der basale sich meist als Stützfaser zu verhalten schien, in anderen Fällen jedoch von feinster Gestalt war, sich mehrfach verästelte und mit Nervenfasern, welche zum Epithel herantreten, in Verbindung zu treten schien. Figur 7 auf Tafel 6 zeigt Epithelzellen in Flemming's Gemisch konserviert und in Drittelalkohol maceriert. Die basalen Fortsätze lassen sich bei Färbung mit Pikrokarmin oder neutraler Karminlösung weit verfolgen, so daß ihre direkte Fortsetzung in Nervenfasern nicht zu bezweifeln ist.

In jedem Stachel lassen sich Nervenzüge nachweisen. Diese entspringen, wie ich an jungen in toto geschnittenen Seeigeln von 5 mm und darüber gefunden habe, von dem zunächst gelegenen Ambulacrarnervenstamm. Es lassen sich mehrere Nervenzüge in einen Stacheln eintretend verfolgen. Sie bestehen aus wenigen Nervenfasern (vergl. Figur 8, Tafel 6), welche unterhalb der Epithelzellen, ihrer Basalmembran meist dicht angeschmiegt, also in der Bindesubstanzschicht, verlaufen und feinste Verzweigungen zum Epithel abgeben.

Über die allgemeine Gestalt und das Vorkommen der Drüsenzellen auf den Stacheln ist folgendes zu bemerken. Bei den längeren, spitz zulaufenden Stacheln ist nur der basale Teil mit Drüsenzellen bedeckt, und etwa in halber Höhe des Stachels trifft man nur wenige zertreut an. Diejenigen Stacheln, welche einen gedrungenen Bau haben, sind oft in ihrer ganzen Ausdehnung von Drüsen besetzt, und nur die Spitze erscheint frei von ihnen (siehe Figur 4 auf Tafel 6). Auf den längeren schwächtigen Stacheln ist das Wimperepithel in langen parallelen Reihen angeordnet, wie es auch sonst bei den gewöhnlichen Formen der Stacheln die Regel ist.

**Sphaerechinus granularis.**

Jeder Stachel ist bekanntlich mittels der Gelenkpfanne auf der Stachelwarze der Schale eingelenkt. Hier am Gelenk unterscheidet man verschiedene Schichten<sup>1)</sup>, die bereits bei Lupenvergrößerung hervortreten: das Epithel, unter welchem Pigmentzellen vorkommen, darunter ein Kranz aus Fasern zusammengesetzter Muskeln (Musculi motores aculei), welche vom Umfang der Stachelwarze zum äußeren Rande der Gelenkpfanne gehen; endlich die Gelenkkapsel, zwischen den umfänglichen Teilen von Warze und Pfanne so gelegen, daß die Mitte beider frei bleibt. Diese Anlenkungsweise gestattet den Stacheln, sich, um den halbkugligen Gelenkkopf gleitend, senkrecht aufzurichten und wagerecht niederzulegen.

Das Oberflächenepithel trägt nur teilweise Wimpern, teilweise besteht es aus mehr abgeplatteten, wimperlosen Zellen. Die wimpernden kubischen Zellen stehen in Längsreihen gesondert auf den Stacheln. Querschnitte durch Stacheln zeigen, daß diese einen meist fünfstrahligen Bau besitzen. Das Epithel besitzt einen wellenförmigen Verlauf, wobei die dickeren Partien von den Wimperzellen in mehreren Schichten liegen können, die schmalen von nicht wimpernden Zellen eingenommen werden. (Fig. 10 Taf. 11 Querschnitt durch einen Mundstachel von *Centrosteph. longisp. Pet.*) Basalwärts von den Wimperzellen verlaufen die longitudinalen Nervenfasern bis zum Ende der Stacheln, in geringer Anzahl zusammenliegend. Zwischen dem Oberflächenepithel und der Muskelschicht in dem Gelenkteile des Stachels verläuft ein Nervenzug<sup>2)</sup>, aus cirkulär angeordneten Nervenfasern bestehend. In Figur 2 auf Tafel 6 ist derselbe quer durchschnitten *qu N* (Längsschnitt durch einen Stachel). Von diesem cirkulären Nervenring, der bei allen untersuchten Arten an der Basis der Stacheln sowie Sphäridien sich findet, gehen Nervenfasern ab zu den longitudinalen Muskelfasern und der Binde substanzkapsel. In welcher Weise sich die Nervenfasern, mit Ganglienzellen in besonders reicher Menge vermischt, verzweigen, zeigt Fig. 1 auf Taf. 6, welche das Bild eines vertikalen Längsschnittes durch einen Stachel wieder-

---

1) Vergl. die Darstellung in: BRONN's Klassen und Ordnungen der formlosen Tiere. Pag. 324.

2) Vorläufige Mitteilungen zur Morphologie der Echiniden, in: Sitz.-Ber. d. Jena. Gesell. f. Med. u. Nat. Jahrg. 1886. Nr. 7.

giebt. Die Ganglienzellen sind größtenteils multipolar und zeichnen sich durch ihre Größe vor allen anderen benachbarten Zellenarten aus. Ihre Ausläufer sind ungemein zart und hinfälliger Natur.

Der basale Nervenring des Stachels ist mit seinen zum größten Teil cirkulären Fasern in Figur 3 Taf. 6 dargestellt. Der Querschnitt geht durch den Teil des Stachels, in welchem der Nervenring verläuft. Zwischen Epithelbelag und der eingefalteten Muskelschicht verlaufen die Fasern, durch dunkleren Ton hervorgehoben, konzentrisch. Über dem basalen Nervenring ist das Oberflächenepithel stark verdickt, und sind die Zellen lange, haarförmige Cylinderzellen, die auf ihren freien Enden lange Wimperhaare tragen.

Unterhalb des Epithels folgt die Muskelschicht, aus longitudinal verlaufenden glatten Faserzellen bestehend, welche ihren Ursprung am oberen Kalkstück des Stachels nehmen und mit ihren entgegengesetzten Enden in den Kalkgebilden der Körperwand rings um die Basis desselben inserieren. Die ungemein kräftige Wirkung der Muskulatur wird durch ihre Lagerung erklärt. Die ursprünglich einschichtige Muskellage hat sich in Falten gelegt, wie Figur 3 Tafel 6 zeigt. In welcher Weise sich die Muskelfasern an ihren Enden verhalten, läßt sich an Längsschnitten durch entkalkte Präparate bereits erkennen. Die glatten Muskelfasern zerfasern an ihren Enden, und diese einzelnen Endfasern gehen oft direkt über in Ausläufer der sternförmigen Zellen der reticulären Bindesubstanz.

Die Bindesubstanzschicht, die aus parallel zu einander ebenfalls longitudinal verlaufenden Fasern gebildet wird und eine Hülle um das Gelenk bildet, setzt sich am oberen Kalkstück an dessen unterer Fläche unterhalb der Muskelschicht an.

Diese Bindesubstanzfasern sind äußerst dünn und durch ihre geringere Tingierbarkeit leicht von den Muskelfaserzellen zu unterscheiden (vergl. Fig. 10 Taf. 6). Der Kern liegt etwa in der Mitte jeder Faser. An ihren beiden Enden zerfasern diese Fibrillen und gehen ebenfalls unmittelbar über in die Ausläufer der steinförmigen Bindesubstanzzellen (Fig. 10 Taf. 6 *bgf*).

### **Die rotierenden Dorsalstacheln von *Centrostephanus longispinus*.**

Eines der zierlichsten Bilder gewährt dieser Seeigel, wenn man ihn im Glasgefäß lebend beobachtet. Mag er nun in Ruhe

sein oder sich langsam oder schnell vom Orte bewegen, immer sind auf der Rückenfläche im Umkreis des Afters eine Anzahl prächtig lila gefärbter Stacheln zu sehen, die sich fortwährend bewegen und dabei mit ihren Spitzen einen Kreis beschreiben. Stört man einen dieser Stacheln in seiner Bewegung, so hält er plötzlich an, um in entgegengesetzter oder derselben Richtung von neuem zu rotieren.

Die Rückenfläche, in deren Centrum der After schornsteinartig hervorsticht, ist dunkelbraun bis schwärzlich gefärbt. Besonders dunkel erscheint die nächste Umgebung des Afters in Gestalt eines Kreises. Dieser Kreis wird begrenzt von bis einen Centimeter langen weißen Stacheln, welche ungemein dünn sind. Kleinere weiße Stacheln von halber Höhe umgeben den schornsteinartigen After. Hinter den langen weißen Stacheln stehen die gedrungenen rotierenden Stacheln, und zwar auf den Interambulacralplatten. Im ganzen sind ungefähr fünfzehn, also in jedem Interambulacrum drei, oder weniger vorhanden, in dem dann bald drei oder zwei vorkommen. Zwischen ihnen stehen die langen trifoliaten Pedzellarien und tridactyle nur in geringerer Anzahl.

Unsere Drehstacheln haben eine Länge von 1—3 Millimeter, je nach der Größe der Tiere. Die Spitze und die obere Hälfte derselben ist prächtig lila, der untere Teil weiß gefärbt, während die Basis dunkelbraune Pigmentzellen besitzt. Untersucht man einen rasch von der Haut losgetrennten lebenden Stachel, so fällt die sehr geringe Wimperung auf. Auf der Oberfläche ragen urglasförmige Erhebungen hervor, welche mit unbeweglichen, starren Härchen besetzt sind (Fig. 5 auf Taf. 13 nach dem Leben). Es handelt sich hierbei um Sinneshügel, es sind die Sinneszellen gruppenweise zusammengetreten. Ein Cuticularsaum ist über die ganze Fläche der Stacheln hin zu beobachten. Leider habe ich auf Querschnitten diese zarten Sinneshügel nicht näher untersuchen können.

Die ungemein rasche und ausdauernde Bewegung dieser Stacheln läßt auf einen besonderen Bau schließen.

Die Stacheln sind auf der Oberfläche in gleicher Weise wie die gewöhnlichen Formen auf einer halbkugligen Warze drehbar angebracht. Ein Längsschnitt durch die Axe eines Stachels enthüllt den Bau derselben am leichtesten. Fig. 6 auf Taf. 13 zeigt einen solchen Vertikalschnitt. Das Epithel des Periproctes ist besonders reich an Nervenfasern. Nervenzüge trifft man an allen Stellen an. Sie verlaufen sämtlich im Epithel, und zwar zwischen

den basalen Fortsätzen der Epithelzellen. Eine Basalmembran trennt die Epidermis mit den Nervenfasern von der Cutis. An der Basis der Stacheln kommt es zur Bildung eines Nervenringes. Von demselben gehen Fasern zu der darunter liegenden Muskulatur ab, sowie andere Faserbündel bis zur Spitze des Stachels verlaufen. Es enthält somit der Nervenring sensorische wie motorische Fasern. Das Gleiche gilt ja für die Nerven der übrigen Stacheln, wie die der Pedizellarien.

Das Hauptinteresse nimmt die Muskulatur in Anspruch. Nach innen vom Epithel liegt ein an ihrer Basis 0,04 mm, an ihrem Ende (dem Stachelende zugekehrt) 0,03 mm starker Muskelcylinder, welcher die Stacheln wie ein Mantel in halber Höhe umgiebt. Dieser Muskelcylinder, der eine Länge von 0,06 mm besitzt, besteht aus quergestreiften Muskelfasern, welche feinen Fäden gleichen. Ihr Durchmesser beträgt nur 0,0014 mm. Es sind diese Fasern mithin weit dünner als die in den tridactylen Pedizellarien beschriebenen quergestreiften Muskelzellen. Im übrigen ist ihr Bau derselbe. Ein ovaler Kern, der ein Kerngerüst sehr schön zeigt, liegt, von wenig körniger Substanz umgeben, der Faser außen auf. Nach innen von dieser Schicht liegt eine bindegewebige, faserige Hülle, wie sie oben bei den gewöhnlichen Stacheln erwähnt worden ist. Die Querstreifung der Fasern ist oft sehr schwierig zu sehen und an Alkoholmaterial habe ich nur selten dieselbe noch erhalten gefunden. Das mag wohl zum Teil mit der Feinheit der Fasern zusammenhängen.

---

## Kapitel 2.

### Das Nervensystem.

#### Allgemeine Anordnung und Histologie.

Das Central-Nervensystem setzt sich zusammen aus den fünf Radialstämmen und dem Gehirnring, der als eine Kommissur dieser fünf Nerven anzusehen ist. Hierzu kommt das periphere Nervensystem, bestehend aus den Seitenästen der Radialnerven, welche zu den Füßchen ziehen, die Stacheln, sowie die Pedizellarien und Lovén'schen Sphäridien versorgen. Endlich habe ich ein gut ausgebildetes Darmnervensystem aufgefunden.

Unsere Kenntnis des Nervensystems der Echiniden beschränkt sich fast nur auf den Verlauf und den gröberen Bau desselben. Die peripheren Teile waren bisher wenig bekannt. Allein ROMANES und EWART<sup>1)</sup> verdanken wir die ersten Angaben über einen subepithelialen Nervenplexus von Echinus, welcher über den ganzen Körper verbreitet sei und an die Basen der Stacheln wie Pedizellarien herantreten soll. Inwieweit diese Beobachtungen mit den meinigen übereinstimmen, wird aus der weiteren Darstellung hervorgehen. Dadurch, daß ich überall die Nervenendigungen auffinden konnte, ist zugleich der Beweis vollständig erbracht, daß es sich um echte Nerven handelt, auch dann, wenn es nicht gelang, den direkten Zusammenhang der Hautnerven mit den aus den Radialnerven kommenden Ästen nachzuweisen.

Der Verlauf der fünf Radialnerven und des Gehirnringes wurde zuerst genauer von KROHN<sup>2)</sup> geschildert, dessen Angaben die späteren Forscher wenig Neues hinzuzufügen hatten. Die folgenden Beobachter, wie JOH. MÜLLER, VALENTIN u. s. w., haben auch nur KROHN's Angaben bestätigt, während spätere Untersucher den feineren Bau zu erforschen sich zur Aufgabe machten, wie HOFFMANN, TEUSCHER, FRÉDÉRICQ und KOEHLER.

Die Lage der radiären Nervenstämme schildere ich unter Hinweis auf Figur 1 auf Tafel 9. Die fünf Nervenstämme verlaufen in den fünf radiären Schizocölräumen (*Sch*<sup>1</sup> und *Sch*<sup>2</sup>), nach beiden Seiten alternierend Äste zu der Haut abgebend. Jeder der fünf Radialnervenstämme beginnt in den Ocellarplatten, um nach dem Austritt aus denselben (vergl. Fig. 1 Taf. 1 und Fig. 2 u. 5 Taf. 1) an Ausdehnung zuzunehmen, in den Ambulacren zu verlaufen, immer in den Schizocölkanälen gelagert, vor der Laterne angekommen, durch die fünf Auriculæ hindurchzutreten. Bis zu derjenigen Stelle, wo das (radiäre) Ambulacralwassergefäß den radiären Nervenstamm begleitete, verläuft dieser in dem Schizocölkanal. Jetzt tritt der Nervenstamm in die Laterne ein und kommt in die mit der Leibeshöhle kommunizierenden Höhlungen der Laterne zu lagern; dabei obliteriert der innere Schizocölraum und nur der äußere begleitet den Nerv, indem er dessen äußere

---

1) ROMANES und EWART, Observation on the Locomotor System of Echinodermata in: Proceed. Roy. Soc. London. Vol. 32. 1881. Vorläuf. Mitteilung, und in: Philosoph. Transact. London. Part 3. 1881. pag. 829.

2) KROHN, Über die Anordnung des Nervensystems der Echiniden. Archiv f. Anat. u. Phys. 1841.



Fläche, welche das Deckepithel trägt, umhüllt. Der Nervenstamm verläuft in der Mittellinie des Interpyramidalmuskels, zwischen diesem und der Mundhaut gelagert, und am Schlund angelangt, wendet er sich nach oben, teilt sich gabelförmig, und indem je zwei Gabeläste verschmelzen, kommt es zur Bildung des Nervenringes, welcher auf seiner mit dem Deckepithel versehenen Fläche von dem auf dem Querschnitt halbkreisförmigen Schizocöling umhüllt wird, während auf der anderen Seite eine Bindegewebshülle ihn bedeckt, welche vom allgemeinen Leibeshöhlenepithel überzogen wird. Der Nervenring wird durch je fünf paarige Bänder an den Schlund angeheftet, er ist nach innen von den fünf Zähnen, also zwischen diesen und dem Schlund gelagert und liegt somit im Enterocöl der Laterne (vergl. Fig. 11 Taf. 13 Querschnitt durch einen radiären Nervenstamm innerhalb der Laterne). Von dem Nervenring treten fünf paarige Nervenäste centralwärts aus, um den Darmtractus zu versorgen. Auf ihre Lagerung und ihren Bau komme ich weiter unten.

Ich bespreche zunächst den feineren Bau des Gehirnringes und der Radiärstämme und dann die fünf Ocellarplatten mit ihren Bildungen und schließe hieran die Nerven des Darmtractus und der Haut (in Stacheln, Pedizellarien und Füßchen).

Den feineren Bau der Nervenstämme hat HOFFMANN<sup>1)</sup> versucht zu schildern. Soweit mir möglich ist, seine Darstellung zu verstehen, hat er Nervenfasern und Ganglienzellen beobachtet. Wenn er jedoch angiebt, daß die Zellen in der Peripherie, die Röhren in der Achse der Nervenstränge überwiegen, so ist es, zumal Abbildungen die Angaben nicht erläutern, unmöglich, sich ein Bild von dem zu machen, was der Verfasser gemeint hat.

Weit besser und klarer hat TEUSCHER<sup>2)</sup> die Verhältnisse gesehen und gedeutet. Er hat Längsschnitte durch den frei präparierten Nervenstamm angefertigt und fand dann „zarte Längsfasern dicht neben einander verlaufen“ Der äußeren der Schale zugewendeten Fläche liegt eine Schicht von Zellen an von 0,0035 mm mit deutlichen Kernen. Querfasern, wie er sie bei Asteriden und Holothurien beschreibt, fehlen vollkommen. Ganglienzellen zwischen den Fasern hat TEUSCHER nicht erwähnt, in

---

1) HOFFMANN, Zur Anatomie der Echiniden und Spatangen. Niederl. Archiv, Bd. 1. 1871. pag. 54 u. ff.

2) TEUSCHER, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen, Echiniden, pag. 526, in Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Band 10. 1876.

der Figur (7 auf Tafel 20, Jen. Zeitschr. Band 10) finden sie sich jedoch abgebildet.

FRÉDÉRICQ<sup>1)</sup> schildert den Bau in ähnlicher Weise. Die Radialstämme wie der Gehirnring liegen im Innern eines besonderen Kanales (unseres Schizocölraumes) und sind aus Längsfasern und einer aufliegenden Schicht bipolarer, kleiner Zellen zusammengesetzt. In allen Teilen fand dieser Forscher dieselbe Zusammensetzung vor. Der neueste Untersucher der Echiniden, KOEHLER<sup>2)</sup>, hat sich der Darstellung seines Landsmannes angeschlossen, ohne selbst Neues hinzuzufügen.

Meine Untersuchungen erstrecken sich auf das Nervensystem vornehmlich von *Sphaerechinus granularis*, *Toxopneustes lividus* und *Dorocidaris papillata*.

In allen Teilen besteht Gehirnring wie Radiärstämme aus feinsten Fibrillen, die eng parallel miteinander verlaufen, im Gehirn ringförmig, in den Längsstämmen longitudinal. Die Fäserchen sind kaum meßbar und zeigen dasselbe Verhalten wie die Nervenfasern der Asteriden. Sie tingieren sich mit neutraler Essigkarminlösung sehr schwach, während die Zellkerne von Zellen zwischen ihnen sich stark färben. Das sind die Ganglienzellen, die regellos zerstreut vorkommen. Ihr Kern ist meist länglich oval, und dann ist die Zelle spindlich und an zwei entgegengesetzten Polen in Fäserchen, Nervenfibrillen, ausgezogen. Die Zellsubstanz ist oft kaum erkennbar und umhüllt den etwa 0,005—0,007 mm großen Kern. Selten trifft man auf multipolare Zellen, deren Kerne eine mehr runde Gestalt besitzen. Fig. 3 Tafel 1 zeigt auf einem Längsschnitt durch den Gehirnring eines *Sphaerechinus* die Ganglienzellen mit ihrem verhältnismäßig großen Kern und der kaum kenntlichen Zellsubstanz. Auf dem Querschnitt treten die Fibrillen in Gestalt feinsten Punkte auf, und es zeigt sich, daß dieselben keine weitere erkennbare Struktur, wenigstens mit unseren jetzigen Hilfsmitteln, besitzen.

Die nach der Schale zugewendete Fläche der Radiärstämme, sowie die der Mundöffnung zugewendete Oberfläche des Gehirnringes trägt die bereits von den verschiedenen Forschern beschrie-

---

1) FRÉDÉRICQ, Contributions à l'anatomie et à la histologie des Echinides, in Cpt. rend. T. 83. p. 860.

FRÉDÉRICQ, Contributions à l'étude des Echinides, in Arch. zool. expér. T. 5. p. 429.

2) KOEHLER, Recherches sur les Echinides des côtes de Provence, in Ann. du Mus. d'hist. nat. de Marseille. 1883.

bene Zellschicht. Entweder liegen diese Zellen in einer Reihe oder aber in mehreren Schichten dicht gedrängt. Die isolierten Zellen sind von unregelmäßiger Gestalt, aneinander abgeplattet und etwa 0,004 mm groß, hiervon kommt der größte Teil auf den Kern. Dieser ist im allgemeinen kleiner als der der Ganglienzellen.

Woher kommen nun diese Zellen? Sind sie nervöser Natur, etwa auch Ganglienzellen oder aber nur als Deckepithel aufzufassen? Das letzte Wort in dieser Frage wird natürlich die Entwicklungsgeschichte zu sprechen haben. Immerhin ist es aber möglich, unter Vergleichung der Verhältnisse der Asteriden und Holothurien eine Antwort zu finden.

Die Nervenstämme der Asteriden zeigten sich bestehend aus Nervenfasern, die zwischen Fortsätzen der Epithelzellen (sog. Querfortsätzen oder Querfasern von TEUSCHER u. a.) der Ambulacralrinne verliefen. Bei der jungen *Synapta* liegen die Nervenfasern ebenfalls im Epithel, Ektoderm, und gelangen erst später in die Cutis. Unter Erwägung aller Verhältnisse kam ich nun zu dem Resultat, daß bei *Synapta* und den Holothurien überhaupt nicht die Nervenfaserschicht allein, sondern auch das Ambulacral-epithel mit seinen Fortsätzen, zwischen denen die Nervenfasern senkrecht zu letzteren verlaufen, mit in die Cutis hinabgerückt sei und als Deckepithel fungiere. Dafür sprachen vor allem die erhalten gebliebenen Fortsätze dieser Epithelzellen, die ich als Stützzellen beschrieben habe. Bei den Echiniden sind die Verhältnisse, entgegen den Angaben der oben genannten Forscher, dieselben.

Untersucht man auf Längs- oder Querschnitten den Gehirnring von *Sphaerechinus* (nach Färbung mit neutralem Essigkarmin oder Pikrokarmen), so kann man ganz deutlich beobachten, wie die Nervenfaserschicht von Fasern senkrecht durchsetzt wird (Fig. 3 auf Tafel 1). Diese Fasern beginnen am Deckepithel und ziehen bis zu der jenseits der Nervenfaserschicht liegenden bindegewebigen Membran, an der sie sich anheften. An Zerzupfungs- oder Klopfpräparaten trifft man diese feinen Fortsätze in Zusammenhang mit den Zellen des Oberflächen-Epithels. Die Fortsätze selbst zeichnen sich durch ihre ungemeine Dünne aus.

An Querschnitten durch die Radiärstämme sind sie schwer aufzufinden, da sie in diesen überhaupt nur in ganz geringer Anzahl bei der genannten Art vorkommen. Bei *Dorocidaris papillata*, einer zur Beobachtung der feineren Strukturen des Gehirnringes wie der Radiärstämme besonders geeigneten Form, sind die Quer-

fortsätze, um die alte Benennung beizubehalten, an allen Stellen entwickelt.

Die spindelförmigen Ganglienzellen erreichen eine Länge von 0,009 mm. Ihr Kern zeigt ein deutliches Kernkörperchen neben dem gewöhnlichen Kernnetz. Zwischen den Nervenfasern und ihnen oftmals aufgelagert trifft man feinkörniges Pigment an, welches entweder lose zerstreut auftritt, oder aber in Pigmentzellen sich findet, wie FRÉDÉRICQ bereits geschildert hat.

### **Die Intergenital- (Ocellar-) Platten mit den Fühlern.**

Auf jeder der fünf Intergenitalplatten (Ocellarplättchen nach AGASSIZ) werden Pigmentflecke beschrieben. Diese Pigmentflecke wurden um so mehr als Augen angesehen, als sie an den Enden der Seesternarme homologen Stellen liegen.

Bei den Seesternen deckt die Endplatte an den Enden der Arme den Fühler und mit ihm die Augenflecke von oben her, bei den Echiniden hingegen durchbohrt der Nervenstamm diese Endplatte.

Maceriert man die analen Platten und fertigt Vertikalschnitte besonders durch die Intergenitalplatten an, so daß die Schnittebenen parallel mit den Radialnervstämmen verlaufen, so erhält man Bilder, wie sie in Fig. 2 auf Tafel 1 von einem jungen Echinus acutus, Fig. 5 auf gleicher Tafel von einem ausgewachsenen Sphaerechinus granularis dargestellt sind. Mit *RN* ist der Radialnerv bezeichnet, welcher der Länge nach durchschnitten ist. Nach außen von demselben liegt der äußere Teil *Sch*<sup>1</sup> des Nervenschizocölraumes, nach innen der innere, mit *Sch*<sup>2</sup> bezeichnete. Weiter ist mit *RW* das radiäre Wassergefäß gekennzeichnet. Der Nervenstamm *RN* tritt, begleitet von dem central gelegenen Wassergefäß, in die Intergenitalplatte ein, das heißt, er durchbohrt deren zum größten Teil aus der verkalkten Bindesubstanz (Cutis) bestehende Wand, indem er nach dem Eintritt in dieselbe sein Deckepithel verliert. An der Epidermis angekommen, welche von besonderer Beschaffenheit ist, breitet er sich unterhalb derselben aus, seine feinen Nervenfasern treten in Verbindung mit den Zellen derselben. Auf den Intergenitalplatten zeigt das Epithel sich kuppelartig hervorgewölbt nach außen. Seine Zellen sind von haarförmiger Gestalt und gleichen feinen Fasern, die in einer Anschwellung den ovalen Kern tragen. Der Zelleib setzt sich nach oben in einen

peripheren Fortsatz, nach unten in einen basalen fort. Letzterer ist in der Nervenfaserschicht noch weit zu verfolgen. Ganglienzellen von ansehnlicher Größe liegen zwischen den Nervenfasern unregelmäßig zerstreut.

Der Nervenstamm wird, wie ich schon sagte, vom Wassergefäß begleitet. Dieses tritt ebenfalls in die Interg genitalplatte ein, um sich kuppelförmig zu erweitern und blind zu enden, wie es Fig. 2 Tafel 1 zeigt.

An den Schnittpräparaten ist von Pigment nichts wahrzunehmen. Dasselbe ist durch Alkohol extrahiert worden und liegt zwischen den Epithelzellen entweder in Gruppen in Form kleiner Körnchen oder aber in Chromatophoren angehäuft. In keinem Falle sind Bildungen vorhanden, wie ich sie im Fühler der Asteriden als Sehflecke beschrieben habe. Will man aber von rudimentären Sehflecken sprechen, so steht dem nichts im Wege.

Das ganze soeben beschriebene Gebilde bezeichne ich als Fühler, und ist derselbe homolog dem Fühler der Asteriden. Zunächst könnte man einwenden, daß der Fühler der letzteren sich hervorstrecken könne, also einer Bewegung fähig sei. Diese Bewegung ist jedoch passiv, sie wird nicht durch im Fühler liegende Muskelfasern bewirkt, sondern durch den Druck der Flüssigkeit in den Wassergefäßen wird der Fühler nach außen hervorgestülpt. Dadurch, daß bei den Echiniden die Fühler zum Teil in die Interg genitalplatten zu liegen gekommen sind, ist auch diese Art der Bewegung so gut wie unmöglich gemacht worden.

Bei Asteriden wie Echiniden enden die Schizocölräume (bei ersteren die sog. radiären Perihämälräume) vor dem Fühler, während das Wassergefäß hier wie dort blind endet. Die kuppelförmige Erhebung des Sinnesepithels auf den Interg genitalplatten der Echiniden ist homolog dem Fühlerende mit dem Augenpolster der Seeesterne, aber nicht, wie AGASSIZ <sup>1)</sup> meint, dem Fühler selbst.

Indem ich diese Gebilde als „Fühler der Echiniden“ bezeichne, will ich andeuten, daß dieselben homolog sind den Fühlern der Asteriden, daß sie denselben, nur in Nebendingen modifizierten Bau wie jene besitzen. Für die Frage nach der Entstehung und Phy-

---

1) AGASSIZ beschreibt die fünf Ocellarplatten, indem er sagt: „These plates are perforate, allowing the passage of an odd tentacle.“ Weiter erklärt er dann denselben für homolog mit dem Fühler der Asteriden, ohne jedoch eine Darstellung des feineren Baues zu geben. (Echini, Illustr. Catalogue of the Museum of comparative Zoology, J. 1872/74. pag. 682.)

logenie der Asteriden wie Echiniden sind diese Thatsachen, wie ich unten zeigen werde, von besonderem Interesse und Werte.

Außer bei *Echinus acutus* und *Sphaerechinus granularis* untersuchte ich die Intergentalplatten bei *Echinus melo*, *Toxopneustes lividus* und *Centrostephanus longispinus*, immer dasselbe Verhalten antreffend. Bei keiner dieser Arten fanden sich ein hervorstülpbarer Tentakel oder Schflecken vor.

---

Verfolgen wir nun den Radiär-Nervenstamm, nachdem er aus der Intergentalplatte <sup>1)</sup> oder Fühlerplatte herausgetreten ist, weiter. Er verläuft in dem ambulacralen Schizocöl-Längskanal, denselben, wie an anderer Stelle geschildert wurde, in zwei Teile trennend (vergl. Fig. 1 Tafel 9 Querschnittsbild durch Wandung und Nervenstamm). Sobald sich nun Äste vom Wassergefäß, das dem Nervenstamm aufliegt, abzweigen, zweigt sich auch ein Ast von letzterem ab. Daß aber der Nervenstamm erst durch diese Äste in seiner Lage im Schizocöl-Längskanal *Sch*<sup>1</sup> und *Sch*<sup>2</sup> erhalten werde, wie FRÉDÉRICQ <sup>2)</sup> behauptet, ist nicht richtig, indem der Nervenstamm auch da, wo keine Äste abgehen, in dem Kanal fixiert ist, wie ein Blick auf Fig. 1 Tafel 9 lehrt.

Die Äste, welche aus dem Nervenstamm ausgehen, treten alternierend aus, wie die Wassergefäßäste, denen sie aufgelagert sind. Ein Querschnitt durch einen Kanal zeigt den Nervenast quer durchschnitten (vergl. Fig. 2 Tafel 9 *N*). Er liegt im Bindegewebe eingebettet und zeigt Ganglienzellen in ziemlicher Anzahl. Die austretenden Äste bestehen aus feinen Nervenfasern, denen Ganglienzellen regellos beigemischt sind und eine geringe Strecke lang Deckepithelzellen aufliegen. Die Äste treten teilweise in die Füßchen ein, verzweigen sich jedoch vorher, indem die Zweige unterhalb der Epidermis verlaufen und zu Sphäridien, Pedzellarien und Stacheln ziehen.

Dieses Verhalten ist unter Hinweis auf die Figuren Fig. 1 Tafel 9 und Fig. 2 Tafel 6 noch näher zu untersuchen. Die erstere Figur diene dazu, den Austritt eines Nerven *N* vom Radialnerven-

---

1) Den Namen Ocellarplatte, welchen AGASSIZ eingeführt hat, muß man fallen lassen, weil keine Ocuellen vorhanden sind. Will man nicht von Intergentalplatten sprechen, so schlage ich den Ausdruck Fühlerplatten an Stelle desselben vor.

2) FRÉDÉRICQ, Contributions à l'anatomie et à la histologie des Echinides, Cpt. rend. T. 83. pag. 860.

stamm *RN* zu zeigen. Wie eben beschrieben, verläuft dieser Nerv in der Wandung des zur Ampulle führenden Kanales *a*. Bevor nun der Nerv in das Füßchen eintritt, also an der Basis desselben, giebt er verschiedene Äste ab (Fig. 1 zeigt nur einen solchen), welche sich verzweigen, und zwar in mannigfacher Weise, und teils epithelial, teils subepithelial verlaufen. So kommt ein basalwärts vom Hautepithel gelegenes Nervengeflecht zustande, von dem aus Nervenzüge zu den Anhangsorganen der Haut, also zu Pedizellarien, Stacheln, Sphäridien usw. ziehen. Fig. 2 auf Tafel 6 zeigt bei stärkerer Vergrößerung den zur Haut und den Füßchen ziehenden Nervenzug *HN*. Ganglienzellen von spindlicher Form lassen sich zwischen den feinen Nervenfasern liegend erkennen, während andere Zellen peripher gelagert sind. An der Füßchenbasis nun biegt der Nerv nach links, indem der einzige Fußnervenzug zunächst subepithelial gelegen ist, um dann im weiteren Verlaufe in das verdickte Epithel einzutreten und zwischen den Stützfäsern der Zellen seinen Weg zu nehmen, wie es Fig. 1 auf Tafel 10 zeigt.

Ein anderer Zweig verläuft unterhalb des Hautepithels und ist mit *N* (in Fig. 2 Taf. 6) bezeichnet. Nach allen Richtungen gehen Nervenzüge aus, welche subepithelial gelagert sind. Ganglienzellen sind stets deutlich zwischen den Nervenfasern nachweisbar. Oftmals ist es mit Schwierigkeiten verknüpft, die letzteren aufzufinden. Das ist an solchen Stellen der Fall, wo das Hautnervengeflecht nur schwach entwickelt ist.

In Fig. 2 Tafel 6 ist der Zusammenhang des einen Stachel versorgenden Nerven mit dem allgemeinen, über die ganze Körperoberfläche verbreiteten Nervengeflechte zu ersehen.

Das weitere Verhalten der Nervenzüge an der Basis der Stacheln ist folgendes:

An der Basis eines jeden Stachels kommt es zur Bildung eines Nervenringes, der auf dem Querschnitt eine länglich-ovale Gestalt zeigt (vergl. den Längsschnitt durch einen Stachel Fig. 2 auf Tafel 6). Dieser Nervenring<sup>1)</sup> liegt im Körperepithel, teilweise in die Cutis hineinragend. Der Nerven-

---

1) Vorl. Mitteilung. z. Morph. d. Echiniden, in: Sitz.-Ber. d. Jen. Ges. f. Med. u. Natw. Jahrgang 1886. Nr. 27. Unabhängig von mir hat PROUHO (Comptes rendus, 102, 1886) diesen basalen Nervenring an den Stacheln von *Echin. acutus* gefunden, wie aus seiner kurzen Mitteilung hervorgeht, welche etwa zur selben Zeit wie die meinige erschienen ist.

ring besteht aus feinsten Nervenfasern, zwischen denen Ganglienzellen auftreten. Das Epithel, welches den Stachel an seiner Basis überzieht, ist da, wo der Nervenring liegt, bedeutend verdickt, so daß man von einem Epithelwulst sprechen kann, wenigstens bei den größeren Stacheln. Die Zellen, welche diesen ringförmig die Stachelbasis umgebenden Zellwulst zusammensetzen, sind mit langen Wimpern versehen und lange fadenförmige Zellen. Auf Schnittpräparaten sieht man immer nur die meist kreisrunden Zellkerne, während Zellgrenzen nicht erkennbar sind. Durch die Anhäufung dieser Zellen mit ihren Kernen erhält man ein Bild, wie es Fig. 2 auf Tafel 6 und Fig. 2 auf Tafel 13 wiedergeben. Es scheint dann, als besäße der Nervenring ein besonderes peripheres Deckepithel, oder aber Ganglienzellen wären ihm peripher aufgelagert. Eine solche Deutung wäre aber vollkommen irrtümlich. Von diesem basalen Nervenring des Stachels gehen feinste Ästchen aus, welche am Stachel in die Höhe bis zur Spitze verlaufen, und zwar in den Wimperrinnen. Weiter aber treten Fasern aus, welche, mit Ganglienzellen untermischt, ein feinstes Netzwerk zwischen den Muskelfasern der Muskelschicht herstellen. Die Ganglienzellen in allen peripheren Verzweigungen der Nervenzüge sind meist multipolar und messen 0,007—0,009 mm. Ihr kreisrunder Kern mit einem deutlichen Kernkörperchen mißt 0,004 mm. Fig. 1 Tafel 6 giebt das Verhalten dieser Zellen wieder. Die Ausläufer sind ungemein zart und schwer zu verfolgen. Sie treten an die glatten Muskelfasern heran und scheinen an diesen ohne jede weitere Bildung sich anzuheften. Das erinnert an jene bereits von SCHWALBE<sup>1)</sup> gesehenen Bilder, bei denen der isolierten Muskelfaser einzelne kurze (abgerissene) Ästchen anhaften.

## Die Sinnesorgane.

### Die Ambulacralfüßchen.

(Tast- oder Rückenfüßchen, Mundfüßchen und Saugfüßchen.)

#### 1) Tastfüßchen oder Flagella.

Da es nicht angeht, den Verlauf des Nerven mit seinen Endigungen allein zu schildern, so füge ich zugleich an dieser Stelle eine vollständige Beschreibung der Ambulacralfüßchen ein.

Man kann drei Gruppen unterscheiden, Saugfüßchen,

---

1) SCHWALBE, Über den feineren Bau der Muskelfaser wirbelloser Tiere, in: Z. f. mikr. Anat. Bd. 5. 1869. p. 205.



Tastfüßchen und endlich die zehn die Mundöffnung ringförmig umgebenden Mundfüßchen, denen ein abweichender Bau zukommt und welche eine besondere Funktion ausüben, wie NOLL's schöne Beobachtungen an im Zimmeraquarium gehaltenen Seeigeln darthun.

In typischer Form treten Tastfüße bei *Centrostephanus longispinus* auf. Sie sitzen auf der Rücken- und Seitenfläche des Tieres, während auf den Ambulacralplatten der Bauchfläche echte Saugfüße sich finden.

Die Tastfüße zeichnen sich durch ihre abweichende Gestalt aus. Es fehlt ihnen die Saugplatte vollständig, und enden sie nach ihrer Endspitze zu verschmälert kegelförmig, ohne eine plattenförmige Anschwellung zu zeigen. Unterhalb ihres zugespitzten Endes liegt eine kuglige Hervorwölbung, welche ich als *Nervenplatte* oder *Nervopolster* bezeichne. (Vergl. Figur 7 auf Tafel 9 *Np.*) Diese Tastfüße können ungemein verlängert werden und erscheinen dann beinahe fadenförmig. Ihre Länge beträgt an einem *Centrost. longisp.* von 7 cm Durchmesser in vollkommen ausgestrecktem Zustand 4 cm und darüber, ihr Breitendurchmesser an der Spitze 0,3 mm, an der Basis 0,6 mm. Ihre Konservierung gerät mit Hilfe von Sublimatlösung sehr gut. Es gelingt dann, diese rasch hin und her schwingenden und lebhaften Tastfüße in einem Zustande zu fixieren, der annähernd dem gleichkommt, in welchem dieselben sich im Leben befinden.

Ein lebendes Füßchen zeigt in seiner ganzen Länge Kalkkörper, die meist als Dreistrahler zu bezeichnen sind (vgl. Figur 8 Tafel 9). Sie liegen unregelmäßig verteilt in der Bindesubstanz. Außerdem ist jedes Füßchen, dessen Aussehen fast glashell durchsichtig ist, mit Chromatophoren versehen, amöboiden Zellen, die in den mannigfaltigsten Kontraktionszuständen angetroffen werden. Bald sind diese Zellen kuglig gestaltet, in ihrem Leib den central gelegenen hellen Kern einschließend, oder aber ihre Substanz ist in Gestalt von sich baumförmig verästelnden Fortsätzen ausgezogen, wobei sich die Fortsätze benachbarter Zellen miteinander verbinden können. Diese Zellen messen in kontrahiertem Zustand 0,02 mm. Die Länge der Kalkgebilde variiert zwischen 0,06 und 0,1 mm.

Die Farbe dieser Pigmentzellen ist im Leben braun. In feinen Körnchen ist das Pigment in der Zelle enthalten. Besonders die Spitzen der Füßchen sind dicht mit Pigmentzellen versehen. Oft sind dieselben in das Epithel eingedrungen, dessen Zellen auseinander-

drängend. Die Wimperung der Epithelzellen ist am basalen Teile sehr stark und stehen die Wimpern in Büscheln angeordnet. Sie sind auffallend lang (vergl. Fig. 9 Taf. 9 im lebenden Zustande). An der Spitze dieser peitschenförmigen Füßchen habe ich keine Wimperung wahrgenommen. Hier trugen die Zellen starre Fortsätze, die keine Bewegung zeigten. Es zeigt sich dasselbe Verhalten wie in der Saugplatte der Mundfüßchen dieser Art. Auch auf dieser fand ich die kurzen unbeweglichen Tastborsten, vermißte aber die Wimperung vollständig. Daß die Funktion der Mundfüßchen eine abweichende von der der Saugfüßchen ist und sie näher den peitschenförmigen Rückenfüßchen stehen, geht einerseits aus NOLL's Beobachtungen hervor, und wird andererseits durch das gleiche Vorhandensein von Tastborsten bestätigt.

Um den Verlauf des Nervenzuges im Füßchen zu studieren, genügt es, ein lebendes Füßchen, oder, falls dieses sich beim Abschneiden zu stark kontrahiert hat, mit Osmiumsäure fixiertes zu untersuchen. Dann sieht man in der Wandung an einer Stelle einen etwa 0,06 mm breiten Streifen emporsteigen und in der hügelartigen Anschwellung, dem Nervenpolster, enden. Es gelingt bereits an so konservierten Füßchen die Bestandteile dieses Nervenzuges, die feinen, parallel zu einander verlaufenden Fibrillen, zu erkennen. Über die näheren Verhältnisse, ob dieser Nervenzug im Epithel oder in der Cutis verläuft, belehren Schnitte, vor allem Längsschnitte. Man unterscheidet dann folgende Schichten in der Wandung des Füßchens: nach außen 1) die Epidermis mit einer homogenen, im Leben gallertflüssigen Cuticula. Unterhalb derselben folgt 2) die Cutis, die Bindesubstanz, und nach innen von dieser eine 3) Längsmuskelschicht und hierauf das den Hohlraum des Füßchens auskleidende 4) Wimperepithel.

1. Die Epidermis interessiert uns am meisten, da in ihr der Nervenzug verläuft. Wie besonders Querschnittserien erkennen lassen, ist das Epithel an einer Stelle in der ganzen Ausdehnung des Füßchens verdickt. Das ist der mäßig hervorspringende Streifen, in welchem der Nervenzug verläuft. Unterhalb der Epithelzellen verlaufen die eng aneinander geschmiegteten Nervenfasern zu einem Bündel vereinigt, um in der Nervenplatte, wo das Epithel am stärksten in Gestalt einer Hervorwölbung verdickt ist, zum Teil wenigstens zu enden, während ein anderer Teil bis zum konischen Ende des Füßchens sich verfolgen läßt. Während bei den Pedicellarien die Nervenzüge in der Cutis verlaufen, tritt bei den Füßchen — es gilt dies nicht nur für die Tastfüßchen, sondern

auch für Mund- und Saugfüßchen — der Nervenzug an der Basis derselben aus der Cutis, der Binde substanz, über in das Körper epithel, und somit haben wir das gleiche Verhalten, wie es bei den Asteriden besteht, noch erhalten. Das Epithel besteht im basalen Teile aus oft schlecht gegeneinander abgegrenzten Zellen. Die Zellen sind bald von cylindrischer Gestalt, bald mehr von kubischer, je nach dem Kontraktionszustande. Der Zelleib färbt sich fast gar nicht. Nur um den Kern ist eine sich schwach tingierende Substanz vorhanden. Im Epithelstreifen, in dem der Nervenzug verläuft, trifft man auf feine, fadenförmige Zellen, die an Isolationspräparaten wenig Zellsubstanz um den ovalen bis rundlichen Kern besitzen. Nach der Peripherie ist die Zelle in einen Fortsatz ausgezogen, mit dem die Taststäbchen wahrscheinlich in Verbindung stehen, während ein basaler Zellfortsatz dasselbe Verhalten wie die Nervenfasern zeigt und zwischen diesen sich verzweigt. Außerdem treten ähnlich gestaltete Zellen mit hyalinem, stärkerem Fortsatz auf, welcher die Nervenmasse senkrecht durchsetzt und bis zu der schwach entwickelten Basalmembran sich verfolgen läßt. Diese Zellen sind als Stützzellen anzusprechen.

2. Die Cutis ist sehr gering entwickelt, und lassen sich kaum verschiedene Schichten, die durch den Verlauf ihrer Fasern gekennzeichnet wären, unterscheiden. Fasern mit spindel- und sternförmigen Zellen liegen wirr durcheinander in der hyalinen glasigen Grundsubstanz. Die Kalkstäbe, welche sich in großer Menge finden und die ich als Dreistraher bezeichnet habe, liegen in dieser Schicht. Dasselbe gilt von den bräunlichen Pigmentzellen, die teilweise auch zwischen den Epithelzellen angetroffen werden. Die innerste Lage der Cutis wird von einer Membran mit ringförmig verlaufenden Fasern gebildet.

3. Die Muskulatur besteht aus einer Lage von longitudinal verlaufenden Fasern und endlich in den von mir als konstantes Vorkommen angetroffenen Quermuskeln, welche das Lumen der Füßchen im mittleren und basalen Teile durchziehen <sup>1)</sup>).

Die der Länge nach verlaufenden Muskelfasern sind schwach entwickelt. Sie ziehen bis in das konisch zugespitzte Fußende und konvergieren hier gegeneinander.

---

1) Solche Muskelfasern waren in den Ampullen von LEYDIG beschrieben worden, von HOFFMANN war ihr Vorkommen bestritten worden. Ihr allgemeines Vorkommen auch an anderen Stellen des Wassergefäßsystems der Echiniden, wie im Lumen der Füßchen, war bisher unbekannt.

Die Quermuskeln durchziehen den Hohlraum des Füßchens im mittleren und unteren Teile. Im letzteren sind sie besonders stark entwickelt. Stränge spannen sich wie Balken zwischen den Wänden aus. Alle diese Verbindungsbalken verlaufen untereinander parallel, wie schon aus einer Flächenansicht (Figur 11 Tafel 9) hervorgeht. Bald bestehen sie aus nur einer Muskelfaser, welche an beiden Enden mit verbreiteter Basis an der Wandung sich anheftet, oder aber mehrere Fasern, zu einem Bündel vereint, spannen sich aus. Dann treten zwischen diesen einzelnen Bündeln Kommunikationen ein, indem sich die Fasern untereinander verzweigen, wie es die Figur 11 zeigt. Auffallend ist die Zahl der Zellkerne, welche sich den Muskelfasern anliegend finden. Wie aus Schnitt- und Zerpupfungspräparaten evident hervorgeht, gehört zu jeder Faser nur ein Kern, der von etwas fein granulierter Zellsubstanz umhüllt wird. Die Fasern werden von einer geringen membranartigen Menge von Bindesubstanz umhüllt, und dieser aufliegend trifft man die kubischen Epithelzellen, wie solche den Hohlraum aller Füßchen auskleiden. Es ist hier dasselbe Verhalten zu konstatieren, wie ich bei den Quermuskeln der Ampullen beschrieben habe.

Die Muskelbündel stehen, wie schon bemerkt, parallel zu einander, und zwar so, daß der Nervenzug sich in gleichem Abstände von den Insertionsebenen befindet. Ihre Wirkung wird darin bestehen, die Füßchen schnell von der Innenflüssigkeit bei der Kontraktion zu entleeren. Sie unterstützen somit die Längsmuskelschicht, von welcher sie sich abzweigen, in außerordentlicher Weise.

### **Die Mundfüßchen.**

Auf der Mundscheibe stehen bei allen Echiniden zehn kreisförmig angeordnete Füßchen, die sich durch ihre Gestalt von den Ambulacralfüßchen auszeichnen. Sie liegen zwischen den Pedicellarien und können sich so stark kontrahieren, daß sie von letzteren überdeckt werden.

NOLL's <sup>1)</sup> Verdienst ist es, auf diese Mundfüßchen oder, wie wir sie nennen können, Tastfüßchen hingewiesen zu haben und interessante Beobachtungen über die Funktion derselben mitzu-

---

1) NOLL, Einige Beobachtungen im Seewasser-Zimmeraquarium, in: Zool. Anz. Bd. 2. 1879. pag. 405.

teilen<sup>1)</sup>. NOLL stellte zunächst fest, daß diese zehn Mundfüße nicht zum Anheften benutzt werden, ebensowenig wie etwa zum Ergreifen der Nahrung dienen. „Am meisten in Bewegung sieht man die fraglichen Organe, wenn dem Seeigel irgend ein Bissen auf die Stacheln gelegt worden ist und er nun, wie geschildert, sich von dem Glase abhebt, um die Speise herabgleiten zu lassen. Lebhaft schlagen die „Pseudopedzellarien“, wie ich diese Mundfüßchen eben wegen ihrer Ähnlichkeit in morphologischer, aber ihrer Verschiedenheit in physiologischer Hinsicht zu nennen vorschlug, von dem Munde nach außen, besonders in der Richtung, aus welcher die Nahrung kommt, und um so lebhafter wird ihr Spiel, je mehr letztere sich dem Munde nähert“. Dabei bewegt sich jedes der zehn Organe selbständig. Sobald die Nahrung in den Schlund kommt, sieht man sie sich der Nahrung nähern, um selten den Bissen zu berühren. NOLL schließt hieraus, daß diese Organe dazu da sind, die Qualität der Nahrung zu prüfen: „sie sind Geruchs- oder Geschmacksorgane, oder vielleicht auch beides zugleich“

Die histologische Untersuchung ergibt nun auf das evidenteste, daß diese Organe einen besonderen Bau besitzen und anders gebaut sind, als die Saugfüße, wie ich im folgenden darthun kann.

Die Gestalt unserer Organe ist in verschiedener Hinsicht eine abweichende von der der Saugfüßchen. Zunächst erscheint ihre Saugplatte nicht kreisrund, sondern, wie NOLL hervorhebt, mehr elliptisch, oft bisquitförmig eingeschnürt. „Sie steht mit ihrer Längsaxe tangential zur Peripherie des Mundkegels.“

Die Endplatten der Mundfüßchen von *Sphaerechinus granularis* und *Centrostephanus longispinus* zeigen keine Wimperung, wohl aber starre Tastborsten, die in ziemlich gleichen Abständen voneinander stehen. Die Bewegung unserer Mundfüßchen ist eine fortwährende hin und her pendelnde und rotierende. Stößt man sie, so kontrahieren sie sich momentan und verschwinden in dem Wall von Pedzellarien. Bei *Centrost. longisp.* und anderen Echiniden stehen die Mundfüße paarweis angeordnet.

Sämtliche Füßchen der Echiniden, mögen sie welche Funktion immer ausüben, besitzen unterhalb der Saugplatte (oder des zugespitzten konischen Endes) eine Anschwellung, die ich als

---

1) NOLL, Mein Seewasser-Zimmeraquarium, in: Der Zoolog. Garten. 22. Jahrgang. Nr. 5. 1881. pag. 137. Die Angaben beziehen sich auf *Echinus microtuberculatus* Blainv.

Nervenpolster bezeichne. Bei den Asteriden ist dieselbe ringförmig und kann man von einem Nervenring sprechen; dasselbe gilt auch von den Mundfüßen der Echiniden, deren Epithel vornehmlich zum größten Teil aus Sinneszellen zusammengesetzt ist.

Figur 5 auf Tafel 9 zeigt einen Längsschnitt durch ein Mundfüßchen eines jungen *Sphaerechinus granularis*. Der Schnitt geht durch die Axe des Füßchens und zugleich durch den Nerven Hügel. Ein Nervenzug verläuft in der Wandung, um im Nervenpolster zunächst zu enden und sich hier ringförmig auszubreiten. Von diesem Nervenring gehen Nervenzüge aus zur Saugplatte. Das Epithel ist zum größten Teil aus Sinneszellen gebildet, wie Macerationspräparate (Drittelalkohol und Hertwig'sches Osmium-Essigsäure-Gemisch) ergaben. Die feinen Nervenfasern verlaufen im Epithel zwischen den basalen Fortsätzen der Stützzellen.

Die Cutis (Bindesubstanzschicht) ist im Endteile der Saugplatte stark verdickt, während sie im Fußteile ungemein gering entwickelt ist. Sie besteht aus vier durcheinander geschlungenen Fasern und Zellen von gewöhnlicher Gestalt. Pigmentzellen finden sich oft in Menge vor. Bei *Arbacia pustulosa* ist das Pigment schwarz und liegen die Zellen oft zwischen die Epithelzellen eingekleilt.

Nach der Längsmuskelschicht zu liegt die etwa 0,002 mm starke elastische Bindegewebsmembran, welche sich aus ringförmig verlaufenden Fasern zusammensetzt, die miteinander durch Äste und Verzweigungen verbunden sind. Das das Lumen des Füßchens auskleidende Epithel besteht aus kubischen Wimperzellen.

---

Die Mundfüßchen eines anderen Tieres — *Echinus acutus* wähle ich zur Beschreibung — zeichnen sich durch ihre bisquitförmige Endscheibe aus, welche ungefähr 1,5 mm der Länge nach mißt. Die Breite der Platte beträgt etwa die Hälfte.

Der Nervenzug endet unterhalb der Platte, um sich ringförmig im Epithel gelegen auszubreiten. Auch Nervenzüge, welche zu dem Epithel der Platte ziehen, sind im Epithel gelagert und verlaufen zwischen den Fortsätzen der Stützzellen, durch eine kaum wahrnehmbare Basalmembran von der Cutis getrennt. Die Ausbreitung der Nervenfasern an der Basis der Epithelzellen der Platte ist deshalb schwierig zu verfolgen, weil Pigmentzellen und freies körniges Pigment zwischen den Zellen liegen.

Die Fortsätze der Stützzellen verzweigen sich nicht in der Binde substanz, sondern enden auf der Basalmembran. Es ist mithin das Epithel, die Epidermis streng geschieden von der Cutis. Das Gegenteil trifft man an den Saugfüßchen, zu deren Beschreibung ich mich jetzt wende.

### Die Saugfüßchen.

Wiederholen sich auch dieselben Schichten der Wandung in gleicher Reihenfolge, wie bei den zwei beschriebenen Typen von Füßchen, so bieten doch im einzelnen die Saugfüßchen einen abweichenden Bau.

Bei Mund- und Tastfüßchen ist die Muskulatur nicht in der für Saugorgane typischen Form angeordnet, daß ihre Fasern sich im Zentrum der Saugplatte inserieren und von hier aus strahlenförmig sich ausbreiten, um dann in der Wandung zu verlaufen.

Weiter sehen wir, daß die Epithelzellen der Saugplatte mit basalen Fortsätzen versehen sind, die sich in der Cutis verzweigen und sich in nichts unterscheiden von den Bindegewebsfasern.

Diese eben berührten Verhältnisse sind an Schnitten, besonders Längsschnitten, an den Füßchen von *Arbacia pustulosa* schön zu erkennen, während der Verlauf des Nerven mit seinen Verzweigungen besser an solchen Organen erkannt wird, welche von Pigment möglichst frei sind, wie beispielsweise die Füßchen von *Echinus acutus*.

Alle Saugfüßchen sind durch ihre kreisrunde Saugplatte ausgezeichnet.

Mit Ausnahme der Saugplatte wimpert die Oberfläche der Füßchen. Die Wimpern sind sehr lang und deutlich im Leben zu erkennen. Auf der Saugplatte sah ich bei *Dorocidaris papillata* starre, unbewegliche Borsten in Abständen voneinander stehen. Die Saugplatte besitzt meist eine abweichende Farbe, als die des Stieles ist; so sind die Platten der Saugfüßchen von *Centrostephanus longispinus* vollkommen farblos, während der übrige Teil bald bräunlich, bald mehr durchsichtig gefärbt ist.

Die die Wandung zusammensetzenden Schichten sind von außen nach innen gerechnet, 1) das Wimperepithel mit besonderen Bildungen in der Saugplatte, 2) die Binde substanzschicht, aus Fasern zusammengesetzt, mit den meist halbmondförmig gestalteten Kalkkörpern und der Kalkrosette in der Platte, 3) eine (elastische) Membran mit cirkulär verlaufenden Fasern in einer Schicht, 4) die

longitudinalen Muskelfasern und nach innen die das Lumen auskleidende Epithelschicht.

1) Die Epithelschicht, welche die Ambulacralfüßchen überzieht, besteht in dem basalen wie mittleren Teile derselben aus cylindrischen Zellen, die meist an ihrer Basis Fortsätze besitzen, welche bis zu der Basalmembran, einem kaum erkennbaren hyalinen Häutchen, reichen. Ihre Gestalt ist in dem Teile modifiziert, wo der Nervenzug verläuft. In jedem Füßchen zieht ein Nervenzug, im Epithel gelegen, senkrecht bis zur Basis der Saugplatte (vergl. Figur 1 auf Tafel 10). Die basalen Fortsätze der Epithelzellen sind teilweise starr und durchsetzen die Nervenfaserschicht senkrecht. Das Ende der Fortsätze erscheint oft am Ende fußartig verbreitert (Fig. 7 Taf. 10). An anderen Zellen lassen sich mehrere Ausläufer unterscheiden, deren Verhalten ein gleiches ist. Zwischen diesen Epithelzellen trifft man auf Zellen, deren Leib viel schlanker, fadenförmig ist, und welche einen länglichen, ovalen, schwächtigen Kern besitzen. Ihre Fortsätze sind von feinerer Gestalt und scheinen sich in der Nervenfaserschicht zu verzweigen. Es ist nicht leicht, dies genau und sicher zu eruieren, da beide Zellformen nicht immer deutlich voneinander zu unterscheiden sind.

Der Nervenzug, auf dem Querschnitt annähernd kreisförmig gestaltet, besteht lediglich aus feinsten Fasern, zwischen denen bipolare Zellen, seltener multipolare eingestreut liegen. Diese Zellen stimmen in Größe, Form und Gestalt mit den Zellen in den fünf Hauptnervestämmen und dem Gehirnring überein und sind die Ganglienzellen. Ein Zellbelag auf der Oberfläche des Nervenzuges, wie man ihn an den Hauptstämmen trifft, findet sich niemals vor. Der Nervenzug schwillt unterhalb der Saugplatte an und ist diese Anschwellung meist schon äußerlich als hügelartige Hervorwölbung zu erkennen (Fig. 1, 5, Taf. 10 NP). Die Nervenzüge nun, welche zum Epithel der Saugplatte treten, nehmen von dieser Anschwellung der Nervenplatte ihren Ursprung und durchsetzen die Binde-substanz, um mit Epithelzellen der Saugplatte in Verbindung zu treten.

Diese Nervenverzweigungen habe ich genauer verfolgt bei *Echinus acutus* (Fig. 1, 2, 3, 5) und *Arbacia pustulosa* (Fig. 4 Taf. 10).

Immer sind es zwei Nervenzüge, welche zum Epithel ziehen. Auf Längsschnitten durch den Endteil eines Saugfüßchens kann



man diese Züge in ihrem Verlaufe untersuchen, nur muß die Schnittebene durch das Zentrum der Saugplatte, wie durch die Längsaxe desselben gehen. Fig. 2 Taf. 10 (*Echinus acutus*) zeigt einen solchen Längsschnitt teilweise. Mit *NP* ist das Nervenpolster, das aber nicht in seinem Zentrum, wo es die größte Dicke besitzt, getroffen ist, bezeichnet. Der eine Nervenzug *N* tritt aus der Epithelschicht aus, durchsetzt die Cutis, die Bindegewebsschicht *bg* der Saugplatte und zieht, zwischen der Kalkrosette und dem Epithel gelegen, zum Rande der Saugplatte, um hier in Epithelzellen von besonderer Beschaffenheit zu enden. Die Epithelzellen sind von feinsten Gestalt, fadenförmig und besitzen einen länglich ovalen Kern. Basalwärts setzen sie sich in feinste Ausläufer, Nervenfasern, fort. Es ist der ganze Rand der Saugplatte als besonders nervöser Teil aufzufassen, indem auch auf solchen Schnitten, auf denen der Nervenzug nicht getroffen worden ist, das Epithel die gleiche Beschaffenheit zeigt und basalwärts die dann querdurchschnittenen Nervenfasern erkennen läßt. Somit existiert ein marginales Nervenepithel mit einem basalen Nervenring, von dem zwei Nervenzüge abgehen. Bisher habe ich nur den einen dieser Nervenzüge (mit *N*<sup>1</sup> in Figur 2 und 5 Tafel 10 bezeichnet) geschildert. Um auch den Verlauf des zweiten verfolgen zu können, erfordert es Tangentialschnitte, welche zugleich das Nervenpolster mit treffen. Ein solcher tangentialer Längsschnitt ist von einem Saugfüßchen derselben Art (*Echin. acut.*) in Figur 5 abgebildet. Aus dem Nervenpolster *NP* tritt nach oben der schon in seinem Verlaufe beschriebene Nerv *N*<sup>1</sup> aus. Ein zweiter Nervenzug *N*<sup>2</sup> verläßt dasselbe rechtwinklig, um zu der beinahe entgegengesetzten Seite der Saugplatte zu gelangen und dann, immer in der Bindesubstanzschicht gelagert, im Bogen zum Epithel zu ziehen und im Sinnesepithel des marginalen Nervenringes *NR* zu endigen.

Vom Nervenring gehen feinste Nervenfasern ab, welche sich zwischen den Ausläufern der Epithelzellen der Saugplatte ausbreiten, meist gruppenweise angeordnet. Bei *Echinus acutus* (Fig. 2) ist die Nervenschicht, welche unterhalb des den Kern bergenden Teiles der Epithelzellen liegt, mit *nf* bezeichnet. Figur 4 zeigt auf einem zentralen Längsschnitt die Nervenfasernzüge quer durchschnitten, dann trifft man eine feingekörnte Substanz an *qunf*. In Figur 2 ist ein Stück eines tangentialen Längsschnittes stärker vergrößert wiedergegeben. Die Nervenfasern, zwischen denen Ganglienzellen liegen, sind der Länge nach durch die Schnittebene

getroffen, da sie kreisförmig, konzentrisch zu einander verlaufen. Die einzelnen Fasern *nf* sind durch ihre Färbung und Aussehen von gefärbten Bindegewebsfasern leicht zu unterscheiden, so daß eine Täuschung, ob Nervenfasern, ob Bindegewebsfasern, sobald erstere zu mehreren zusammenliegen, nicht wohl möglich ist.

Daß auch im zentralen Teile der Saugplatte Epithelsinneszellen sich finden und nicht nur im marginalen, ist von vornherein zu erwarten. Zerzupfungspräparate haben mir aber ebensowenig wie feinste Schnitte darüber ein sicheres Resultat ergeben.

Die im Gegensatz zu den Sinneszellen als Stützzellen zu bezeichnenden Zellen des Epithels der Saugplatte sind von denen am übrigen Teile der Füßchen sich befindenden durch ihr Verhalten der Bindegewebschicht gegenüber unterschieden.

Daß sich basale Fortsätze dieser Epithelzellen direkt in der Binde substanz verzweigen, lehren am besten Schnitte durch die Füßchen von *Arbacia pustulosa*. Die Füßchen anderer Arten, so *Echinus acutus*, *melo* etc. lassen wegen der gruppenweisen Ansammlung von Bindegewebszellen dieses Verhalten nicht so deutlich hervortreten.

An mit Pikrokarmen<sup>1)</sup> tingierten Füßchen (von Tieren, die mit Chromsäure getödtet waren) wird die Binde substanzschicht mit ihren Fasern rosa gefärbt, während die Muskulatur strohgelb erscheint.

Alle Fasern, auch die der Epithelzellen, treten durch ihre rote Färbung hervor. Fig. 4 auf Taf. 10 zeigt das Verhalten der Fortsätze, welche senkrecht zur Kalkrosette ziehen und zwischen deren Poren ihren Verlauf nehmen. Die isolierten Epithelzellen sind von spindliger Gestalt. Ein Fortsatz zieht zur Peripherie, während der Zelleib, der den ovalen Kern in sich schließt, basalwärts in eine oder mehrere Fortsätze ausläuft. In Figur 3 sind diese Fortsätze, die sich in ihrem Verhalten und ihrer Gestalt in nichts von den echten Bindegewebsfasern unterscheiden lassen, mit *f* bezeichnet. Sie legen sich oft zu mehreren zusammen und wird dann der Raum zwischen ihnen durch Binde substanzzellen ausgefüllt, die durch ihre sich stark tingierenden Kerne hervortreten. Daß diese Fasern untereinander sich mehrfach verfilzen und in den Poren der Kalkrosette ein Netzwerk bilden, geht schon aus Schnitten an nicht oder wenig entkalkten Füßchen

---

1) Aus dem Laboratorium von RANVIER in Pulverform bezogen.

hervor. Unterhalb der Kalkrosette sieht man die Fasern oft zu mehreren verfilzt wieder aus derselben heraustreten.

2) Die Bindegewebsschicht der Saugplatte, zu der wir so in der Beschreibung übergegangen sind, wird weiter gebildet von den starken, dicken Fasern, die ich eben nannte, welche nun in der Wandung der Füßchen longitudinal verlaufen und eine starke innere Schicht von Fasern bilden. Diese Schicht erscheint an kontrahierten Füßchen von welligem Verlaufe, wie Figur 4 erkennen läßt. Außer diesen starken, parallel miteinander verlaufenden Fasern sind Zellen *zm*, oft zu Gruppen angehäuft, vorhanden. Bei *Echinus acutus* (Figur 2 Tafel 10) liegen sie in großer Menge zusammen. Meist besitzen sie keine Ausläufer, sondern scheinen von kugliger Gestalt zu sein. Die äußere Lage der Binde substanzschicht *bga* wird von wenig Zellen und feinen Fasern von unregelmäßigem Verlaufe gebildet und nur die innere centrale *bgi* in Fig. 2 wird von den longitudinalen Fasern zusammengesetzt.

Außer der Kalkrosette liegen sowohl in der Binde substanzschicht der Platte als auch in den übrigen der Wandung halbmondförmige Kalkgebilde. Sie scheinen bei keiner Art zu fehlen. Ihre Größe ist eine wechselnde. Diese Kalkgebilde sind von HOFFMANN und VALENTIN bereits beschrieben und abgebildet worden.

Besondere Erwähnung verdienen die Pigmentzellen, welche in feinen Körnchen ein bei verschiedenen Arten verschiedenes Pigment tragen. Es sind Bindegewebszellen und lagern sie in dieser Schicht. Nur selten dringen sie zwischen die Epithelzellen ein, so bei *Arbacia pustulosa*. Oft hat es auch den Anschein, als ob das Pigment nicht in Zellen, sondern lose gehäuft vorhanden sei. Doch scheint das letztere nur der Ausnahmefall zu sein.

Die innerste Lage der Binde substanzschicht bildet eine Membran, die aus cirkulär verlaufenden Fasern sich zusammensetzt. Diese Fasern sind in einer Ebene zu einer Lage zusammen verschmolzen. Es ist diese Membran dieselbe Schicht, welche von vielen früheren Autoren als Ringmuskelschicht angesehen wird. An stark kontrahierten Füßchen erhält man auch stets das Bild, als wären Cirkulärfasern vorhanden. Zerzupft man jedoch mit Pikrokarmine gefärbte Füßchen, so gelingt es, die Membran in Fetzen zur Ansicht zu bekommen. Sie erscheint wie die Binde substanzschicht mit ihren Fasern rosa gefärbt. Fig. 6 auf Tafel 9 zeigt ein Stück derselben. Hier ist die Membran gefenstert,

indem Lücken zwischen den miteinander verklebten Fasern geblieben sind.

Daß man es nicht mit Muskelfasern zu thun hat, dagegen spricht vor allem, um es nochmals zu betonen, das von Muskelfasern verschiedene Verhalten gegen Färbemittel.

Daß auch bei Mund-Tastfüßchen diese Membran vorkommt, und zwar in derselben Bildung, will ich hier noch besonders erwähnen. Diese Membran läßt sich bis zur Saugplatte verfolgen, nach innen von ihr inserieren die Muskelfasern, zu denen ich mich jetzt wenden will.

3) Die Muskulatur eines Füßchens besteht nur aus longitudinal verlaufenden glatten Muskelfasern, zu denen noch bisher unbekannte Quermuskeln kommen. Zirkuläre Fasern sind niemals vorhanden und beruht ihre Beschreibung stets auf einer Verwechslung<sup>1)</sup> mit der Membran.

Die Muskelfasern liegen nach innen von der aus cirkulären Bindegewebsfasern gebildeten Membran. Sie besitzen den gewöhnlichen Bau und verzweigen sich hier und da. Im Zentrum der Saugplatte inserieren die Muskelfasern und strahlen radienförmig aus, um dann miteinander parallel in der Wandung zu verlaufen. Zwischen ihnen liegt eine geringe Menge Zwischensubstanz, in der sie gleichsam eingebettet liegen. Ihr Verhalten in der Saugscheibe lassen die Fig. 2 und 4 Tafel 10 erkennen.

Das Lumen der Füßchen wird im basalen Teile durchzogen von Muskelfasern, die wie Seile zwischen den gegenüberliegenden Wandungen ausgespannt sind. Die meist zu mehreren zusammenliegenden Fasern werden von dem Epithel, welches den Hohlraum auskleidet, überzogen. Es gehören diese Quermuskeln zur Längsmuskulatur, mit der sie stets noch in Zusammenhang stehen.

4) Das Wimperepithel setzt sich aus kubischen Zellen zusammen, die oft stark abgeplattet sein können. Ihr Kern ist kugelig, tingiert sich stark, während der Zelleib selbst fast ungefärbt bleibt. Wegen seiner Kleinheit ist weiteres über seinen feineren Bau nicht zu eruieren. Schon frühzeitig wurden die Schichten der Wandung der Ambulacralfüßchen beschrieben. Daß ein Epithel, eine Bindegewebsschicht und eine Längsmuskel-

---

1) Es ist somit das von LUDWIG für die Asteriden aufgestellte Gesetz, daß sich im Wassergefäßsystem Rings- und Längsmuskelfasern ausschließen, auch für die übrigen Klassen, Holothurien und besonders Echiniden, gültig, bei denen es nach den verschiedenen Angaben bisher zu bezweifeln war.

lage, nach anderen auch eine Ringmuskelschicht vorhanden sei, wurde von den meisten Forschern erkannt. Durch den letzten Beobachter dieser Gebilde, KÖHLER, wurden die einzelnen Schichten in der Cutis beschrieben, ihr Verhalten jedoch in der Saugplatte nicht genau beobachtet. Eine Abbildung eines Saugfüßchens, die dieser Forscher giebt, zeigt, was auch aus dem Text hervorgeht, daß der Verlauf der Nerven mit seinen Verzweigungen, das marginale Nervenepithel u. s. w. ihm noch vollkommen unbekannt geblieben ist. Ein Teil der Binde substanz und zwar gerade derjenige, in welchem die Kalkgebilde, die Rosette liegt, wird als Plexus nerveux beschrieben. Hätte KÖHLER<sup>1)</sup> unentkalkte Füßchen auf Schnitten untersucht, so würde ihm dieser Irrtum erspart geblieben sein. Prüft man seine Abbildung (Fig. 48 auf Pl. 7), so wird man sofort erkennen, daß gar kein Platz für die Kalkkörper vorhanden wäre, wenn seine Ansicht Anspruch auf Wahrheit hätte; sie müßten denn gerade in seinem Plexus nerveux liegen. Als Nervenfasern deutet er infolgedessen auch die langen Fortsätze der Epithelzellen, deren Zusammenhang übrigens mit den longitudinalen Binde substanzfasern außer allem Zweifel steht. Seine weitere Behauptung, daß sämtliche Ambulacralfüßchen den gleichen Bau zeigen sollen, zeigt sich nach den oben mitgeteilten genauen Angaben als ebenfalls nicht stichhaltig.

### **Das Nervensystem im Darmtractus.**

Die in den verschiedenen Teilen des Darmes sich findenden Nerven hängen zusammen mit dem Gehirnring.

Wie ich oben auseinandersetzte, ist der Gehirnring mit dem Schlund an zehn Stellen befestigt. In diesen zehn Bändern verlaufen zehn Nervenäste, welche vom Gehirn abgehen und in das Epithel des Schlundes eintreten (Fig. 1 Taf. 1). Jeder dieser Nervenäste besteht aus feinsten Nervenfasern mit eingestreuten Ganglienzellen. Auf dem Querschnitt durch den Schlund trifft man die einzelnen Nervenzüge in Gestalt von ovalen oder kugligen feinkörnigen Gebilden (Fig. 6 Taf. 8). Zwischen diesen Körnchen der quergetroffenen, longitudinal verlaufenden Nervenfasern liegen die Ganglienzellen *gz*, welche durch die stärkere Färbung ihres Leibes aus den hellrosa gefärbten Nervenfasern sich hervorheben

---

1) KÖHLER, in: Annales du Musée de Marseille. Zoologie, Mém. 3.

(nach Behandlung mit neutraler Karminlösung). Aus der großen Anzahl dieser auf dem Querschnitt getroffenen Nerven geht hervor, daß sich die ursprünglich zehn Äste in eine Anzahl von Bündeln aufgelöst haben. Der Durchmesser dieser einzelnen Bündel variiert im Schlund zwischen 0,013 und 0,026 mm (Magendurchm. 4 mm *Spacerechinus granularis*). Fig. 6 auf Taf. 7 giebt einen Längsschnitt durch den Schlund von *Centrostephanus* wieder. Zwischen den Fortsätzen der langen Darmepithelzellen ziehen die zu einem Bündel vereinigten Nervenfasern *nf*. Im Dünndarm lassen sich die Nervenbündel noch leicht auffinden. Im Endtheil desselben, sowie im Rektum haben sie an Umfang abgenommen und ist es schwierig, die oft in geringer Menge vorhandenen Fasern zu erkennen.

Daß vom Gehirnring Nerven nach dem Darmtractus abgehen, hat FRÉDÉRICQ<sup>1)</sup> zuerst beschrieben. Der Bau und ihr Verlauf ist jedoch dem letzten Beobachter, KÖHLER<sup>2)</sup>, unbekannt geblieben. KÖHLER erwähnt ebensowenig die Nerven des Darmes, als er sie abbildete. Sie scheinen ihm mithin gänzlich entgangen zu sein.

### Die Sphäridien und ihr basaler Nervenring.

Die von ihrem Entdecker SVEN LOVÉN als Sphäridien benannten Hautorgane sind noch immer als Sinnesorgane, denen man aber eine bestimmte Funktion mit Sicherheit nicht zuweisen konnte, wenig beschrieben geblieben.

Bei *Centrostephanus longispinus* bestehen sie aus einem eiförmigen, 0,3 mm langen glashellen Gebilde, welches durch einen kurzen Stiel auf der Hautoberfläche befestigt ist. Der gedrungene eiförmige Kopf schwingt bald nach dieser, bald nach jener Seite. Schneidet man eine Globifere hart an der Anheftungsstelle von der Haut ab und untersucht sie in Seewasser, so erkennt man leicht die langen Wimpern, welche an der Basis des Stieles lebhaft hin und her schwingen, während nach dem Kopfende zu die Wimpern an Länge abnehmen und auch spärlicher stehen.

Jede Sphäridie wird vom Körperepithel überzogen. Dasselbe nimmt an Höhe ab und überkleidet den eiförmigen Kopf in Gestalt

---

1) FRÉDÉRICQ, loc. cit.

2) KÖHLER, loc. cit.

eines Plattenepithels. Von der Oberfläche betrachtet, zeigt uns dasselbe den bekannten Anblick der sechseckigen Zellen. Ein kugelig bis ovaler Kern liegt in der Mitte der Zellen, deren Zellsubstanz sich fast gar nicht mit Karmin färbt. Dieses Plattenepithel schließt den Kalkkern, das eiförmige Skelett ein, welches aus einem soliden Kalkkörper von glasig heller Beschaffenheit besteht und nur im Centrum von wenigen untereinander in Kommunikation stehenden Lücken durchzogen wird. In diesen Lücken sind Zellen und Fasern, sowie wenig (unverkalkte) Zwischensubstanz der Bindesubstanz erhalten. Der solide Kalkkörper ist nicht immer so glashell wie bei *Centrostephanus longispinus*; bei *Strongylocentrotus lividus* beispielsweise erscheint die mittlere Partie grasgrün gefärbt.

Dieses das Centrum des Kopfes ausfüllende Kalkgebilde ruht in gleicher Weise wie das Kalkskelett eines Stachels mit seinem Ende, welches mehr abgeplattet ist, auf einem Kalkhöcker der Cutis der Körperwand. Seine Befestigung und Bewegung geschieht mittels glatter Muskelzellen, welche an ihren Enden zerfasert sind (vergl. den Längsschnitt durch eine Sphäridie, Fig. 1 auf Taf. 13).

Zur Untersuchung dieser Verhältnisse, sowie um den Verlauf der zu den Sphäridien ziehenden Nerven zu verfolgen, benutzte ich junge *Spatangus purpureus*. Ein Stück der Mundhaut mit den pinselförmigen Füßchen und den zwischen ihnen sitzenden Sphäridien wurde in 0,3prozentiger Chromsäure entkalkt und mit neutraler Karminlösung gefärbt. Fig. 1 stellt einen Längsschnitt dar. Mit *K* ist der Hohlraum bezeichnet, welchen der Kalkkern erfüllte. In seiner Basis ist die Bindesubstanz noch erhalten. Man sieht, wie der Kalkkern auf einem Kalkhöcker der Cutis fest sitzt. Rechts und links sind die cirkulär angeordneten Muskelfasern *M* zu sehen. An der Basis der Sphäridie ist das Epithel verdickt, und zwar im Umkreis derselben, so daß man von einem Ringwulst sprechen kann. Auf Schnitten sieht man, daß es sich um haarförmige, feine Zellen, wahrscheinlich größtenteils Epithel sinneszellen, handelt. Jede Zelle trägt eine lange Geißel. Der Nachweis, daß diese Zellen mit der darunter liegenden Nervenfaserschicht in Zusammenhang stehen, gelang mir bei der ungemainen Zartheit des Objektes nicht.

In diesem epithelialen Ringwulst verläuft ein cirkulärer Nervenring, welcher in Verbindung steht mit den peripheren Hautnerven *nf*. Von ihm lassen sich Nervenfasern verfolgen, welche an die Muskelschicht herantreten.

Die Existenz eines solchen Nervenringes, der sich zusammensetzt aus kreisförmig verlaufenden Nervenfasern, ist AYERS, der die Struktur der Sphäridien zuletzt untersucht hat <sup>1)</sup>, entgangen. Fig. 2 auf Taf. 13 stellt einen Teil des Längsschnittes Fig. 1 stärker vergrößert dar, und zwar den quer durchschnittenen Ringwulst. Mit *N* sind die Nervenfasern bezeichnet. Die langen Wimpern sind nach einem lebenden Präparat eingezeichnet worden.

Noch zu erwähnen ist, daß Pigmentzellen bei *Spatang. purpur.* am Stiel und auch am Anfangsteil des Kopfes oft in großer Anzahl im Epithel liegen und bei vielen Arten eine besondere Färbung erzeugen <sup>2)</sup>).

Der Entdecker der Sphäridien LOVÉN glaubt in diesen Organen Sinnesorgane zu sehen, welche den Geschmacksorganen zuzuzählen wären, indem er an ihre Lage in der Nähe des Mundes dachte. AYERS stellt nun die Ansicht auf, daß es sich um Gehörorgane handeln möge, welche den Otolithensäcken der *Synapta* gleichzusetzen wären. Sie würden demnach auch mit jenen Gehörbläschen zusammengehören, wie sie bei den Tiefsee-Holothurien, den *Ela-sipoden* in jüngster Zeit bekannt geworden sind. Mit allen diesen Organen haben sie aber morphologisch sicher nichts gemein. Die Sphäridien sind umgewandelte Stacheln. Und dies wird noch sicherer bewiesen durch das Vorkommen des Ringnerven, den ich bei ihnen wie bei den Stacheln aufgefunden habe. Ob sie Erschütterungen u. s. w. des Wassers vermitteln, lasse ich dahingestellt sein, jedenfalls hat eine solche Ansicht viel für sich.

### Die Nervenzüge in den Pedzellarien.

Ein ausgezeichnetes Färbemittel, die Nervenzüge in der Binde-substanz leicht aufzufinden, ist das neutrale Essigkarmin. Während die letztere in ihrer Grundsubstanz kaum einen Ton annimmt, färben sich die Fibrillen mit ihren Zellen, mit Ausnahme des Kernes, der sich tiefer tingirt, nur wenig. Hingegen nehmen die Nervenfasern den Farbstoff besser auf und sind selbst in ihren feinsten Geflechten an ihrer hellrosa Färbung zu unterscheiden. Treten sie aber zu Nervenzügen zusammen, so bieten sie durch

---

1) AYERS, Structure and Function of the Sphaeridia of the Echinides, in: Journ. Micr. Sci., 26. 1885. m. t.

2) Vergl. ebenda.



ihren tiefroten Ton ein Kennzeichen, das sie wieder von den durch eine tiefere Nuance sich abhebenden Muskelfasern leicht unterscheiden läßt.

Die mit Boraxkarmin gefärbten Präparate geben nicht annähernd so brauchbare Präparate. Färbte ich nun noch nachträglich mit wässriger Hämatoxylinlösung (3 Prozent) und wusch in Alaunwasser (1 Prozent) aus, so traten die Nervenzüge mit ihren Ganglienzellen noch distinkter hervor. Während die Kerne der Bindesubstanzzellen fast schwarz erschienen, waren die Kerne der Ganglienzellen durch ihre helle Färbung inmitten des dunklen gefärbten Zelleibes ausgezeichnet deutlich zu sehen. Diese Verschiedenheit in der Aufnahme des Farbstoffes beruht wohl auf der verschiedenen Menge des Nucleins, welches in den Kernen der Ganglienzellen in geringerer Menge eingelagert ist als in den der Bindesubstanzzellen. —

Die Nervenzüge, welche in dem Stiel einer Pedizellarie verlaufen, sind in verschiedenster Anzahl bei den verschiedenen Formen vorhanden.

Die Nervenzüge bestehen aus zu Bündeln angeordneten feinsten Fibrillen, welche miteinander parallel verlaufen. Dem Bündel außen anliegend finden sich Ganglienzellen vor. Besonders an denjenigen Stellen, wo von den Nervenzügen Zweige seitlich abgehen, sind sie stark angehäuft. (Figur 2 Tafel 5.)

Der Durchmesser der Nervenzüge ist ein verschiedener und wechselt nach der Größe der Pedizellarie und der des Seeigels. Bei *Sphaerechinus granularis* variiert der Durchmesser in den Nervenstämmen der *Pedicellariae* gemmiform. zwischen 0,015 und 0,03 mm. Bei den kleinen Pedizellarien von *Echinus microtuberculatus* sind sie nur 0,007 mm stark.

Von den Hauptstämmen, welche in den Kopf der Pedizellarie eintreten, verlaufen in allen Fällen drei bis zur Spitze, in jeder Greifzange einer, um die Sinnesorgane, welche basalwärts von letzteren liegen, sowie das Epithel, welches dorsalwärts von der Kalkspitze liegt, zu versorgen. — (Verg. Fig. 1 auf Taf. 5; Fig. 6 auf Taf. 3.)

Diese drei Hauptstämme steigen empor in den Interstitien der drei Muskeln, welche die Greifzangen bewegen, und hier treten Fibrillen nach allen Seiten in die Muskulatur ein. Ganglienzellen, meist multipolare, findet man in diesem Teile ihres Verlaufes in großer Anzahl vor. (Vergl. Fig. 2 auf Taf. 5.)

Die Topographie dieser Nervenstämme mit all' ihren feinsten Verzweigungen habe ich bei der Beschreibung der Pedizellarien gegeben, sodaß ich mich hier nur auf den Bau derselben einzulassen brauche.

Die feinsten Verzweigungen, welche zum Epithel abgehen, bestehen immer aus mehreren feinsten Nervenfasern, denen noch, jedoch selten, Ganglienzellen anliegen können. Oft gelingt es, den Hinzutritt zu einzelnen Epithelzellen zu verfolgen, und dann zeigt es sich, daß die Nervenfaser direkt übergeht in den Zelleib der Epithelzellen. In anderen Fällen, besonders bei den kleinen Formen von Pedizellarien (*Echinus microtuberculatus*), glückte es mir nicht, dies zu beobachten, doch glaube ich nicht, daß die Verhältnisse bei diesen wesentlich verschiedene sein sollten. — Die Größe der Ganglienzellen ist schwierig zu bestimmen. Die bipolaren Zellen sind von spindliger Gestalt. Ihr Längsdurchmesser beträgt etwa 0,01 mm. Fast den größten Teil der Zelle nimmt der länglich-ovale (Längsdurchmesser 0,006 mm) Kern ein, dessen Membran sich stark absetzt und den hellrosa gefärbten Kernsaft mit dem Kerngerüst einschließt. Letzteres ist gering entwickelt.

Die multipolaren Ganglienzellen besitzen einen bald kreisrund, bald mehr oval geformten Kern (Durchmesser 0,004 bis 0,01 mm). Der Zelleib besteht aus einer fein granulierten Substanz, die sich hellrosa mit neutraler Karminlösung tingiert.

## Die Sinnesorgane der Pedizellarien.

### a) *Sphaerechinus granularis*.

SLADEN beschreibt auf jeder Innenseite einer Greifzange, da wo dieselbe mit der benachbarten zusammenstößt, eine kissenförmige Erhebung, welche er für ein Sinnesorgan erklärt. Eine Abbildung zeigt uns, daß er die allgemeine Gestalt dieser Tasthügel, wie ich diese Organe nennen will, erkannt hat, einen Zusammenhang mit einem Nerven jedoch nicht konstatieren konnte. ROMANES und EWART schreiben den bei unserer Art leicht schon bei schwacher Loupenvergrößerung kenntlichen Sinnesorganen eine Tastfunktion zu, ohne etwas von Nervenendigungen zu berichten. Mit Hilfe der Untersuchung an der frischen Pedizellarie wie an Schnittpräparaten ist es mir gelungen, den feineren Bau wie besonders den der Nervenendigungen klarstellen zu können.

Die Lage der Tasthügel ist unter Vergleichung mit Fig. 1, Taf. 2 am schnellsten zu erkennen.

Jeder Tasthügel hat die Gestalt einer Halbkugel, auf deren Peripherie zapfenartige Erhebungen nach außen hervortreten. Auf jeder derselben ist eine Anzahl starrer unbeweglicher Haare, Tasthärchen angeordnet, die wie Stacheln hervorragen.

Ein Längsschnitt durch einen Tasthügel (Fig. 2, Taf. 2) zeigt diese zapfenartigen Erhebungen in verschiedenen Malen durchschnitten. Über jede Erhebung zieht die Cuticula, welche die Epithelschicht nach außen überkleidet, hin. Unterhalb der Erhebung sind Zellen knospenartig angeordnet, und wir sehen, wie jede Knospe sich nach außen hin hervorwölbt. Das Epithel, welches die Tasthügel zusammensetzt, besitzt eine Höhe von ungefähr 0,06 mm und geht ziemlich unvermittelt über in das gewöhnliche Epithel, welches die Pedizellarien überzieht.

In halber Höhe der Tasthügelzellen liegt eine feinfasrige Masse, welche sich im Centrum jedes Hügels verdickt zeigt und hier die Basalmembran durchbricht und in Gestalt eines Faserzuges in die Bindesubstanz eintritt. Dies ist der Nervenzug, welcher zwischen den Enden von je zwei Zangenmuskeln nach der Tiefe der Pedizellarie und dem Stiele derselben zu verläuft.

Die Zellen des Tasthügels sind sämtlich von langer, schwächiger Form sowohl in den einzelnen Knospen wie zwischen denselben. Sie sind zarte Fäden, welche einen ovalen, sich stark mit Karmin, Hämatoxylin tingierenden Kern zeigen. Letzterer liegt entweder im oberen Teile der fadenförmigen Zelle oder mehr dem Centrum genähert und ist von Plasma umgeben. Dadurch erlangen die Zellen eine spindelförmige Gestalt. Der eine Fortsatz läuft zur Peripherie, während der basale Fortsatz zweierlei Verhalten zeigt. Einmal ist derselbe von feinsten Beschaffenheit und kann sich in zahlreiche feinste Fibrillen verzweigen, welche mit dem Fasergeflecht, der Ausbreitung des Nervenzuges, in Zusammenhang stehen. Das sind die Sinneszellen, welche sich zugleich durch ihren peripheren Fortsatz weiter auszeichnen. Dieser setzt sich fort in ein feines, starres, haarähnliches Gebilde, welches auf der Cuticula unbeweglich aufsitzt. Diese feinen Tasthaare lassen sich selbst an Schnittpräparaten noch deutlich, wenigstens teilweise, konstatieren. Andere Zellen, welche sowohl in den Knospen wie zwischen ihnen stehen, zeichnen sich durch den stärkeren Bau ihres basalen Fortsatzes von den Sinneszellen aus. Ihr Fort-

satz durchsetzt das Nervenfasergeflecht senkrecht und steht in Verbindung mit der Basalmembran, welche ihrerseits kleine Hervorragungen bildet (vergl. Fig. 2, Taf. 2). Diese Zellen, welche sich von den Epithelzellen durch ihre schlanke, fadenförmige Gestalt auszeichnen und vielleicht im Leben Wimpern tragen, will ich als Stützzellen aufführen. Sie setzen also mit den Sinneszellen im Verein die Knospen zusammen. Zwischen denselben finden sich beide Zellformen zerstreut vor.

Zwischen den Nervenfasern, welche das Geflecht bilden, liegen Zellen mit ovalem deutlich hervortretenden Kerne. Diese besitzen bald zwei, meist aber, wie Klopfpräparate, an feinsten Schnitten hergestellt, zeigten, mehrere Fortsätze, welche in dem Geflecht verlaufen. Diese Zellen, welche übereinstimmen in ihrer Gestalt mit den Zellen, wie sie den Nervenzügen anliegen oder zwischen den Nervenfasern zerstreut vorkommen, sind die Ganglienzellen. Sie sind regellos zerstreut und liegen niemals truppweise zusammen.

#### b) *Echinus acutus*.

Bei dieser Art gelang es mir, eine ganze Anzahl von Sinnesorganen aufzufinden. Zunächst erwähne ich die drei unteren Tasthügel, welche jedesmal je einer auf der Innenseite am Grunde jeder der drei Greifzangen liegen. Von gleicher Zusammensetzung im feineren Bau sind die drei oberen Tasthügel, welche auf der Innenseite an der Basis der Kalkspitzen ihre Lagerung haben. Zu diesen kommen noch drei weitere Sinnesorgane, welche ebenfalls auf der Innenseite der drei Greifzangen ihren Sitz haben, aber offenbar von untergeordneter Bedeutung sind (*Sg* in Fig. 1). Außer diesen neun Sinnesorganen trifft man an den verschiedensten Stellen Nervenendigungen in dem Epithel, besonders in dem Teile, welcher die Schleimzellen trägt.

Auf der Figur 1 auf Tafel 5 sind die Tasthügel quer durchschnitten. Von ihrer wahren Größe (sie besitzen einen Längsdurchmesser von 0,13 mm) bekommt man erst einen richtigen Anblick, wenn man einen Längsdurchschnitt durch einen Tasthügel betrachtet, wie ihn Fig. 4, Taf. 5 wiedergiebt. Auf dieser Figur ist zugleich der Verlauf der Nervenstämme angegeben.

Während das Epithel auf dem Köpfchen der Pedizellarie auf der Außenseite ungemein niedrig ist, es beträgt seine Höhe etwa 0,003 mm, hat es da, wo die Schleimzellen gelagert sind, eine Höhe

von 0,016 mm, und in dem Tasthügel kommt die Hervorwölbung desselben durch die ungemeine Länge seiner Zellen, dieselbe beträgt 0,05 mm, zustande. Jeder Tasthügel setzt sich zusammen aus Zellen, deren basale Fortsätze eine faserige Masse bilden, aus welcher die einzelnen Nervenzüge austreten. Die Zellen sind ungemein schwächlich, fadenförmig. Ihr ovaler Kern liegt, von wenig Zellschubstanz umgeben, bald so, daß der periphere Fortsatz kleiner ist als der basale, oder aber, daß der basale Fortsatz der kleinere ist. Jede Zelle setzt sich fort in eine Wimper oder Tasthaar (?), welche noch an den Schnittpräparaten deutlich erhalten war. An Klopffpräparaten gelingt es leicht, die eben geschilderte Form dieser Sinneszellen zu eruieren. Ihre basalen Fortsätze reißen ungemein leicht ab, und schwer ist es, dieselben in dem Fasergeflecht auf weite Strecken zu verfolgen. Vollkommen im Bau gleichen den unteren Tasthügeln die oberen, so daß ich auf ihre Schilderung verzichten kann. Die übrigen Nervenendigungen in der Haut, und hierhin gehört die sich konstant findende Endigung eines Nervenastes in einem Sinnesorgan (*Sg* in Figur 1 auf Tafel 5), bestehen ebenfalls aus langen, fadenförmigen Zellen, deren basale Fortsätze direkt in Nervenfasern übergehen, welche sich zu dem austretenden Nervenaste formieren (vergl. Figur 6 auf Tafel 5). Der austretende Nervenast ist in seinem Verlauf dicht bedeckt von meist bipolaren Ganglienzellen.

#### c) *Strongylocentrotus lividus*.

Die zierlichen gemmiformen Pedizellarien dieser Art besitzen je eine Drüse, in jeder Greifzange dorsal gelagert.

Die noch lebende Pedizellarie läßt dieselben durch ihre gelbliche Färbung leicht erkennen. Schwarz gefärbte Pigmentzellen, welche, in der Bindesubstanz liegend, jeglicher Ausläufer entbehren, treten als schwarze Punkte vereinzelt auf (Figur 10, Tafel 3).

Auf der Innenfläche jeder Greifzange, der Basis derselben genähert, erhebt sich ein hügelartiges Gebilde, auf welchem starre Borsten unbeweglich stehen. Dieses Gebilde ist der Tasthügel, wie ich ihn nennen will, und die starren, langen Borsten, welche Zellen zugehören, will ich als Tastborsten aufführen. Daß auch bei den übrigen Arten und Gattungen Tastborsten auf den Tasthügeln neben leicht beweglichen Wimperhaaren stehen, habe ich schon oben geschildert. So schön, wie an den Pedizellarien dieser Art, habe ich sie jedoch sonst kaum wahr-

genommen. Der Bau der Tasthügel ist folgender: Das Epithel auf der Innenseite der Greifzangen ist im allgemeinen aus kubischen Zellen zusammengesetzt und werden die Tasthügel durch Zellen gebildet, welche eine fadenförmige Gestalt haben und deren basale Fortsätze sich in feine Fasern fortsetzen, welche in dem Nervengeflecht sich verzweigen. Fig. 9, Taf. 3 giebt den Teil eines Querschnittes durch eine Pedizellarie wieder, welcher die drei Tasthügel der Länge nach getroffen zeigt. Der Verlauf der drei Nervenäste — zu je einem Tasthügel tritt je ein Nervenast — ist nur auf Längsschnitten zu erkennen.

---

### Kapitel 3.

#### Das Wassergefäßssystem.

Durch die Madreporenplatte, deren Poren durch keine Muskulatur geschlossen werden können, steht das Wassergefäßsystem in stets offener Kommunikation mit dem umgebenden Meerwasser. Der Steinkanal vereinigt in sich die verschiedenen Kanälchen der Madreporenplatte, durchzieht die Leibeshöhle und setzt sich oberhalb des Kauapparates fest, um hier einen Ringkanal zu bilden. Von diesem Ringkanal steigen fünf Kanäle auf der Außenfläche der Laterne herab und verlaufen parallel mit den fünf aus derselben hervortretenden radialen Hauptnervenzstämmen, der Leibeshöhle zugekehrt (vergl. Fig. 1, Taf. 1, s. Figurerklärung). Diese fünf radialen (ambulacralen) Wassergefäßstämme geben seitlich Äste ab zu den Ampullen und Füßchen. Es enden die Wassergefäßstämme blind im Fühler, wie weiter unten beschrieben wird.

Es gehen nun aber von dem Ringkanal auf der Laterne noch weitere fünf Kanäle ab, welche in die fünf sogenannten Polischen Blasen, lungenähnliche Organe, eintreten.

#### 1) Madreporenplatte und Steinkanal.

Der Bau der Madreporenplatte und des Steinkanals der Echiniden ist vollkommen übereinstimmend mit dem der Asteriden. Das gilt in Hinsicht des gröberen Baues, während der feinere Bau in einzelnen nebensächlichen Verhältnissen Abweichungen

zeigt, die als Vereinfachungen oder Rückbildungen angesehen werden müssen. Zur Schilderung wähle ich die Madreporenplatte eines jungen *Echinus melo* (Durchmesser 1 cm).

Durch die entkalkte Platte werden Vertikalschnitte angefertigt. Hierzu eignen sich am besten kleine Seeigel, bei denen der Kalk in geringerer Menge in der Körperwand abgelagert ist.

Figur 1 auf Tafel 11 zeigt einen Längsschnitt durch die Madreporenplatte und den Anfangsteil des Steinkanals *St-K*. Nur drei Poren sind mit ihren Kanälen getroffen. Bei älteren Tieren ist die Zahl derselben bedeutend vermehrt, und kommt es dann zur Bildung einer Ampulle, das heißt eines gemeinsamen Raumes, welcher sämtliche Porenkanäle aufnimmt. Aus diesem tritt der Steinkanal aus. Es existiert nur dieser Zusammenhang zwischen Porenkanälchen und Steinkanal. Ebenso wenig wie bei den Asteriden stehen die Kanälchen mit anderen Hohlräumen in Verbindung.

Das Epithel, welches die Oberfläche der Madreporenplatte überzieht, zeichnet sich durch nichts von den an den übrigen Körperstellen vorkommenden Zellen aus. Dasselbe gilt von dem die Porenkanälchen auskleidenden Epithel, dessen Zellen mit langen Wimpern versehen sind, einen gleichen Höhen- wie Breiten-durchmesser besitzen.

Der Steinkanal beginnt mit einer Krümmung. Er stellt ein mehrfach gekrümmtes Rohr dar. Seine Innenfläche ist vollkommen glatt. Zu solchen Bildungen, wie sie die Asteriden zeigen — in das Innere hervorspringende Schneckenwindungen — kommt es bei keiner der von mir untersuchten Formen. Ein Unterschied in der Bildung des Innenepithels ist jedoch zu erwähnen, welcher von großer Bedeutung für die Frage nach dem Austausch des Seewassers zu sein scheint.

Das Epithel setzt sich beim erwachsenen Tiere zusammen aus feinen Zellen, welche einen spindeligen Kern besitzen, wie es Figur 2 auf Tafel 11 zeigt. Zu jeder Zelle gehört eine feine Wimper. Eine Cuticula ist nicht vorhanden, die Wimpern sitzen vermittels Fußstücken auf dem Zelleib<sup>1)</sup>, wie ich früher für einige Epithelien der Echinodermen und dann FRENZEL<sup>2)</sup> für andere erwiesen hat.

---

1) Auf diese Verhältnisse konnte ich mich nicht näher einlassen, da ich nur an Schnitten den Steinkanal untersuchte und mir zunächst die Erforschung der anatomischen Verhältnisse am Herzen lag und ich das Eingehen auf feinste histologische Details beiseite lassen mußte.

2) FRENZEL, Zum feineren Bau des Wimperapparates, in: Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 28. 1886.

An der dem drüsigen Organ zugewendeten Seite ist eine Lücke in dem Wimperepithel, hier stehen im ganzen Verlauf des Steinkanals Zellen von durchaus anderem Bau (*Sphaerechinus granularis*). Diese Zellen sind von gleicher Höhe wie Breite und besitzen einen kugeligen Kern in ihrer hellen Zellsubstanz. Wimpern oder Reste von solchen fand ich nicht vor; dennoch glaube ich, daß auch diese Zellen im Leben Wimpern tragen werden. Von welcher Bedeutung diese Längsleiste von kubischen Zellen für die Funktion des Wassergefäßsystems sein mag, darüber kann man verschiedener Meinung sein. Daß durch den Steinkanal und die Madreporenplatte nicht nur Wasser ein-, sondern auch ausgeführt werden kann, ist von vornherein anzunehmen, da die Poren stets geöffnet sind, und ich glaube, daß im Steinkanal stets eine nach außen und eine nach innen führende Strömung vorhanden ist und diese durch die Verschiedenheit im Epithel und der Wimperung vermutlicherweise zustande kommt.

Die Wandung des Steinkanals setzt sich außer dem Innenepithel noch aus einer Bindesubstanzschicht mit Kalkkörpern und einem äußeren Epithel zusammen, welches aus abgeplatteten Wimperzellen besteht. Es stimmen die Steinkanäle der verschiedenen Echinodermenabteilungen somit in der Zusammensetzung der Wandung aus den gleichen Schichten miteinander überein.

### **Der Wassergefäßring (Ringkanal) und die von ihm abgehenden Kanäle.**

Der Steinkanal steigt, neben dem drüsigen Organ gelagert, nach dem Kauapparat herab, in seinem letzten Abschnitt dicht an der dorsalen Blutlakune verlaufend und mit dieser durch ein Mesenterium verbunden, wie Figur 3 auf Tafel 7 zeigt. Zur Ergänzung dieser Figur diene Figur 2 auf derselben Tafel. Der Magendarm *MD* und der in dem Kauapparat liegende Schlund *Sch* ist längs durchschnitten. Mit *M* ist die dem Kauapparat aufliegende Membran bezeichnet, während dieser selbst nicht angegeben ist. Der Steinkanal mündet nun in den Ringkanal, welcher auf unserer Figur rechts und links vom Darne quer durchschnitten ist *quRk*. Oberhalb desselben verläuft der Blutlakunenring *quBLR*.

Das Epithel des Ringkanals, sowie aller seiner Verzweigungen setzt sich aus abgeplatteten Zellen zusammen, welche feine Wimpern



tragen. Es ist in allen Kanälen des Wassergefäßsystems dasselbe. Die Zellen selbst bleiben stets ungefärbt, und nur der Kern nimmt die Färbeflüssigkeit auf.

Vom Ringkanal gehen nun zunächst fünf Kanäle zu den Respirationsorganen, die als Polische Blasen bezeichnet werden, obgleich ihr Bau ganz abweicht von dem Bau, wie ihn diese Organe bei den Asteriden u. s. w. zeigen. Weiter steigen fünf Kanäle auf der Außenseite der Laterne herab, und zwar in der Mittellinie der Interpyramidalmuskeln gelegen, um durch die Auriculae durchzutreten und nun mit den Nervenstämmen parallel bis zu den Fühlern in den Ambulacren zu ziehen. Von diesen fünf Ambulacral-Wassergefäßen treten Äste in die Ampullen und die Füßchen. Ein Vertikalschnitt durch ein Ambulacrum zeigt folgendes Bild: Der Nervenstamm ist quer durchschnitten *RN* (vergl. Figur 1, Tafel 9), er liegt in dem ambulacralen Schizocölraum *Sch*<sup>1</sup> + *Sch*<sup>2</sup>. Nach außen von diesen, der Leibeshöhle zugewendet, ist das ambulacrale Wassergefäß ebenfalls quer durchschnitten gelegen *W*. Von diesem tritt je ein Ast bald rechts, bald links aus, begleitet in seinem Anfangsteil vom Schizocölraum. Dieser Ast tritt in die Ampulle *Amp* ein, die zu dem nur in seiner Basis gezeichneten Füßchen *F* gehört. Aus der Ampulle treten, wie LOVÉN zuerst beobachtet hat, zwei Gefäße aus (bei den Asteriden immer nur eins), um die Körperwand zu durchbrechen und unterhalb der Basis des Füßchens miteinander zu einem Hohlraum zu verschmelzen, welcher im Füßchen blind endet, wie Figur 1 auf Tafel 9 zeigt. Die Ampullen besitzen eine dünne Wandung. Außen wird dieselbe von dem Leibeshöhlenepithel überkleidet. Hierauf folgt eine dünne Binde substanzschicht und nach innen von dieser eine Ringmuskelschicht. Die glatten Muskelfasern sind untereinander verästelt und mehr oder weniger abgeplattet. Nach innen von dieser Muskelschicht liegt das wimpernde, aus Pflasterzellen zusammengesetzte Innenepithel.

Im Wassergefäßsystem der Echiniden, regulären wie irregulären, fehlen Ventile zum Abschluß der Flüssigkeit in den Füßchen, wie sie bei den Asteriden schon länger bekannt sind und ich sie bei den Holothurien (*Synapta digitata*) am Eingange in die Mundtentakel aufgefunden und beschrieben habe<sup>1</sup>).

An die Stelle dieser Ventile tritt bei den untersuchten Arten eine andere Einrichtung. Es sind Muskelfasern quer aufgespannt

---

1) Siehe Heft 1 dieser Beiträge.

zwischen je zwei benachbarten Wänden der Ampulle, welche einen Verschuß derselben bewirken können. LEYDIG<sup>1)</sup> war es, der zuerst auf diese Bildungen aufmerksam gemacht hat. Er fand in den Ampullen der Füßchen von *Echinus esculentus* diese auch von ihm als echte Muskelfasern angesehenen Fasern. Diese leicht zu bestätigenden Angaben sind, wie so viele andere (vergl. das über die Blutlakunen und den Steinkanal Gesagte), von HOFFMANN<sup>2)</sup> in Abrede gestellt worden. LUDWIG<sup>3)</sup> fand bei seinen Untersuchungen über die Crinoiden ähnliche Bildungen und bestätigte auch die LEYDIG'schen Angaben.

An den Ampullen der jungen Tiere (bis 1 cm Durchmesser) sind zwischen den beiden parallelen Wänden der Ampullen einzelne Muskelfäden ausgespannt, welche stets vom Epithel überkleidet werden, oder aber es sind die Muskelfasern zu mehreren verbunden, und dann zeigt sich eine parallele Anordnung derselben, so daß sich dann beide Bänder zwischen den beiden abgeplatteten Seitenwänden ausspannen. An den Ampullen der erwachsenen Tiere sieht man durchbrochene Wände zwischen den beiden Seitenflächen stehen, welche durch Verschmelzung der Muskelfasern entstanden sind. Hier zeigt es sich am deutlichsten, daß das Epithel, welches die Ampullenwandungen innen überzieht, auch auf diese durchbrochenen Verbindungsbrücken sich fortsetzt, und daß selbst die dünne Binde substanzschicht der Ampullenwandung in diese Brücken übertritt und in Gestalt einer dünnen Lamelle mit Fasern und Zellen gleichsam die Axe bildet, welcher auf beiden Seiten die Muskelfasern aufliegen. Letztere sind deutlich durch die Färbung von den feineren Fibrillen der Lamelle zu unterscheiden.

Die gleichen, wie Stricke ausgespannten Muskelfasern fand ich in den Füßchen vor, wie ich bei der Beschreibung derselben auseinandergesetzt habe. Auch bei den Spatangiden habe ich ähnliche Bildungen in den pinselförmigen Füßchen angetroffen und werde ich diese weiter unten zu beschreiben haben.

An dieser Stelle würden die verschiedenen Formen der Füßchen, in denen bekanntlich Äste des ambulacralen Wasser-

---

1) LEYDIG, Kleinere Mitteilungen zur tierischen Gewebelehre, in: Müller's Archiv für Anatomie u. Physiologie. 1854.

2) HOFFMANN, Zur Anatomie der Echiniden und Spatangiden, in: Niederländ. Archiv für Zoologie. Bd. 1. 1871. pag. 77.

3) LUDWIG, Beiträge zur Anatomie der Crinoideen, in: Morpholog. Studien. Bd. 1. pag. 17.

gefäßes eintreten, zu beschreiben sein. Ich habe ihren Bau jedoch besser zu schildern geglaubt da, wo ich das Nervensystem derselben darstellte, weshalb ich hier auf dieses Kapitel verweise.

## Die Respirationsorgane.

### 1) Die fünf Anhangsorgane auf der Oberfläche des Kauapparates.

Betrachtet man die Laterne von oben, so sieht man zwischen je zwei Bogenstücken, also in den Radien der Zähne gelegen, und zwar in den von den fünf Muskeln begrenzten Räumen, bläschenförmige Gebilde liegen, welche durch einen Kanal mit den um den Anfangsteil des Magens konzentrisch verlaufenden beiden Gefäßen in Zusammenhang zu stehen scheinen. Die Farbe dieser Organe ist eine verschiedene bei den einzelnen Arten. Die Gebilde haben je nach den Pigmenten, welche in Zellen abgelagert sind, bald einen gelben, bald mehr bräunlichen Ton. An den Spiritusexemplaren ist ihre Farbe meist schmutzigweiß. (Vergl. Figur 3 auf Tafel 7, Oberflächenansicht des Kauapparates.)

Am stärksten ausgebildet sind diese Organe bei *Echinus acutus* und *E. melo*, ebenso bei *Sphaerechinus granularis*. Vorhanden sind sie bei allen Echiniden, die ich aus dem Mittelmeere untersuchte. Zuerst hat VALENTIN<sup>1)</sup> diese Organe abgebildet und kurz beschrieben. Bei TIEDEMANN<sup>2)</sup> finde ich sie überhaupt nicht erwähnt.

TEUSCHER<sup>3)</sup> beschreibt dann genauer diese Gebilde als Polische Blasen. Unter diesem Namen werden sie auch von KOEHLER<sup>4)</sup> aufgeführt. Mit den Polischen Blasen, wie sie bei den übrigen Echinodermenklassen auftreten, haben diese Organe nichts zu thun. Ihr Bau ist ein vollkommen abweichender und weit komplizierter als der der Polischen Blasen.

Die Angaben von TEUSCHER basieren auf Injektionspräparaten. Es gelang ihm, diese Organe vom Ringkanal aus zu füllen. „An gut injicierten Exemplaren sieht man, daß nicht das ganze Organ sich füllt, sondern nur vom Stiel aus zwei bis drei enge Kanäle

---

1) VALENTIN, a. o. O.

2) TIEDEMANN, a. o. O.

3) TEUSCHER, Echiniden, p. 523.

4) KOEHLER, a. o. O.

Farbstoff einlassen, welche sich sehr fein baumartig verästeln, aber ohne die Peripherie zu erreichen.“ Es sind das die feinen Verzweigungen des Wassergefäßes; jene der Blutlakunen sind TEUSCHER unbekannt geblieben. Indem TEUSCHER weiter auf die Funktion dieser Organe zu sprechen kommt, setzt er auseinander, daß wir es mit verkümmerten Polischen Blasen zu thun hätten, die „als Reservoir für den Inhalt des Ambulacralsystems zu dienen“ nicht mehr fähig wären.

Der letzte Beobachter unserer Organe ist KÖHLER<sup>1)</sup>. Ihm ist es nicht entgangen, daß sowohl Blutlakunen vom Blutlakunenring als auch Gefäße vom Ringkanal in diese Gebilde münden, und glaubt er in ihnen eine Kommunikation beider Systeme, des Blut- wie Wassergefäßsystemes, erkennen zu können. In Figur 31 auf Tafel 5 bildet dieser Forscher einen Schnitt durch unser Organ ab, ohne jedoch irgend welches Epithel, welches sich in den Gefäßen der Hohlräume findet, welche mit dem Ringkanal kommunizieren, anzugeben. In der Beschreibung kommt er zu dem Endresultat, daß der Bau dieser Polischen Blasen, wie er ebenfalls diese Organe benennt, gleich sei dem Bau der ovoiden Drüse (dem Herzen VALENTIN'S, HOFFMANN'S). Somit ist auch ihm der eigentliche Bau dieser Organe entgangen, ohne dessen Kenntnis überhaupt ein Schluß auf die Funktionen derselben unmöglich ist. — Ich verweise zur Orientierung auf Figur 2, Tafel 7, welche einen Längsschnitt durch Magendarm und Schlund, Ringkanal *RK*, Blutlakunenring *BLBLR*, Steinkanal *StK* und unser Organ *L* wiedergibt. Die Laterne, auf deren oberer Membran in der angegebenen Lage unser Organ liegt, ist in ihrem unteren Teile weggelassen worden. Während die nach oben gekehrte Fläche des Organes annähernd glatt erscheint, ist die untere mehrfach gelappt und zeigt bläschenartige Auftreibungen. Ein großer Hohlraum im Innern des Organs steht mit diesen kleineren Aussackungen in Verbindung. Wie aus der Figur hervorgeht und wie aus Querschnittsserien bezeugt wird, geht vom Ringkanal des Wassergefäßsystemes ein Kanal in das Organ, welcher mit dem Hauptlumen desselben in Verbindung steht. Von diesem gehen kleinere Ästchen zu den einzelnen traubenartigen Aussackungen. Das Epithel, welches im Ringkanal sich findet, setzt sich fort in unser Organ und kleidet sämtliche bisher beschriebenen Hohlräume aus. Die Zellen besitzen Wimpern, von denen Fragmente an Schnittpräparaten noch teilweise erhalten

---

1) KOEHLER, *Echinides des côtes de Provence*, pag. 77.

sind. Weiter trifft man dieselben Wanderzellen an, welche im Wassergefäßsystem auftreten. Sie liegen oft zu Ballen gehäuft in den beerenartigen Ausstülpungen. Zwischen ihnen ist ein braunkörniges Pigment in ziemlicher Menge angesammelt. Dieses ist es, welches dem Organ die eigentümliche Farbe mitgiebt im Verein mit der Blutflüssigkeit, auf welche ich sogleich zu sprechen komme.

Die besonders verdickte obere Wandung des Organes zeigt in seiner Binde substanzschicht ein System von Lakunen und Hohlräumen, welche sämtlich miteinander und durch eine Lakune mit dem Blutlakunenring in Verbindung stehen. Die geronnene Blutflüssigkeit läßt sich bei prall angefülltem Lakunenring aufs deutlichste in der Wandung unseres Organes verfolgen. Zottenförmige Erhebungen, mit derselben erfüllt, ragen in die Hohlräume hinein, welche vom Ringkanal und Steinkanal aus gespeist werden. Zahlreiche Blutwanderzellen sind in der geronnenen, mit neutralem Karmin rosa tingierten Flüssigkeit zerstreut.

Die Wandung des Organes besteht aus einer dasselbe überziehenden Epithelschicht, dem Cölomepithel, und der Binde substanzschicht, in welcher sich die Lakunen finden. Irgendwelche Verkalkungen treten nicht auf, und bietet diese Zellschicht mit ihren wenigen Spindelzellen und Fasern nichts von Belang.

Fragt man nun nach der Bedeutung dieser fünf Anhangsorgane, so ist die zunächst liegende Erklärung wohl die, an Respirationsorgane zu denken. Eine solche Annahme will ich zu begründen suchen. Von außen her wird durch die Madreporplatte, deren Poren stets geöffnet sind und überhaupt nicht verschlossen werden können, Wasser aufgenommen und in den Steinkanal geleitet. Dieser mündet in den Ringkanal, welcher der Laterne aufliegt. Es gelangt also das frische Seewasser zunächst in diesen Kanal und von hier aus durch die engen Kanälchen in unsere fünf Organe. Hier bespült das Wasser die zottenförmigen Bildungen, welche in den Haupthohlraum hineinragen. In diesen Zotten cirkuliert die Blutflüssigkeit, welche ihrerseits aus dem Blutlakunenring, der oberhalb des Ringkanals verläuft, in die Organe Zutritt erlangt hat. Die regenerierte, mit Sauerstoff versehene Blutflüssigkeit hat man sich dann wieder, aus dem Lakunenring austretend, cirkulierend zu denken.

Somit würde diesen Organen eine Funktion zukommen, wie sie bei einem Teil der Holothurien die Wasserlungen ausüben, in welche durch das Rectum Seewasser gelangt und mit der Blut-

flüssigkeit durch die große Menge der sich auf ihnen ausbreitenden Lakunen in Berührung kommt.

Daß auch ein reger Austausch zwischen den Wanderzellen des Blutsystems einerseits und denen des Wassergefäßsystems stattfindet, ist bei der amöboiden Bewegung derselben wohl anzunehmen (vergl. Fig. 4 auf Taf. 7).

### Die Ambulacralkiemem.

Als Respirationsorgane deutet man seit langer Zeit die Ambulacralkiemem, Anhänge der äußeren Mundhaut. Diese Organe finden sich als fünf Paar dendritisch verzweigte, hohle Gebilde um die Mundöffnung kreisförmig angeordnet vor. Sie sind als Ausstülpungen der gesamten Körperwand anzusehen und morphologisch wie physiologisch gleich zu setzen den Kiemenbläschen auf dem Rücken der Asteriden.

Sowohl TIEDEMANN<sup>1)</sup> als DELLE CHIAJE<sup>2)</sup> kannten diese Organe; näher beschrieben wurden sie erst später von VALENTIN<sup>3)</sup> und ERDL<sup>4)</sup>. Beide Forscher geben Abbildungen derselben. ERDL's Angaben sind sehr ausführlich. Er beschreibt jede der fünf in gleichen Abständen sitzenden Kiemen als Säckchen, welches auf der Haut sich erhebt und einzelne cylindrische Fortsätze treibt, welche sich dendritisch verzweigen. „Das Säckchen ist sehr dick und fleischig und mit vielen kleinen Warzen an der Oberfläche bedeckt.“ Wenn er aber annahm, daß diese Organe mit dem Ringgefäß in Zusammenhang ständen, so war er hierin im Irrtum, wie VALENTIN zuerst zeigte.

Im folgenden will ich eine Darstellung des feineren Baues geben, wie er auf Schnitten sich zeigt (speciell von *Echinus acutus*). Die Höhlungen in den Kiemenbäumchen stehen in offener Kommunikation mit der Leibeshöhle, und das Wimperepithel, welches sich in dieser findet, kleidet auch die Hohlräume der Kiemen aus. Die äußere Fläche wird von dem allgemeinen Körperepithel über-

---

1) TIEDEMANN, Anatomie der Röhrenholothurie des pomeranzenf. Seesternes und Steinseeigels. Landshut 1816.

2) DELLE CHIAJE, Memorie, Vol. 1.

3) VALENTIN, Monographie d'Echinodermes: l'anatomie du genre *Echinus*. Neuchatel 1842.

4) ERDL, Über den Bau der Organe, welche an der äußeren Oberfläche der Seeigel sichtbar sind. Wiegmann's Archiv 1842. Achter Jahrg. Erster Band, p. 45.

zogen und besitzt lange Wimpern. Eine Muskulatur fehlt diesen Organen vollständig. Die Wandungen setzen sich vielmehr nur zusammen aus dem äußeren Wimperepithel, der Binde substanzschicht und dem inneren Wimperepithel. Die Dicke der Wandungen ist sehr verschieden, am stärksten natürlich an den basalen Teilen, so am Hauptstamm, welcher der Mundhaut direkt aufsitzt. Dementsprechend sind auch die einzelnen Schichten sehr verschieden ausgebildet. Figur 12 auf Tafel 6 giebt von einem Längsschnitt durch die Wandung einen Teil wieder, und zwar rührt der Schnitt von einem der größeren Äste her. Das äußere Wimperepithel *ep* setzt sich aus langen, feinen, haarförmigen Zellen zusammen, welche einen kugeligen bis ovalen Zellkern tragen, welcher bald mehr der Peripherie, bald mehr der Basis genähert liegt. Zwischen diesen Zellen liegen eiförmige, mit stark lichtbrechenden Körnchen erfüllte Zellen, die Wanderzellen *Kz*. Sie drängen die Epithelzellen auseinander und liegen entweder ganz peripher, oder mehr in der Tiefe. Da die Binde substanzschicht über und über von ihnen erfüllt wird, so wandern sie wahrscheinlich aus dieser in das äußere Epithel, um vielleicht von hier nach außen zu gelangen. Es stimmen diese Körnerzellen ganz überein mit den früher bei den Holothurien beschriebenen Wanderzellen sowie mit den im drüsigen Organ in Mengen vorkommenden Gebilden. Die stark lichtbrechenden Körner färben sich mit Karmin nicht, nur die zwischen ihnen liegende Zellsubstanz nimmt einen rötlichen Ton an. Mit Anilinfarben behandelt, tingieren sich die Körner sofort, so mit Anilingrün ziemlich dunkel, während der Kern von kreisrundem Umriß einen tieferen Ton erhält.

Die Binde substanzschicht enthält Kalkkörper, ein gitterartiges Skelett, welches VALENTIN geschildert hat <sup>1)</sup>. Reste desselben sind in der Figur mit angegeben. Zwischen diesen Kalkstücken und dem äußeren Epithel ist die Binde substanzschicht am meisten durchsetzt von den Körnerzellen, die je nach ihrem Bewegungszustand bald kuglig, oval oder mit stumpfen Fortsätzen versehen sind. Diese Lage der Binde substanz enthält Zellen und wenig Fasern. In der im Leben flüssigen Intercellularsubstanz bewegen sich die Körnerzellen. Oft trifft man sie in großen Trupps nebeneinander liegend.

Das Innenepithel ist teilweise in Falten gelegt, wie die Figur zeigt, und sind seine Wimperzellen mit länglichen, stiftförmigen

---

1) A. o. O.

Kernen in den größeren Hohlräumen der Kiemen versehen, während in den Enden die Kerne oval oder kugelig gebildet sind.

Die Hohlräume selbst sind erfüllt von unregelmäßig geformten Zellen *wz*, die sich durch ihre glashelle Zellsubstanz auszeichnen. Nur der Kern färbt sich mit Karmin, die Zelle selbst bleibt ungefärbt. Die Zellen stimmen überein mit denen, wie sie in der Leibeshöhle beschrieben werden, und sind von den Körnerzellen mit Leichtigkeit zu unterscheiden.

---

#### Kapitel 4.

### Die Bluträume (*Spaerechinus granularis*).

Zu den Bluträumen rechne ich die Schizocölbildungen in der Leibeswand, welche bisher teils bekannt, teils unbekannt waren. Das letztere gilt von dem großen Schizocölsinus, welcher den Anfangsteil des Steinkanals umgiebt und das Ende des drüsigen Organes (vergl. Herz) umschließt, sowie von den fünf zu den Geschlechtsorganen ziehenden Räumen. Hierher gehört weiter der ringförmig verlaufende Hohlraum am Schlund, in welchen die fünf paarigen radiären Längskanäle münden.

Außer diesen Bildungen besteht ein geschlossenes Blutlakunensystem, welches sich zusammensetzt aus den Lakunen des Darmes, dem analen Lakunenring und dem Lakunenring, welcher dem Anfangsteil des Magens aufliegt. In diesen Lakunen trifft man die Blutflüssigkeit mit Zellen an, während in den oben genannten Bildungen die Zellen in Form und Bau dieselben sind, aber die Flüssigkeit eine abweichende ist.

Die Blutlakunen des Darmes sind mit bloßem Auge wahrnehmbar und daher schon frühzeitig beschrieben worden. Das Vorhandensein eines Blutlakunenringes hingegen wurde bald als erwiesen angenommen, bald wieder bezweifelt, bald aber wurde der Ringkanal des Wassergefäßsystems mit demselben verwechselt.

Bei TIEDEMANN <sup>1)</sup> wird ein Lakunenring oberhalb der Laterne nicht erwähnt, während VALENTIN <sup>2)</sup> einen arteriellen und venösen

---

1) TIEDEMANN, Anatomie des Steinseeigels, 1816.

2) VALENTIN, Anatomie du genre Echinus, in: Monographies d'Echinodermes par L. AGASSIZ.



Schlundring beschreibt. JOH. MÜLLER<sup>1)</sup> hat bereits gezeigt, daß der letztere in keinem Zusammenhang steht mit den Darm-lakunen, sondern der Wassergefäßring ist.

Bei HOFFMANN<sup>2)</sup> tritt eine Verschmelzung des Blutlakunen- und Wassergefäßsystems ein. In seiner kurzen Abhandlung über dasselbe, welche als Nachtrag zu seiner größeren Arbeit über die Echiniden folgt, nimmt er einen Teil seiner früheren Angaben zurück und stellt das Vorkommen eines Blutlakunenringes in Abrede. Es komme nur ein Gefäßring vor, welcher dem Wassergefäßsystem zugehöre, und in diesen sollen die Darmlakunen münden! Dann wird ein Gefäß beschrieben, dem das Herz eingeschaltet ist, und dieses soll der Steinkanal sein! Was man früher als Steinkanal deutete, wäre jedoch nur eine bandartige Verdickung des Mesenteriums! Diese Resultate, welche noch weniger wiedergeben, als mit bloßem Auge zu sehen und zu erkennen ist, sind völlig unbrauchbar, und ist der Fortschritt, den TEUSCHER'S Arbeit bedeutet, gegen HOFFMANN'S Mitteilungen nicht hoch genug zu veranschlagen. TEUSCHER<sup>3)</sup> giebt im großen und ganzen die Anordnung der Lakunen, das Vorhandensein eines Blutlakunenringes, welcher oberhalb des Wassergefäßringes gelegen ist, richtig an, während er den feineren Bau unberücksichtigt läßt. KOEHLER hat seine Angaben durch neue Abbildungen erläutert und bestätigt.

Die Laterne wird von einer Membran umhüllt, welche nach außen überzogen wird von dem wimpernden Cölomepithel. Dieser Membran *M* in Fig. 2, Taf. 7 liegt zunächst auf der Wassergefäßring, oder Ringkanal und auf diesem der Blutlakunenring *quBLR*, welcher auf dem Längsschnitt quer durchschnitten ist. Keiner der beiden ringförmig verlaufenden Gebilde liegt dem Darm an; beide sind durch einen ansehnlichen Zwischenraum von demselben getrennt (Fig. 2, Taf. 7). Ungefähr einander gegenübergelegen mündet die dorsale wie ventrale Darmblutlakune ein. Als dorsale Darmblutlakune *DBL* bezeichne ich im Anschluß an TEUSCHER<sup>3)</sup> die an der äußeren Seite des Darmes verlaufende, am Magen neben dem Steinkanal emporsteigende Lakune, während

---

1) JOH. MÜLLER, Siebente Abhandlung in: Abhandlungen der Akad. Berlin.

2) HOFFMANN, Niederländ. Archiv, Bd. 1 Über das Blutgefäßsystem der Echiniden.

3) TEUSCHER, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen, Echiniden, in: Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. 10. 1876. pag. 517.

die an der inneren freien Seite des Darmes gelegene Darmlakune als ventrale *VBL* zu benennen ist, um den Ausdrücken wie Darmarterie und Darmvene *TIEDEMANN's* aus dem Wege zu gehen.

Verlauf der dorsalen Blutlakune. Um den Verlauf dieser Lakune darzustellen, wie ich denselben abweichend von meinen Vorgängern durch Schnittserien gefunden habe, ist Fig. 3, Taf. 7 zum Vergleich heranzuziehen, welche die Verhältnisse bei *Sphaerechinus granularis* wiedergibt. Aus dem Blutlakunenring *BLR* entspringt die dorsale Darmlakune, dem Magendarm anliegend und mit diesem durch ein Mesenterium verbunden. Neben ihr erhebt sich der Steinkanal *St-K*. Der Magen zieht eine Strecke senkrecht empor dem After zugewendet, um dann umzubiegen und nach einigen Windungen in den Dünndarm überzugehen. Die dorsale Blutlakune begleitet den Magendarm bis zu dieser Umbiegung und geht hier eine Verzweigung ein. Ein Teil setzt sich am Magendarm weiter fort, während ein Teil der Lakune zum drüsigen Organ aufsteigt, um sich auf der Oberfläche desselben zu verzweigen.

Diese Verzweigungen und Verästelungen kann man bei schwacher Vergrößerung bereits erkennen. Die den Magendarm weiter begleitenden Lakunen gehen an der Einmündung desselben in den Dünndarm *DD* auf letzteren über, und stellt die oft gering entwickelte dorsale Lakune desselben vor. Sie läßt sich in ganzer Ausdehnung des Dünndarmes verfolgen und verläuft auf dem Rectum in gleicher Weise.

Verlauf der ventralen Blutlakune. Die ventrale Blutlakune ist in ihrer ganzen Ausdehnung stärker entwickelt als die dorsale. Sie entspringt aus dem Blutlakunenring und läuft senkrecht empor am Magendarm, an demselben durch ein Band angeheftet. Diese Lakune macht, wie die ihr gegenüberliegende dorsale, die Umbiegung des Magendarmes mit bis zum Übergang desselben in den Dünndarm. Hier findet folgende Änderung in ihrem Verlaufe statt. Die ventrale Blutlakune setzt sich fort auf den Nebendarm und verläuft, diesem eng anliegend. Auf Schnittserien, welche durch Dünn- und Nebendarm gelegt sind, trifft man zwischen beiden ersteren nur sehr feine, äußerlich nicht erkennbare Lakunen an, während von der ventralen Lakune in die Wandung des Nebendarmes die Blutflüssigkeit unbehindert eindringen kann und sich in der Bindesubstanzschicht der Darmwandung in feinen und feinsten Lakunen und Spalten verzweigt. (Vergl. Fig. 3, Taf. 7.)

Der feinere Bau der Darmblutlakunen. Bisher habe ich den Namen Blutgefäße mit Absicht vermieden, da das, was wir bei den Echiniden in Gestalt von Gefäßen am Darm verlaufen sehen, Hohlräume und Lakunen sind, welche einer festen Wandung, eines Endothelbelages entbehren. Nur im Verlaufe der ventralen Lakune am Magendarm ist oft ein Lumen vorhanden; doch wird auch dieses von Bindegewebssträngen und Balken durchzogen. Da wo der Darm an einem Mesenterium befestigt wird, stellen sich die Lakunen (es kommt hier die dorsale im ganzen Verlaufe des Darmes in Betracht) als Lücken in der Bindesubstanz des Mesenteriums dar. — Fig. 4, Taf. 8 zeigt ein Querschnittsbild durch die ventrale Lakune. Die Wandung besteht aus einer dünnen Lage Bindesubstanz und einem Epithelüberzug von abgeplatteten Wimperzellen, dem Cöloepithel. Die Bindesubstanz ist nur gering ausgebildet. Zum größten Teil längsverlaufende Fasern sind in derselben zu erkennen. Ein Längsschnitt durch dieselbe läßt diese Fasern mit ihren Spindelzellen deutlicher hervortreten. Sobald die Bindesubstanz stärker entwickelt ist, durchzieht sie in Strängen den Hohlraum, oder Membranen spannen sich aus, und dann ähnelt das Bild jenem, welches die dorsale Lakune zeigt. Bei *Spaerechinus granularis* ist meist ein Hohlraum vorhanden, bei *Echinus acutus* deren mehrere. Ein Längsschnitt durch dieselbe giebt einen Einblick, wie diese Hohlräume sich zu einander verhalten. Man sieht, wie sie untereinander kommunizieren, indem der eine in den anderen einmündet, daß also hier ein System von längsverlaufenden, sich verzweigenden Lakunen besteht, welche eines Endothelbelages entbehren. In der Bindesubstanz treten außer den schon aufgezählten Zellen Wanderzellen auf, deren Zellsubstanz fein granuliert erscheint.

Der Blutlakunenring zeigt uns dieselbe Bildung. In ringförmig verlaufenden, miteinander kommunizierenden und sich verästelnden Lakunen und Lücken in der Bindesubstanz bewegt sich die Blutflüssigkeit.

Ältere Beobachter haben eine Bewegung der Blutlakunen beschrieben. So spricht TIEDEMANN<sup>1)</sup> von Kontraktionen und Expansionen, welche er an den ventralen Blutlakunen (seinem Gefäßstamm des inneren Randes des Darmkanals) wahrgenommen hat. Die Bewegungen habe ich an lebenden Seeigeln (besonders wählte

---

1) TIEDEMANN, a. o. O.

ich die großen Spaerech. granul.), denen rasch die Schale geöffnet wurde, oft beobachten können. Es besitzen sämtliche Lakunen in ihrer Wandung Muskelfasern, mit Hilfe deren die Blutflüssigkeit zirkuliert. In der Wandung der beiden Lakunen, solange sie im Magendarm verlaufen, ist die Muskulatur gering entwickelt und wird hier durch eine besondere Muskulatur, die ich weiter unten besprechen werde, unterstützt. Die Muskulatur in der Wandung der Darmlakunen besteht aus längsverlaufenden (mit der Längsaxe der Lakunen parallel gelegenen) Muskelfasern von glattem Bau. Die Muskelschicht — die Fasern, welche streng parallel zu einander verlaufen, sind in einer Lage angeordnet — liegt stets unterhalb des Außen-(Cölo-)Epithels. Am erwachsenen Echinus liegt jeder Faser ein länglich-ovaler Kern auf, welchen ein Rest von Zellsubstanz umgiebt.

Die ventrale Lakune des Dünndarmes, welche centralwärts vom Nebendarm liegt, besitzt eine besonders kräftig entwickelte Muskelschicht, welche direkt übergeht in die entsprechende des Nebendarmes.

Bereits oben erwähnte ich Muskelfasern, welche die gering entwickelte Muskulatur in der Wandung der beiden Lakunen, solange sie am Magendarm verlaufen, verstärken. Beide Lakunen liegen, wie bekannt, dem Magen nicht unmittelbar auf, sondern sind auf einer Längsleiste des Magens angeheftet, welche sich als eine Verdickung und Hervorwölbung *hv* der Binde substanzschicht kundgiebt. (Vergl. Fig. 4 auf Tafel 8.)

In dieser Längsleiste verlaufen, in Bündeln stehend, Längsfasern von besonders kräftigem Bau.

### **Blutflüssigkeit und Zellen.**

Die Blutflüssigkeit der Darmlakunen hat eine gelbliche (Sphaerechinus) Färbung und gerinnt alsbald nach dem Austritt aus den Lakunen. Da sie in konserviertem Zustande sich färbt und mit Karmin behandelt einen hellroten Ton annimmt, ist sie leicht zu erkennen und selbst in den feinsten Verzweigungen und Lücken in der Binde substanz des Darmes oder der Mesenterien aufzufinden.

Die Blutzellen lassen sich durch ihren hellen, mit Karmin u. s. w. nicht tingierbaren Zelleib leicht erkennen. Sie haben

eine unregelmäßig rundlich-ovale Gestalt und sind im Leben amöboid beweglich. Ihre Zellsubstanz macht den Eindruck, als wäre sie völlig homogen, nur um den Zellkern ist (an konserviertem Material) eine Anhäufung einer fein gefärbten Masse wahrzunehmen, welche in Gestalt feinsten Fasern hier und da zu verfolgen ist. Der Kern von kreisrunder Gestalt zeigt stets einen Nucleolus. Die Größe der Zellen beträgt zwischen 0,008 und 0,01 mm, der Kern mißt 0,003 mm (Fig. 18, Taf. 6).

Die Blutzellen finden sich in der Flüssigkeit zerstreut an. In besonders großer Anzahl kommen sie in keinem Abschnitt der Lakunen vor, sondern sind überall zerstreut anzutreffen.

Außer diesen Zellen werden noch Wanderzellen (aber sehr selten!) in den Lakunen angetroffen von der Gestalt, wie sie in der Binde substanzschicht vorkommen. Ihr Leib ist größer, der kreisrunde Kern nur 0,002 mm groß. Der Zelleib zeigt eine netzförmig ausgebreitete Substanz. Zwischen den Maschen des Netzwerkes liegen stark lichtbrechende Körner. Es gleichen diese Zellen in allen Stücken den bei Holothurien vorkommenden, als Plasmawanderzellen beschriebenen Elementen.

In den Längskanälen, sowie überhaupt in allen Schizocölräumen kommen die gleichen hellen Zellen vor. Einen Unterschied zwischen ihnen und den in der Blutflüssigkeit vorhandenen konnte ich nicht feststellen.

### **Der Schizocölraum am After und der anale Blutlakunenring.**

Die Angaben über das Vorhandensein eines analen Blutlakunenringes sind sehr verschiedener Natur. Nach den neuesten Untersuchungen von KOEHLER<sup>1)</sup> fehlt ein solcher den Echiniden. TIEDEMANN<sup>2)</sup> beschreibt jedoch bereits „ein kreisförmiges Gefäß, welches die innere Fläche der Schale umgiebt, da wo der Mastdarm in die obere Öffnung der Schale eindringt, um sich nach außen zu öffnen“. Von VALENTIN<sup>3)</sup> wird diese Beobachtung bestätigt. HOFFMANN<sup>4)</sup> bestreitet energisch alle die genannten

---

1) KOEHLER, Sur les Echinides etc.

2) TIEDEMANN, Anatomie des Steinseeigels, pag. 97.

3) VALENTIN, Monographie des Echinides etc.

4) Niederl. Archiv f. Zoologie. Bd. 1. pag. 184.

Angaben, da er weder einen analen noch oralen Blutlakunenring gesehen hat. Die Angaben HOFFMANN's bedeuten, was Wasser- und Blutgefäßsystem anlangt, überhaupt einen Rückschritt, da er selbst das, was mit bloßem Auge bereits kenntlich ist, in Abrede stellt. In kurzer Bemerkung wurde von GREEFF<sup>1)</sup> HOFFMANN's Behauptung als irrig zurückgewiesen. Nach diesem Forscher ist ein weiter, sinuöser Ring vorhanden. PERRIER<sup>2)</sup> ist später zu demselben Resultat gekommen. TEUSCHER<sup>3)</sup> hat sich selbst nicht von dem Vorhandensein eines Analinges überzeugen können, was bei seinem Untersuchungsobjekt — *Echinus esculentus* — nicht wunder nehmen kann, da bei dieser Form der Ring weniger gut ausgebildet und äußerlich erkennbar ist.

Meinen eigenen Beobachtungen will ich vorausschicken, daß das Gebilde, welches GREEFF etc. gesehen haben, nicht ein Blutgefäßring ist, sondern einen sinuösen Hohlraum, ein Schizocölgebilde darstellt, in dessen Wandung und Lumen der eigentliche Blutlakunenring verläuft.

Zur Untersuchung eignet sich besonders gut *Echinus microtuberculatus* oder *Arbacia pustulosa*<sup>4)</sup>. Bei beiden ist der Schizocölraum *S* stark ausgebildet. Figur 4 auf Tafel 1 zeigt die innere Seite des Scheitelpoles eines *Echinus microtuberculatus*. Mit *AG* sind die fünf Ausführgänge der Geschlechtsorgane, mit *N* die fünf Nervenstämme bezeichnet.

Der Schizocölraum verläuft nach außen gelegen von einem Kalkring; in den von diesem begrenzten Innenraum mündet das Rectum. An diesem Kalkring setzen sich die den Enddarm befestigenden Mesenterien an (in Fig. 4, Taf. 1 u. Fig. 5 mit *M*<sup>1</sup> bez.).

Lage und Bau der Blutlakune ist nur an Schnittpräparaten genau zu ersehen. Man entkalkt die Analseite des Seeigels, am besten in Chromsäure von 1 : 400. War der Seeigel vorher in Alkohol genügend gehärtet, so bleiben auf diese Weise auch die Gewebe gut erhalten. Nach der Chromsäurebehandlung färbt man

---

1) GREEFF, Marburger Sitzungsberichte 1872. Nr. 11. Seite 163 Anm.

2) PERRIER, Recherches sur l'appareil circulat. des oursins, in: Ann. zoolog. expér. Bd. 4. p. 605.

3) TEUSCHER, Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. 10. Suppl. pag. 517.

4) Bei *Dorocidaris papillata* besitzt der Schizocölring eine Breite von 2 mm; bei *Centrostephanus longispinus* ist er ebenfalls sehr leicht aufzufinden und von außerordentlicher Breite.

mit neutraler Karminlösung, welche in kürzester Zeit eine genügende Färbung bewirkt.

Ein Vertikalschnitt, welcher durch die Analplatten geht, zeigt diese durchschnitten und unterhalb derselben das Rectum auf dem Schnitt getroffen (in der Figur 5, Taf. 1 nur zur Hälfte dargestellt). Das Rectum wird an dem oben erwähnten Kalkring, einem Vorsprung oder, besser gesagt, ringförmigen Verdickung, durch Mesenterien  $M^1$   $M^2$  angeheftet. Lateralwärts zeigt sich unser Schizocölraum <sup>1)</sup> quer durchschnitten. Denkt man sich das Rectum vervollständigt und die Figur nach links hin weiter ausgeführt, so würde zunächst ein Mesenterium getroffen sein, und darauf der anale Schizocölraum in gleicher Weise, da er ja konzentrisch zum After verläuft <sup>2)</sup>. In der Wandung dieses Schizocölraumes, welche aus Bindesubstanz besteht, welcher außen das Cölomepithel aufliegt, verläuft der anale Blutlakunenring *ABR*. Den Schizocölraum könnte man, anschließend an ähnliche oder gleiche Bildungen bei Asteriden, als Perihämalraum bezeichnen, zumal an bestimmten Stellen die Blutlakunen in der That in das Innere des Schizocölraumes zu liegen kommen.

Ausgekleidet erscheint dieser Sinus von endothelialen Zellen. Die Blutlakunen stellen sich dar als Lücken und Spalträume in der Bindesubstanzschicht der verdickten Wandung und sind mit der geronnenen Blutflüssigkeit prall angefüllt. Zwischen je zwei Ausführgängen der Geschlechtsorgane ist die Gestalt der Blutlakunen meist eine solche, wie sie Figur 5 wiedergiebt. Da jedoch, wo die Ausführgänge (in Figur 6, Tafel 1 der Ovidukt *AG*) an den Schizocölring herantreten, tritt eine Änderung in der Gestalt ein. Ein Teil kommt in das Innere zu liegen, und so wird hier der Schizocölraum zum echten Perihämalraum, während ein anderer Teil sich abzweigt und in der Wandung des Ausführganges verläuft, um sich in den einzelnen Schläuchen der Geschlechtsorgane zu verzweigen. Unmittelbar nach der Abgabe der Aste an den Ausführgang verstreicht der in das Lumen des Schizocölringes hineinragende Teil, und es liegen die Lakunen in der Weise in der Wandung, daß sie nach außen wie nach innen gleichmäßig hervorragen.

---

1) Die Begründung, daß es sich um einen solchen, und nicht um einen zur Leibeshöhle gehörigen Raum handelt, folgt unten bei der Schilderung der Entstehung der Geschlechtsorgane.

2) Um Raum zu sparen, ist dieser Teil der Figur weggelassen worden.

Der konzentrisch verlaufende Schizocölsinus wird an einer Stelle durchsetzt vom Steinkanal, und hier besteht ein Zusammenhang zwischen den peripher gelegenen Blutlakunen des drüsigen Organes und dem analen Blutlakunenring. Die ersteren gehen über in die des letzteren (vergl. Figur 3 auf Tafel 11). Eine weitere Kommunikation besteht zwischen den Rücken- und Bauchlakunen des Rectums.

Die Lakunen am Rectum nehmen, je näher dasselbe dem After kommt, ab, und erhält man oft Bilder, auf denen es aussieht, als ob die Lakunen einfach verstrichen. Dennoch gelang es mir, in den das Rectum befestigenden Aufhängebändern Blutflüssigkeit nachzuweisen, welche in Zusammenhang stand mit dem Ende des in der Wandung des Schizocölrings verlaufenden Lakunenringes. (Am besten orientiert man sich über diesen schizocölen Ringsinus mit seinem analen Blutlakunenring, über die Lage des Rectums und des Steinkanales durch Betrachtung der schematischen Figur 3 auf Tafel 11, welche einen Längsschnitt durch die Analgegend wiedergibt. *Schiz R* analer Ringsinus; *Dr* Drüsenende; *M*<sup>1</sup> und *M*<sup>2</sup> Aufhängebänder des Rectums.)

### Die radiären Schizocölbildungen.

(Längskanäle der Nervenstämme.)

Wie schon lange bekannt ist, liegt jeder der fünf radiären Nervenstämme in einem Kanal eingebettet, welchen er in seiner Breite durchzieht und so in zwei Hohlräume sondert. Ein Vertikalschnitt (Schnittebene rechtwinklig zum Nervenstamm) zeigt diese Verhältnisse am besten. In Figur 1 Tafel 9 ist der der Körperoberfläche zugewendete Abschnitt des Hohlraumes mit *Sch*<sup>1</sup>, der der Leibeshöhle zugekehrte mit *Sch*<sup>2</sup> benannt. TEUSCHER bezeichnete beide Hohlräume als inneres und äußeres Nervengefäß.

Um den Verlauf dieser Hohlräume zu verstehen, in denen die fünf Nervenstämme eingebettet liegen, sind Längsschnitte durch das ganze Tier am instruktivsten. Es zeigt sich dann, daß die fünf Hohlräume unterhalb des Fühlers, also ehe der Nervenstamm die Ocellarplatte durchbohrt, verschwinden, oder aber ihn noch eine Strecke weit begleiten. Fig. 2, Taf. 1 zeigt einen Vertikalschnitt durch den Fühler eines jungen Tieres. Das Wassergefäß *RW* tritt in den Fühler ein, um blind zu enden, die mit *Sch*<sup>1</sup> und *Sch*<sup>2</sup> bezeichneten Teile des radiären Hohlraumes enden



ebenfalls blind, indem ihr Lumen enger und enger wird und endlich verstreicht. An diesen Stellen kann man (besonders an Schnitten durch erwachsene Tiere) sich überzeugen, daß diese radiären Hohlräume Schizocölbildungen sind, die von einem Endothel ausgekleidet werden. Die erste Entstehung dieser Hohlräume, welche homolog zu setzen sind den radiären Perihämalräumen der Asteriden<sup>1)</sup>, habe ich nicht beobachten können, da ein so junges Material nicht zu Händen war.

Der Schizocölraum behält in seinem Verlauf seine Größe bei. Die fünf Hohlräume (Längskanäle) mit den eingeschlossenen Nervenstämmen verlaufen von den Fühlerplatten aus bis zum Schlund, indem sie durch die fünf Auriculæ des inneren Peristomringes hindurchtreten. Da, wo das (radiale) Ambulacralwassergefäß den Nervenstamm verläßt, um außen an der Laterne emporzusteigen, verschwindet der nach der Leibeshöhle zugekehrte Schizocölkanal, indem er obliteriert, und nur der äußere, welchem das Deckepithel des Nervenstammes zugekehrt ist, bleibt erhalten und umgibt den Nervenring auf dieser Seite (vergl. Figur 11 auf Tafel 13). Auf der der Leibeshöhle zugekehrten Fläche wird der Nervenring von einer Bindegewebsschicht bedeckt, welche vom Leibeshöhlenepithel überzogen wird. Es liegt somit der Nervenring im Innern der Laterne in der Leibeshöhle und wird nur auf seiner einen Fläche von einem Ringsinus umgeben, einer direkten Fortsetzung des radialen Schizocöllängskanals. Diese Schizocölräume werden von einem Endothel ausgekleidet, dessen Kerne oft weit in das Lumen hineinragen, da die Zellen selbst abgeplattet sind. Ihr Inhalt besteht nur aus einer hellen, klaren Flüssigkeit, die nur wenige Zellen enthält, die in Größe und Gestalt den Blutzellen gleichen.

Von besonderem Interesse ist das Verhalten des inneren Teiles des Schizocölkanals, sobald Nervenzüge aus dem Radialnervenstamm austreten und zu den Füßchen ziehen. Fig. 1, Taf. 9 giebt einen Vertikalschnitt wieder, der dieses Verhalten näher illustriert. Mit  $a$  ist der zu der Füßchenampulle ziehende Ast des Wassergefäßes (welches auf dem Querschnitt getroffen ist) bezeichnet. Vergleicht man nun dieses Längsschnittbild mit einem Querschnitt durch den Kanal  $a$ , wie ihn Fig. 2 wiedergiebt (derselbe ist in der Richtung  $bc$  geführt), so ergibt sich, daß der zu der Ampulle führende Ast des Radialwassergefäßes  $a$  begleitet

---

1) Vergl. Heft 2 dieser Beiträge.

wird von einem Ast des äußeren Schizocölraumes *Sch*<sup>2</sup>, welcher in Fig. 1 mit *d* bezeichnet ist. Dieser Ast läuft in dem Teil der Wandung, welcher den Nervenast *N* birgt, und liegt, wie aus der Fig. 1 ebenfalls hervorgeht, nach innen von letzterem. Dieser Ast des Schizocölraumes läßt sich bis in das Füßchen hinauf verfolgen. Dieselben Zellen, wie sie im Schizocöllängskanal liegen, finden sich in ihm vor, und zwar oft in großer Menge. Daß in dieser Lakune (denn als wandungslose Lakune, die nur im Anfangsteil eine endothelartige Auskleidung zeigt, ist dieser Hohlraum in der Bindesubstanzschicht des Füßchens aufzufassen) die Ernährungsflüssigkeit sich bewegt, ist wohl mit Sicherheit anzunehmen, wenn auch ein direkter Zusammenhang zwischen den Blutlakunen des Darmes und den fünf radiären Schizocölräumen (*Sch*<sup>1</sup> und *Sch*<sup>2</sup>) nirgends zu konstatieren ist. Als Träger der Ernährungsstoffe sind die Blutzellen, jene amöboiden Zellen mit hellem, homogen erscheinendem Zelleib anzusehen, die in den Darmlakunen, in den übrigen Schizocölbildungen und in der Bindesubstanz angetroffen werden.

---

## Kapitel 5.

### Das drüsige Organ (sog. Herz).

Die Ansicht HOFFMANN'S<sup>1)</sup>, daß das sogenannte Herz der Echiniden nichts anderes als der Steinkanal sei, und seine weiteren, diese Konfusion komplettierenden Schlüsse sind nur der Kuriosität wegen zu nennen. TEUSCHER<sup>2)</sup> erklärt dieses Organ für rudimentär und wird zu dieser Ansicht durch den Bau desselben bewegt, den er jedoch, da er offenbar nicht das beste Material zur Verfügung hatte, nicht richtig erkannt hat.

Einen großen Fortschritt in der Erkenntnis dieses Organes hat PERRIER<sup>3)</sup> gethan, welcher es für eine Drüse erklärte. Es sollte sich dieselbe durch einen Kanal unterhalb der Madreporen-

---

1) HOFFMANN, Über das Blutgefäßsystem der Echiniden, in: Niederl. Archiv Band 1. 1871—73. pag. 184.

2) TEUSCHER.

3) PERRIER, Recherches sur l'appareil circulatoire des Oursins, in: Arch. de Zool. expér. et génér. Bd. 5. 1875.

platte nach außen öffnen. Mit dieser Anschauung sowie der Angabe, daß diese Drüse am unteren Ende geschlossen sei, kann man sich aber unmöglich befreunden, weil die Thatsachen dem vollständig widersprechen. Schnittserienreihen zeigen aufs unwiderlegbarste, daß dem nicht so ist, wie auch PERRIER'S Angabe vom Fehlen des analen Blutsinus unrichtig ist (vergl. unten).

Nach diesem französischen Forscher ist es vor allem KOEHLER<sup>1)</sup>, welcher die A. PERRIER'sche Ansicht, daß das sogenannte Herz ein Exkretionsorgan sei, bestätigt. Er bezeichnet dasselbe als eiförmige Drüse. Wenn dieser Forscher aber behauptet, daß in den sogenannten Polischen Blasen, wie er die fünf Anhangsorgane auf der Oberfläche der Laterne nennt, ein analoger Bau sich finde, so zeigt dies wie wenig seine Resultate leider mit den meinigen übereinstimmen. Es würde zu viel Raum in Anspruch nehmen, wollte ich alle die Einzelheiten in der Deutung der französischen Forscher besprechen, und lasse ich lieber die Thatsachen sprechen.

#### 1. *Arbacia postulosa*.

Die Lage des Organes ist aus Figur 3, Tafel 7, *Dr* ersichtlich. Durch eine Membran ist dasselbe mit dem Steinkanal verbunden. Es reicht bis zum After, sich mehr und mehr verschmälernd um endlich blind im Schizocölraum zu enden. Am jungen Tiere läßt sich feststellen, — dies gilt auch für *Echinus melo* und *acutus*, *Sphaerechinus granularis* — daß das drüsige Organ bis in diesen Schizocölraum reicht. Der Bau bleibt sich in ganzer Ausdehnung derselbe. An dem der Laterne zugewendeten Anfangsstiel der Drüse treten, von der dorsalen Blutlaku (s. oben) herkommend, Äste heran und umspinnen dieselbe. Sie stehen in Verbindung mit dem analen Blutlakenring. Die Farbe des Organes ist sehr verschieden bei den einzelnen Arten und wird von einem Pigment bedingt, welches in Körnern abgelagert ist, und zwar in Wanderzellen, die einen bestimmten Bau zeigen, der sie von anderen Wanderzellen (den in den Bluträumen befindlichen beispielsweise) unterscheiden läßt.

Fertigt man in ungefährer Mitte durch unser Organ einen Querschnitt an, so erhält man ein Bild, wie es in Fig. 3, Tafel 8 wiedergegeben ist. In einer Einbuchtung verläuft der Steinkanal,

---

1) KOEHLER, Recherches sur les Echinides des côtes de Provence. Marseille 1883.

das Organ in ganzer Länge begleitend. Er ist mit *St.-k.* bezeichnet und quer durchschnitten. Peripher gelagert sind die quer durchschnittenen Blutlakunen *BL* durch ihren dunkler gefärbten Inhalt kenntlich. Weiter liegen zentralwärts eine Anzahl von größeren Hohlräumen, die Wanderzellen enthalten. Bei Anwendung von stärkeren Objektiven zeigt sich, daß das ganze Gewebe des Organes von Hohlräumen durchzogen wird, welche die verschiedensten Dimensionen besitzen, so daß stellenweise das Bild eines Netzwerkes sich bietet.

Die größeren Hohlräume werden sämtlich von einem Endothel, das heißt von Bindsbstanzzellen, welche epithelial angeordnet sind, ausgekleidet. Daß dem so ist, läßt sich durch genaue Vergleichung der Querschnittsserien konstatieren. Mehr nach dem Anfangs- und Endteil des Organes zu sind weniger Hohlräume vorhanden, erst in der Mitte treten Lücken auf, welche miteinander verschmelzen, bis durch Zusammenfließen solch' große Hohlräume *H* entstehen, wie Figur 3, Taf. 8 zeigt.

Vor allem fällt das Pigment auf, welches mehr peripher abgelagert ist. Um die einzelnen, mit geronnener Blutflüssigkeit angefüllten Lakunen ist es in farbigen Konkrementen, unregelmäßig gestalteten Körnern und Körnchen abgelagert, die sich mit Anilin-grün beispielsweise färben. An ungefärbten Schnittpräparaten tritt es in Gestalt von gelblichen oder bräunlichen Körnern auf.

Das Gewebe, aus welchem sich unser Organ zusammensetzt, ist die Bindsbstanz, welche in netzförmiger Gestalt vorhanden ist. Bald sind die Maschen eng, bald größer, und die Wandung derselben wird bald von feinen miteinander verklebten Fibrillen gebildet, bald sind es gröbere Balken, oder aber auf Strecken ist die Grundsubstanz, die an Schnittpräparaten ein grob granuliertes Aussehen zeigt, mehr ausgebildet. Dann liegen in ihn unregelmäßige Zellen eingebettet oder Zellkerne, die deutlich nach Färbung hervortreten.

Alle Maschen und Lücken des Organes sind angefüllt und oft ganz vollgepfropft von Wanderzellen, welche stark lichtbrechende Konkreme in ihrer Zellsbstanz eingelagert tragen. An den mit Chromsäure konservierten, mit Hämatoxylin-Methylgrün gefärbten Organen zeigen diese Zellen folgenden Bau. Die lichtbrechenden Körper sind meist entfernt, und zeigt die Zellsbstanz ein netzförmiges Gefüge, in dessen Maschen eben die Körner lagen. Dieses Netzwerk färbt sich, mit Anilinfarben behandelt, gering. Der kuglige Zellkern tritt tiefblau tingiert hervor. Die gleichen

Wanderzellen, denn um solche handelt es sich, sind in den Blutlakunen anzutreffen. Sie messen (konserv. Exempl.) 0,008—0,01 mm.

Außer diesen großen Zellen sind kleinere Zellen vorhanden, wie sie auch den Endothelbelag der größeren Hohlräume bilden.

Die verschiedenen Organe, welche ich von dieser Art untersuchte, zeigten sich bald mehr, bald weniger angefüllt von solchen großen Zellen.

An denjenigen Stellen, an welchen die Pigmentkörner abgelagert werden, trifft man die Zellen entweder in sehr schlecht konserviertem Zustande, in Zerfall, oder aber man sucht vergebens nach ihnen.

Ich glaube, daß die Ausscheidung dieser Konkrementhaufen des Pigmentes u. s. w., diesen in das Organ eingewanderten Zellen zuzuschreiben ist. Damit würde auch ein Recht bestehen, dieses Organ als ein drüsiges zu bezeichnen.

## 2. *Sphaerechinus granularis*.

Die vorzüglichsten Präparate erhielt ich von dem drüsigen Organ dieser Art nach Färbung mit Anilingrün. Auf dem Querschnitt zeigt unser Organ eine bohnenförmige Gestalt. An der konvexen Fläche liegt der Steinkanal. Die ganze konkave Fläche wird von Blutlakunen (Fig. 1, Taf. 8) umspinnen, deren einzelne quer durchschnitten sind. Die geronnene Blutflüssigkeit färbt sich schwach hellgrün in einer ähnlichen Nuance wie die Binde substanzfibrillen. Die Zellkerne der Binde substanzzellen sind tief grüningiert, während ihr Plasma einen hellen Ton angenommen hat. Am stärksten treten die Zellen im Steinkanal hervor. Die spindligen Keime seines Innenbelages sind blaugrün gefärbt. Durch diese Färbung ist es weiter möglich, mit Leichtigkeit die Wanderzellen herauszufinden, welche die stark lichtbrechenden Körner tragen, da diese ziemlich stark den Farbstoff aufnehmen.

Wie bei dem drüsigen Organ der vorigen Art, so treten auch hier eine Anzahl von Hohlräumen im Innern auf, welche mit einem Endothel ausgekleidet sind (Fig. 1 auf Tafel 8 *H*).

Betrachtet man einen Querschnitt durch das Organ dieser Art, so sieht man die Hauptmasse desselben, soweit diese nicht von den größeren Hohlräumen durchsetzt ist, aus polygonalen, meist sechseckigen Maschen bestehend, in denen Zellen eingelagert liegen. Fig. 1 auf Tafel 8 giebt einen Teil eines Querschnittes stärker vergrößert wieder. Peripher sind die Blutlakunen gelagert und

quer durchschnitten. Nach innen zu beginnen sich die Bindesubstanzfibrillen zu dem regelmäßigen Netzwerk anzuordnen. Die Zellen, welche man zwischen diesen Maschen antrifft, sind amöboid beweglich und je nach dem Zustand, in welchem sie sich bei der Kontraktion befanden, ist ihre Gestalt verschieden. Meist sind sie sternförmig. Die Zellsubstanz, welche sich wenig färbt, umhüllt den kugligen Kern der stets dunkel gefärbt wird. Der größte Teil derselben ist jedoch in Pseudopodien ausgestreckt. Außer diesen Zellen, die oft zu mehreren in den Maschen liegen, sind die mit Körnern angefüllten Wanderzellen vorhanden. Sie liegen teils in der Blutflüssigkeit, teils aber in dem Gewebe des Organes. Außer ihnen ist Pigment zahlreich vorhanden, ganze Ballen liegen hier und da in den Maschen. Sie tingieren sich sämtlich mit Farbstoff.

Wenn wir den Bau dieses Organes vergleichen mit den bei *Arbacia* geschilderten Verhältnissen, so sind folgende Punkte hervorzuheben: In beiden Fällen haben wir die gleichen Wanderzellen mit Körnchen und Konkrementen, welche in der Blutflüssigkeit, wie im Gewebe des Organes liegen. Weiter ist Pigment in beiden Fällen in sehr großer Menge angehäuft. Während aber bei *Sphaerechinus* amöboide Zellen die Hauptmasse des Organes ausmachen, ist bei *Arbacia* dies nicht der Fall. Diese Zellen waren hier spärlicher vorhanden.

Die Resultate, welche ich eben zusammengefaßt habe, gründen sich auf die Untersuchungen über die Organe von zehn *Sphaerech. granularis*, und waren stets dieselben Bauverhältnisse vorhanden. KOEHLER<sup>2)</sup> hat den Bau dieses drüsigen Organes, wie schon erwähnt wurde, bei *Sphaerech. granul.* untersucht, und stimmen seine Angaben, was den maschigen Bau, die amöboiden Zellen und Ablagerungen von Pigment anlangt, mit den meinigen überein. Die mit Konkrementen erfüllten Zellen erwähnt er jedoch ebensowenig, als er sie abbildet (Taf. 6, Fig 41 seiner Abhandlung). Daß die Blutlakunen das drüsige Organ umspannen, ist ihm entgangen. Dieser Punkt ist jedoch von besonderer Wichtigkeit, wenn wir daran gehen, die Bedeutung des Organes zu erörtern.

---

1) Ich verdanke diese Flüssigkeit der Güte des Dr. SCHIEFFER-DECKER. Die Schnitte wurden von mit Chromsäure  $\frac{1}{2}\%$  gehärteten Organen angefertigt und einzeln gefärbt, ohne vorher auf den Objektträger aufgeklebt zu sein.

2) KOEHLER, Recherches sur les Echinides des côtes de Provence. pag. 73.

### **Das drüsige Organ der Asteriden und Echiniden.**

Vergleicht man meine Darstellung über den Bau dieses Organes der Echiniden mit jenen früheren Angaben über das gleiche Organ der Asteriden (Heft 2 dieser Beiträge), so könnte zunächst erscheinen, als wenn beide Organe nichts miteinander zu thun hätten, und doch ist ihr Bau im Prinzip ein gleicher.

Ich schilderte das drüsige Organ der Asteriden etwa kurz in folgender Weise: In der Jugend besitzt dasselbe nur wenige Hohlräume, Kanäle, die miteinander kommunizieren. Die Wandung zwischen diesen Kanälen wird durch das Bindesubstanzgewebe ausgefüllt. Umhüllt wurde das Organ von einem aus abgeplatteten Zellen bestehenden Epithel.

Am dorsalen wie ventralen Ende traten Blutlakunen in die Drüse ein, indem die Wandung derselben in die der ersteren übergang. Als Inhalt der Kanäle fand ich Zellen, welche ich als Innenepithel beschrieb. „Von diesem Epithel können sich einzelne Epithelzellen lösen. Diese liegen dann im Hohlraum.“ Nach meinen jetzigen Befunden an Echiniden muß ich dieser Tatsache folgende Deutung geben: Die Zellen liegen in den einzelnen Hohlräumen lose, bewegen sich amöboid und setzen sich an den Wandungen fest. Die Abbildung, Fig. 58 auf Taf. 7 in Heft 2, zeigt, wie diese Deutung die richtigere ist. Hier sieht man einen Kanal gänzlich erfüllt von Zellen, so daß sein Lumen fast verstopft erscheint, während bei einem anderen nur wenige sich der Wandung anlegen.

Daß diese amöboiden Zellen die Hauptträger des Pigments sind, stimmt überein mit dem Verhalten bei den Echiniden.

Bei diesen Gruppen schilderte ich, wie ebenfalls Pigmentzellen in die aus Bindesubstanz bestehende Drüse einwandern, indem sie mit eigentümlichen Körnchen erfüllt sind, und daß es in der Drüse zur Ablagerung von Pigmentzellen kommt. Münden bei Asteriden die Blutlakunen an den beiden Enden der Drüse in diese ein, so ist dies bei den Echiniden nicht der Fall. Bei ihnen liegen die Blutlakunen peripher und umspinnen das drüsige Organ.

In beiden Gruppen hat unser Organ keinen Ausführkanal. Die für den Körper nicht mehr brauchbaren Stoffe scheinen in diesem Organ aus dem Blute ausgeschieden zu werden. Als Träger derselben sind die amöboiden Zellen jedenfalls anzusehen.

### **Die Zellen des Enterocöls, Wassergefäßsystems und der Binde substanz.**

In der Leibeshöhle, dem Enterocöl, kommen neben anderen Gebilden amöboide, glasig helle Zellen vor, welche oft zu mehreren miteinander verklebt sein können. In ihrer hellen Zellsubstanz tritt der meist kuglige Zellkern deutlich hervor. Um denselben ist eine fein gekörnte oder fein fasrige Masse vorhanden, welche wenig Farbstoffe aufnimmt. Von diesen Zellen scheinen gar nicht unterschieden werden zu können die amöboiden Zellen in der Inhaltsflüssigkeit des Wassergefäßsystems. Da diese Zellen sämtlich amöboid sind, steht nichts im Wege, daß wir annehmen, daß sie in die Gewebe aus- und einwandern und in die verschiedenen Hohlräume des Körpers gelangen können. Damit wäre auch die Möglichkeit vorhanden, daß die Zellen in der Blutflüssigkeit, deren Gestalt und Verhalten Farbstoffen gegenüber ein übereinstimmendes ist, mit diesen Zellen identisch sind.

Von diesen Zellen mit ihrer hellen, fast homogen erscheinenden Zellsubstanz sind, zunächst wenigstens, streng zu unterscheiden die Wanderzellen mit Einschlüssen oder körniger Zellsubstanz. Sie sind vor allem schon durch ihre Größe ausgezeichnet. Wanderzellen mit Körnereinschluß findet man in fast allen Lagen des Körpers in der Binde substanzschicht, besonders in den Mundkiemen und im drüsigen Organ, sodann in den peripher gelagerten Blutlakunen dieses Organes (Fig. 2, Taf. 8). In der Drüse von *Sphaerechinus granularis* sind sternförmige amöboide Zellen allerdings in überwiegender Anzahl vorhanden und die Wanderzellen mit Körnern in der Minderheit.

Was ihre Größe anlangt, so haben sie einen Durchmesser von ungefähr 0,01 mm; ihr Kern mißt 0,003 mm. Sie sind meist von eiförmiger bis kugliger Gestalt und angefüllt mit stark lichtbrechenden Körnern, welche in Osmiumsäure sich nur sehr schwach bräunen, Anilinfarben hingegen begierig aufnehmen, so besonders Anilingrün. Durch die Menge der Körner ist die eigentliche Zellsubstanz zurückgedrängt und bildet ein Netzwerk, in dessen Maschen eben die kugligen Körner liegen.

Von gleicher Größe sind die Wanderzellen, deren Zellsubstanz ohne diese Körner ist und ein granuliertes Aussehen zeigt. Solche Zellen liegen ebenfalls in der Binde substanz. Über die Funktionen



aller dieser Zellen herrscht keine Klarheit. Die Ansammlungen von Wanderzellen mit Einschlüssen, seien es nun Körner oder Pigmente, wie sie in den Kiemen und in der Drüse sich zeigen, deuten vielleicht darauf hin, daß sie mit dem Stoffwechsel in engstem Konnex stehen.

---

## Kapitel 6.

### Der Darmtractus.

Es lassen sich histologisch vier Abschnitte im Darmkanal unterscheiden, der Schlund, der Magendarm, Dünndarm und Enddarm. Hierzu kommt der Nebendarm, welcher den Dünndarm eine Strecke lang begleitet.

Die Schale ist auf der Unterseite als Mundhaut mit Kalknetzen von unbestimmter Gestalt versehen und erscheint im Gegensatz zu den übrigen Teilen der Körperwand weich. Im Zentrum liegt die Mundöffnung von gewulsteten Lippen umgeben. Pedzellarien von verschiedener Gestalt, vor allem aber die mit quer gestreiften Fasern und die (bei einigen Arten mit Drüsen versehenen) ophiocephalen Gebilde liegen im Umkreis, zwischen sich die zehn Mundfüßchen bergend.

Die Lippe, das Peristom, ist meist von lauter Höckern überdeckt. Die Mundhaut setzt sich nach innen zu in den Schlund fort, welcher vor seinem Eintreten in den oberen Teil des Kauapparates (Laterne) mit fünf wulstigen Lippen beginnt. Wird der Kauapparat, und zwar die Zähne, geöffnet, so entsteht, sobald die Wandung, welche diese wulstigen Vorsprünge bildet, sich glättet, eine geräumige Mundhöhle, aus der der engere Oesophagus sich am Grunde erhebt, um als dünner Cylinder in der Axe des Kauapparates denselben zu durchsetzen. In seinem Anfangsteil wird er von fünf Bändern begleitet, die an den Rotulis inserieren. Äußerlich ist hier sein Übergang in den Magen kenntlich durch eine kreisförmige Einschnürung<sup>1)</sup>.

---

1) Ich habe dieselben Bezeichnungen für die einzelnen Darmabschnitte angewendet, wie bei den Asteriden und bei Synapta. Frühere Forscher unterscheiden Schlund, Speiseröhre (= Magen), Darm und Rectum, so BRONN, LEYDIG und neuerdings KOEHLER.

In der ganzen Länge des Darmes sind es dieselben Schichten in derselben Lagerung, welche die Wandung zusammensetzen. Dem Darmepithel zugekehrt liegt stets die Längsmuskelschicht und nach außen von ihr die Ringmuskelschicht. Nur im Oesophagus fehlen die longitudinalen Muskelfasern.

Der Schlund besteht aus 1) dem Innenepithel, 2) einer Binde substanzschicht, 3) der aus cirkulären Fasern gebildeten Muskelschicht und 4) dem Leibeshöhlenepithel. Wie schon die älteren Forscher (KROHN) erkannten, zeichnet sich der Schlund durch fünf große in sein Lumen vorspringende Leisten aus; bei älteren Tieren haben sich weitere Hervorragungen gebildet. Diese jüngeren Wulste erreichen die größeren niemals an Länge.

1) Die Epithelschicht setzt sich zusammen aus Drüsenzellen und gewöhnlichen Epithelzellen. Die Oberfläche ist mit Wimpern bedeckt, wie LEYDIG<sup>1)</sup> schon angiebt. Die Drüsenzellen scheinen meist auf den Anfangsteil des Schlundes, auf die Mundhöhle, beschränkt zu sein. Ihre Gestalt ist flaschenförmig, ihr Inhalt besteht aus stark lichtbrechenden Körnchen, die in Karmin ungefärbt bleiben. Basalwärts setzen sich diese Zellen in Fortsätzen, Stützfasern, fort. Mit Osmiumsäure konservierte Seeigel zeigten in diesen Drüsenzellen ein großmaschiges Netzwerk. Neben diesen Drüsenzellen, deren Inhalt ungefärbt bleibt, kommen feine haarförmige Zellen vor, deren ovaler Kern in einer Anschwellung des sonst fadenförmigen Zelleibes liegt. Die basalen Fortsätze sind oft sehr zart, oder stärker gebaut, von einer stark lichtbrechenden Substanz, die fast gänzlich ungefärbt bleibt (vergl. Fig. 6 auf Taf. 7).

Außer diesen Zellen trifft man solche an, deren oberer freier Teil erweitert erscheint. Sie zeigen einen stark lichtbrechenden, fein granulierten Inhalt (Centrosteph. longisp.). Eine Cuticula ist nicht vorhanden, die Oberfläche der Zellen ist wenig begrenzt, und es hat den Anschein, als ob aus diesen Zellen ein Sekret ausgeschieden würde, welches ihre freie Oberfläche überzieht.

Zwischen diesen Zellen, welche das Epithel bilden, trifft man auch solche, welche noch nicht bis zur Peripherie reichen. Besonders fällt dieses Verhalten im Magen- und Dünndarm auf. Diese Zellen sind wahrscheinlich Ersatzzellen. Die Binde substanzschicht ist nach dem Epithel zu durch eine feine, dünne, hyaline Basalmembran abgegrenzt. Sie ragt in Gestalt von Papillen in

---

1) LEYDIG, Lehrbuch der Histologie.

das Epithel hinein, und auf diese Weise kommen die Wulste zur Bildung. Die Grundsubstanz ist von zähflüssiger Consistenz. Spindlige, hier und da auch sternförmige Zellen sind mit ihren Ausläufern in ihr vorhanden. Zahlreich sind amöboide Zellen vertreten, welche den körnigen Inhaltskörpern in der Blutflüssigkeit gleichen.

Häufig kommen Pigmentzellen vor, so bei *Sphaerechin. granul.* Der bei weitem größte Teil dieser sich, wenn auch nur ungemein langsam, bewegendes Zellen liegt zwischen den Epithelzellen. Hier gelingt es selbst noch an feinen Schnitten nachzuweisen, daß das Pigment an Zellen gebunden ist.

Bei *Arbacia pustulosa* ist das Pigment in den freien Enden der Epithelzellen abgelagert. Braunschwarze Körner liegen so dicht gedrängt, daß die Oberfläche des Darmes schwarz erscheint. Außerdem füllt sich die Bindesubstanzschicht der Papillen oft auf weite Strecken mit den Pigmentanhäufungen an. Das Schlundepithel dieser Art zeichnet sich durch die Einförmigkeit in seinen Zellen aus. Ich traf nur solche Zellen, wie sie in Fig. 11 Taf. 7 abgebildet sind. Ihr Inhalt besteht aus stark lichtbrechenden Körnchen. Streckenweise kommt eine Cuticula zur Ansicht.

Der Magen, durch eine cirkuläre Furche vom Schlund getrennt, zeigt besonders in dem dem Dünndarm genäherten Abschnitt zahlreiche Drüsen, deren Zellen von den Zellen des Oberflächenepithels sich beträchtlich unterscheiden. Der Magen ist durch Faltenbildungen und papillöse Erhebungen ausgezeichnet. In den Furchen und Einsenkungen liegen die Drüsen, die jedenfalls zu den Schleimdrüsen zu zählen sind. (Fig. 7, Taf. 7.)

Die Wandung wird von denselben Schichten gebildet wie die des Schlundes, nur kommen longitudinal verlaufende glatte Muskelzellen hinzu, welche in Bündeln zusammenliegend, nach innen von der cirkulären Muskelschicht verlaufen.

Die Zellen des Epithels zeigen auf dem Querschnitt nach Färbung mit neutraler Karminlösung ein matt glänzendes Aussehen. Ihr cylindrischer Zelleib ist an seiner freien Basis becherglasartig erweitert, und entweder ist dieser Teil mit einer feinkörnigen Substanz gefüllt, oder erscheint fast homogen. Die einzelnen Zellen sind gegeneinander scharf getrennt; daß sie besondere Membranen an den Mantelflächen besitzen, erscheint wenig wahrscheinlich. Unterhalb des erweiterten Endes liegt der Zellkern, und die Zelle setzt sich hier mehr und mehr verjüngend in einen Fortsatz fort. Bei einigen Echiniden sind in diesen erweiterten Endteilen Pigmentkörnchen vorhanden, so bei *Arbacia pustulosa*. Zwischen den basalen Fortsätzen verlaufen die Nervenfaserbündel.

In den Furchen zwischen den papillösen Erhebungen liegen die Drüsenzellen. Ihr Zelleib erscheint mit feinen Körnchen erfüllt. Der Kern liegt in der Basis der Zelle und ist meist kuglig bis oval. Bei *Centrosteph. longisp.* liegen diese Drüsen nicht nur in der Tiefe der Gruppen, sondern auch auf den Seiten der Papillen, wie Fig. 5, Taf. 8 zeigt. Der Inhalt der Zellen färbt sich nicht, nur der Kern und die ihn umgebende Substanz tingieren sich.

Die Bindesubstanzschicht zeigt die schon oben bei Schilderung des Schlundes beschriebenen Verhältnisse; Lücken und Spalträume treten besonders in dem Endteile auf, da wo der Nebendarm sich vom Magen abzweigt und dieser in den Dünndarm mündet. In diesen Lücken ist die Blutflüssigkeit mit ihren charakteristischen Zellen in geronnenem Zustande nachweisbar.

In der Bindesubstanz liegen die Längsmuskelfasern, zu ungefähr fünf oder mehr ein Bündel bildend. Sie liegen in Abständen voneinander. Nach außen von ihnen befindet sich die aus cirkulären, gleichen Fasern zusammengesetzte Muskelschicht, mehrere Lagen bildend. Nach außen von diesen trifft man noch auf eine geringe Menge von Bindesubstanz, so daß also auch diese Muskelschicht von dem Außenepithel durch dieselbe getrennt ist. Diese äußere Lage ist jedoch oft von so geringer Ausdehnung, daß sie kaum hervortritt.

An derjenigen Stelle, wo der Magen in den Dünndarm eintritt, zweigt sich der Nebendarm *ND* ab, um neben dem Dünndarm, mit ihm durch ein Mesenterium verbunden, zu verlaufen. Die ventrale Blutlakune setzt sich jetzt nicht auf den Dünndarm fort, sondern liegt dem Nebendarm unmittelbar auf, wie ein Querschnitt durch die drei Organe zeigt. Fig. 1, Taf. 7 läßt dieses Lageverhältnis deutlich erkennen. Während nun der Nebendarm im weiteren Verlaufe durch einen größeren Abstand, als in der Fig. 1 ersichtlich ist, vom Dünndarm getrennt sein kann, so liegt die Blutlakune immer letzterem eng an.

Die Wandung des Dün- wie Nebendarmes ist die gleiche. Bei beiden folgt auf das Innenepithel die Bindesubstanzschicht und nach außen von dieser gelegen schwach entwickelte Längsmuskelfasern und die ebenfalls nicht zu einer kontinuierlichen Lage vereinigten cirkulär verlaufenden Muskelfasern. Die Muskelschichten, besonders die letztere setzt sich auf die Wandung der Blutlakune fort, welche außen von dem Peritonealepithel überzogen wird, in gleicher Weise wie der Darm und die Mesenterien.

Der Dünndarm zeigt in seinem Epithel Erhebungen, welche cirkulär verlaufen, bald mehr oder weniger stark ausgebildet sind. Besondere Drüsenzellen habe ich bei keiner Art gefunden. Die Zellen des Epithels besitzen lange Wimpern, ihre Gestalt ist cylindrisch. Nach der Basalmembran zu erscheinen die Zellen meist in einem Fortsatz spitz zuzulaufen. Ihre Substanz ist fein granuliert, nach Pikrokarminfärbung und vorheriger Behandlung mit Flemming'schem Chrom-Osmium-Essigsäuregemisch tritt ein Netzwerk in der Zellsubstanz undeutlich auf. Nur der Zellkern von ovaler bis kugliger Gestalt färbt sich tief, während die Zellsubstanz mit Karmin ungefärbt bleibt (Fig. 9 Taf. 7).

Ein junger Sphaerechinus granularis, dessen Darm voll angefüllt war mit Nahrung, meist Diatomeen und niederen Algen, war mit Osmiumsäure konserviert und nachher in toto mit neutraler Karminlösung gefärbt.

Die Epithelzellen zeigten sich meist hervorgewölbt, ihre freien Enden oft birnförmig aufgetrieben. Die Zellsubstanz ist zum größten Teile, das heißt bis an den Kern, der ja der Basis nahe liegt, angefüllt mit Körnern, welche sich mit Osmium stark geschwärzt haben, während die Zellsubstanz, in der sie liegen, einen grauen Ton angenommen hat. Es werden nun nicht bloß die schwarz gefärbten Körner frei, sondern es schnürt sich der vordere birnförmige Zellteil ab und kommt frei in das Lumen zu liegen. Daß dieser abgestoßene Teil mit dazu dient, die kugligen Exkrementballen, welche bei allen Echiniden durch den After entleert werden, zu bilden, ist sehr wahrscheinlich.

Das Epithel des Nebendarmes, welches sich in Längsleisten hervorhebt, setzt sich aus Wimperzellen von cylindrischer Gestalt zusammen. Die Zellsubstanz ist fein gekörnt und färbt sich nicht, nur der Kern zeichnet sich durch seine Tinktionsfähigkeit aus. Die Binde substanzschicht enthält wenig Fasern und Zellen. Die Blutlakune, welche ihm anliegt, ist als nichts anderes aufzufassen als ein longitudinaler Hohlraum in der Binde substanzschicht der an dieser Stelle hervorgewölbten Wandung des Nebendarmes.

Am jungen, im Durchmesser 2 mm messenden Echinus besteht das Innenepithel aus kubischen Zellen, wie Figur 5, Tafel 7 wiedergiebt. Die Blutlakune ist nur sehr gering ausgebildet und an noch jüngeren Tieren kaum aufzufinden. Was den letzten Abschnitt des Darmes anlangt, das Rectum, so zeichnet es sich durch sein im Verhältnis zum Durchmesser des Darmes niedriges Cylinderepithel aus. Die Zellen besitzen eine fein gekörnte Sub-

stanz, die sich nicht färbt. Jeder Zelle scheint eine Anzahl von Wimpern aufzusitzen. Besonders die Ringsmuskelschicht zeigt sich stark entwickelt.

Die Hauptschichten, welche die Wandung des Darmtractus zusammensetzen, hat HOFFMANN bereits beschrieben. Er unterscheidet noch eine äußere Binde substanzschicht, welche zwischen dem Peritonealepithel und der Muskelschicht gelegen ist. Ich kann nicht diese Ansicht teilen, da diese sogenannte äußere Schicht nichts anderes ist als die zwischen den Muskelfasern liegende Binde substanz, welche nie als eine besondere Schicht hervortritt (vergl. das oben Gesagte). Der Darstellung dieses Forschers über die Innenepithelien, welche aus „großen, runden Zellen“ bestehen sollen, kann ich mich nicht anschließen. Daß dem gesamten Darmtractus ein Flimmerepithel abgehen soll, kann ich bestimmt für den letzten Teil, das Rectum, bestreiten, da hier selbst noch auf Schnitten die Flimmern zu konstatieren sind. Die Angaben und Abbildungen über den Verlauf von Blutlakunen in der Darmwandung können keinen Anspruch auf Richtigkeit machen, da man bei Echinodermen alles, was man nur will, injizieren kann. Je nach dem Drucke, mit dem die Injektionsmasse in eine Blutlakune eingeführt wird, erhält man ein Lakunennetz, bis schließlich die ganze Binde substanzschicht mit der Flüssigkeit erfüllt ist. Nur aus Schnittpräparaten können sichere Resultate gewonnen werden, nie aus Injektionspräparaten, wie am besten aus den sich widersprechenden Angaben aller dieser Methode bei den Echinodermen huldigenden Forscher hervorgeht. Wie oft hat man einen Zusammenhang zwischen Blut- und Wassergefäßsystem geglaubt konstatieren zu müssen, weil die Injektionsflüssigkeit bei den lockeren Geweben der Echinodermen nie in dem Raum und seinen Verzweigungen bleibt, in welchen sie injiziert wird, sondern stets in die benachbarten Räume durch die Binde substanz hindurchdringt. — Bei KOEHLER<sup>1)</sup> finden wir die Schichten der Wandung in der Weise angegeben, wie ich es oben gethan habe. Nur seine Angaben über das Vorkommen der longitudinalen Muskelfasern kann ich nicht teilen.

### **Die Geschlechtsorgane.**

Der Bau der Geschlechtsorgane ist bisher nur an mit den reifen Geschlechtsprodukten gefüllten Organen untersucht worden.

---

1) KOEHLER, in: *Annales du Musée de Marseille. Zoologie.*

Es ist mir gelungen, die Organe in ihrer Entstehung beobachten zu können, sowie den Zusammenhang mit Blutlakunen, welche aus dem analen Blutlakunenring in die Wandung der Geschlechtsschläuche eintreten, aufzufinden. Dabei schicke ich voraus, daß zwischen der Anlage der Organe und den Schizocölbildungen bei Echiniden und den früher geschilderten Asteriden eine merkwürdige Übereinstimmung herrscht, die bei einer allgemeinen Betrachtung mit zu verwerthen sein wird.

1) Die erste Anlage der Geschlechtsorgane, welche ich an jungen, 1—2 mm großen Echiniden die Gelegenheit hatte zu beobachten, besteht aus eiförmigen Bläschen, in denen noch kein oder doch das Lumen erst im Entstehen begriffen war. An den fünf Genitalplatten zeigen sich da, wo später der Ausführgang die Körperwandung durchbricht, an Längsschnitten, welche parallel zur Dorso-ventral-Axe des Tieres gelegt sind (Figur 7, Tafel 1), nach innen durch eine anfangs geringe Erhebung hervortretend, die fünf Anlagen. Dieselben stehen untereinander in Zusammenhang durch eine cirkulär verlaufende Genitalröhre, welche mit denselben Zellen erfüllt ist wie die an fünf Punkten als Säckchen hervorsprossenden Genitalanlagen, den Urkeimzellen, aus welchen sich Ei- und Spermazelle entwickeln. Diese Genitalröhre liegt, einen Kreis beschreibend, im dorsalen Schizocoelring, und zwar in einem vorerst noch mäßig entwickelten Bindegewebsseptum, welches aber später in seiner verdickten Wandung in Lücken Blutflüssigkeit führt und den analen Blutlakunenring darstellt. Die Genitalröhren selbst atrophieren und sind am erwachsenen Tiere nicht mehr vorhanden. Diese Urkeimzellen besitzen einen großen kugligen Kern und liegen in der Genitalröhre unregelmäßig verteilt, da sie amöboid beweglich sind.

2) Das zweite Stadium, in welchem die Geschlechtsorgananlage weiter ausgebildet ist, kennzeichnet sich durch die größere Hervorwölbung derselben in die Leibeshöhle. Das Organ ist nicht mehr ein Bläschen, sondern erscheint nach einer Seite, dem Cölom zugewendet, in die Länge gewachsen und gleicht so einem Schlauch, der blind geschlossen ist. Figur 8 auf Tafel 1 dient zur Orientierung dieses Stadiums. — Der Schizocöltraum, das heißt, der das Bläschen umgebende Spaltraum in der Binde substanz (Fig. 7) wird von Binde substanzzellen ausgekleidet von abgeplatteter Gestalt. Auf Schnitten sieht man nur immer die ovalen Kerne in den Raum hervorragend, während der Zelleib bis auf wenig den Kern umgebende Substanz, die sich mit Karmin

u. s. w. färbt, fast homogen erscheint. In Figur 8, wo die Genitalanlage außerhalb der Wandung zu liegen gekommen ist, liegt dieser Schizocölraum bereits centralwärts, dem Afterfeld zugekehrt. Die fünf Schizocölräume stehen von Anfang an in Verbindung mit den der Genitalanlagen, verschmelzen miteinander und gehen so die Bildung eines Schizocölsinus ein, den ich oben als analen Schizocölraum beschrieben habe und dessen Lage und Gestalt aus Figur 4 und 6 auf Tafel 1 hervorgeht, wo er mit *ABR* bezeichnet ist.

Figur 6 giebt einen Vertikalschnitt durch die Genitalplatte von einem Sphaerechinus wieder, bei welchem bereits der Ausführungsgang des Geschlechtsorganes zum Durchbruch gekommen ist, *AG*. Mit *SchR* ist der schizocöle Analraum bezeichnet, der aus Verschmelzung der fünf Schizocölräume der Genitalanlagen hervorgegangen ist. War nun bei jungen Tieren ein Blutlakunenring noch nicht vorhanden, so haben wir an geschlechtsreifen Formen denselben in ausgebildetem Zustande. In Figur 6 ist derselbe quer durchschnitten und mit *ABR* gekennzeichnet. Von großer Bedeutung ist es, daß von diesem analen Blutlakunenring in jeden der fünf Genitalschläuche Blutlakunen in die Wandung derselben eintreten. In Spalträumen der Binde substanzschicht trifft man auf die Blutflüssigkeit (vergl. Fig. 6 *BL*). Zunächst tritt die Blutlakune in den Ausführungsgang des Geschlechtsorganes ein. Auf jeden der seitlichen Äste zweigen schon äußerlich kenntliche Lakunen ab, in der Binde substanzschicht der Wandung als Spalträume auftretend.

Jedes der fünf Geschlechtsorgane besteht aus einem sich in den Ausführungsgang direkt fortsetzenden Schlauch, an welchem seitlich Äste hervorsprossen, welche wiederum von seitlichen Zweigen besetzt sind. Auf diese Weise kommt der oft komplizierte Bau der Geschlechtsorgane zustande.

Den Bau der Wandung hat neuerdings KOEHLER<sup>1)</sup> geschildert. Die Wandung setzt sich nach ihm zusammen aus dem äußeren die Geschlechtsschläuche überkleidenden Epithel, Binde substanzschicht, Muskelschicht und Innenepithel. In der Binde substanzschicht unterscheidet er weiter eine äußere Lage mit transversal angeordneten Fasern und eine innere, aus longitudinal verlaufenden bestehend.

Das Keimepithel aus dem Ovarium eines (2 cm Durchm.) jungen Echinus zeigte folgendes Verhalten: Neben bereits deutlich hervortretenden Eiern lagen streckenweise oft gehäuft die Epithel-

---

1) KOEHLER, loc. cit. pag. 57.



zellen, von denen die meisten die verschiedenste Größe zeigten (vergl. Figur 16 auf Tafel 6). Der Kern der Zellen wird zum Keimbläschen, das sich durch sein Lichtbrechungsvermögen frühzeitig auszeichnet. Da, wo nun eine Zelle sich als junge, wachsende Eizelle dokumentiert, geschieht es, daß sie die benachbarten in gleicher Weise in die Höhe hebt, so daß sie ihr anhaften wie Zellen eines Follikelepithels. Dieser Zustand dauert aber nicht lange, da die Zellen, haben sie erst eine gewisse Größe erreicht, ohne jeden Zellbelag sind und im späteren Stadium eine Dotterhaut abscheiden. Es unterscheiden sich somit die reifen Eier der Echiniden von denen der Asteriden und Holothurien in vielen Stücken. Die reifen Eier, welche ich bei *Strongylocentrotus lividus* im Ausführgang antraf, besaßen nur teilweise noch ein Keimbläschen mit Keimfleck; anderen fehlte derselbe vollkommen und war durch kein Färbemittel nachzuweisen.

---

## Kapitel 7.

### Die Bindesubstanz.

Die bisher noch wenig untersuchte Bindesubstanz der Echiniden bietet eine Menge von verschiedensten Modifikationen. Von gelatinöser, gallertartiger Beschaffenheit bis zu knorpelartigen Bildungen zeigen sich mancherlei Übergänge. Dabei braucht es in beiden extremen Formen nicht zur Verkalkung der Grundsubstanz und zur Bildung von Kalkplatten zu kommen.

Immer lassen sich drei Elemente unterscheiden, nämlich die Grundsubstanz, Zellen und Fasern, welch' letztere in Zusammenhang mit den Zellen stehen, oder doch, falls dies am erwachsenen Tiere nicht immer nachweisbar sein sollte, nie anders als durch Indielängewachsen von Zellen entstanden sind.

Die als retikuläre Bindesubstanz zu bezeichnende Modifikation der Bindesubstanz ist als die am meisten verbreitete im Echinidenkörper anzusehen. Es ist die von HAECKEL<sup>1)</sup> als Clathralgewebe bezeichnete Art. Wir treffen auf diese retikuläre Anordnung überall da, wo es zur Bildung von Kalkplatten ge-

---

1) HAECKEL, Ursprung und Entwicklung der tierischen Gewebe, ein histogenetischer Beitrag zur Gastraeatheorie, Jena, 1884, pag. 58.

kommen ist, also in der Körperwand. Wie bei den Wirbeltieren die retikuläre Binde substanz ein Stützgewebe für die verschiedensten Organe darstellt, so ist es bei den Echiniden als Stützgewebe für die Kalkplatten thätig.

Wie der Name andeutet, bildet dieses Gewebe eine Art Netzwerk, ein Reticulum. Die Balken des Netzwerkes sind oft von verschiedener Stärke, sowie die Maschen in ihrer Größe wechseln können. In den Maschen treten Knotenpunkte auf, in denen Zellkerne, von körniger Substanz umgeben, sich finden. Es besteht dieses Gewebe somit aus sternförmigen Zellen, deren Fortsätze miteinander in Verbindung stehen und so ein Netzwerk herstellen. Eine genaue Abgrenzung der einzelnen Zellen gegeneinander ist kaum möglich, da dieselben vollständig vereinigt sind (Fig. 9, Taf. 6 und Fig. 12, Taf. 13). Diese Beschreibung gilt von dem entkalkten Gewebe. Untersucht man das seine Kalkplatten noch besitzende Gewebe, so erkennt man, daß zwischen dem Maschenwerk die Grundsubstanz fast vollständig verkalkt ist, bis auf den die Fasern und Zellen umgebenden Teil. Es zeigt sich die Kalkplatte somit von untereinander kommunizierenden Röhren durchbrochen, in deren Knotenpunkten die Zellen und deren Verbindungskanäle die Ausläufer derselben zu liegen gekommen sind. Immer zwischen je zwei Kalkplatten hat die Binde substanz eine andere Beschaffenheit, indem hier deutliche Fasern hervortreten, welche wie Nähte die Kalkplatten miteinander verbinden. Während die in den netzförmig durchlöcherten Kalkplatten liegenden, meist drehrunden, dicken und kompakten Binde substanzfasern einen hyalinen Bau zeigen, tritt besonders an den Stellen, wo sie in die als Zwischennähte zu bezeichnende Fasern zerfallen, eine deutlich faserige Struktur auf. Es sind diese, besonders in den Stacheln, oft unregelmäßigen Balken aus miteinander verklebten Fasern entstanden, die so innig miteinander verbunden sind, daß ihr Bau nur bei stärkster Vergrößerung noch erkennbar ist. Es ist dieser Bau folgendermaßen zu erklären: Sobald die Grundsubstanz verkalkt, werden die Zellen mit ihren Fasern verdrängt und sind schließlich nur noch auf die in der Kalkmasse als Röhren und Löcher auftretenden, untereinander verzweigten Hohlräume beschränkt. Dadurch werden die einzelnen Fasern notwendigerweise in enge Berührung gebracht und verschmelzen zu dicken, kompakten Strähnen. Sobald aber eine Verkalkung aus irgend welchem Grunde ausbleibt, wie in der Mundscheibe, so haben wir das einfache Fasergewebe vor uns. In diesem

Gewebe, bei welchem bald die Zellen und Fasern überwiegen, bald die Grundsubstanz, kann man oft verschiedene Lagen unterscheiden. So in der Mundhaut, wo in der Cutis zwei Schichten getrennt werden können. Nach dem Epithel zu, also nach außen, findet sich die typische retikuläre Binde substanz, während nach innen eine Schicht liegt, in welcher die Fasern miteinander verklebt sind zu Bündeln von verschiedenster Stärke. Sie verlaufen nach den verschiedensten Richtungen durcheinander, sich eng verfilzend, so daß die Grundsubstanz auf ein Minimum reduziert erscheint.

In der Wandung des Darmtractus zeichnet sich die Binde substanz durch das Hervortreten der Grundsubstanz aus, die an Alkoholpräparaten ein fein granuliertes Aussehen bietet. In ihr liegen spindelige und sternförmige Zellen, deren feine, meist nicht sehr lange Fortsätze sich in der Grundsubstanz verzweigen können. — Außer diesen Zellen trifft man, besonders in dem Umkreis der Lakunen, auf amöboide Zellen, deren Form und Größe mit den in der Blutflüssigkeit auftretenden Zellen übereinstimmt. Außer dieser Zellart sind Wanderzellen mit gekörneter Inhalts masse vorhanden. Kommen in dieser Art der Binde substanz Kalkgebilde vor, so sind es, wie im Schlunde bei *Centrostephanus longisp.*, unregelmäßige Kalkstäbe oder Platten, und streckenweise nimmt dann das Fasergewebe einen retikulären Charakter an.

### **Das Ligament in den Pedizellarien.**

In den Pedizellarien ist eine eigenartige Differenzierung der Binde substanz zu beobachten. Besonders stark ausgebildet ist dieselbe in denjenigen Pedizellarien, in welchen der Kalkstab nicht bis zum Kopfe reicht, sondern nur einen Teil des Stieles durchzieht, so daß ein vom Kalkstab freier Teil bis zum Kopfe bleibt. Dies ist der Fall bei den tridactylen, buccalen und trifoliaten Pedizellarien. Fig. 6 auf Taf. 3 zeigt eine tridactyle Form der Länge nach durchschnitten. Der Kalkstab *Kst* endigt mit einem knopfförmig angeschwollenen Ende. Oberhalb desselben zieht bis zum Kopf der Pedizellarie ein dunkles Gebilde, in der Fig. 6 mit *L* bezeichnet. Auf dem Querschnitt durch diesen Teil des Stieles (Fig. 11 auf derselben Tafel 3) erkennt man dasselbe im Centrum wieder. Der Querschnitt ist annähernd kreisförmig. Die Form dieses sich gleichmäßig mit Karmin färbenden Gebildes ist die eines Cylinders, dessen Mantelfläche von einer Schicht längsverlaufender glatter Muskelfasern bedeckt

wird. Es dient dieser Cylinder dazu, den Kalkstab mit dem Kopfteil zu verbinden, ich schlage deshalb vor, ihn als Ligament zu benennen. An der lebenden Pedizellarie besitzt das Ligament eine gallertartige Konsistenz und ist äußerst elastisch. Sobald sich die dasselbe umgebenden Längsmuskeln *lm* kontrahiert und verkürzt haben — dieselben inserieren am Kalkstab einerseits, an den Kalkgebilden im Pedizellarienkopf andererseits — kehren dieselben durch die Elasticität des Ligamentes wieder in ihre vorige Lage zurück und der Stiel ist vollkommen ausgestreckt.

Diese gallertartige Bindesubstanz zeigt sich als äußerst fein granuliert und meist frei von Zellen und Fibrillen. An den großen tridactylen Pedizellarien von *Centrostephanus longispinus* ist das Ligament in seinem Centrum von Zellen und Fibrillen erfüllt. Die Zellen haben eine spindlige Gestalt. An den beiden Polen der Spindel entspringt je ein Fortsatz, von denen der eine zum Kalkstielkopf verläuft, der andere nach dem Kopf der Pedizellarie zieht. Diese Fibrillen sind an Präparaten meist korkzieherartig gewunden. Sie liegen zum größten Teil in der Centralmasse des Ligamentes, welche der Bindesubstanz in den übrigen Teilen gleicht. Die Grundsubstanz färbt sich gar nicht und nur der excentrisch gelegene periphere Teil des Ligamentes zeigt die fein granulirte Struktur. (Vergl. den Längsschnitt in Fig. 5 auf Taf. 3.)

### Die Muskulatur.

Wenige Mitteilungen liegen über den Bau der Muskelfasern der Echiniden vor.

VALENTIN<sup>1)</sup> behauptete, daß die Muskelfasern der Stacheln sowohl wie der Laterne eine Streifung zeigen. LEYDIG<sup>2)</sup> hat später dasselbe beschrieben und zugleich eine Längsstreifung beobachtet. Dem hat KÖLLIKER<sup>3)</sup> widersprochen, indem er die der Quere nach zerfallenen Muskelfasern als Kunstprodukte ansieht. Die Querstreifung hat später FRÉDERICQ<sup>4)</sup> geleugnet. Vor diesem Forscher sind wir durch HOFFMANN<sup>5)</sup> näher

---

1) VALENTIN, Anatomie du genre Echinus, Neuchatel 1842.

2) LEYDIG, Kleinere Mitteilungen zur tierischen Gewebelehre, in: Archiv für Anatomie und Physiologie 1854. p. 305.

3) KÖLLIKER, Untersuchungen zur vergleichenden Gewebelehre, Würzburger Verhandlungen, 8. 1858. p. 111.

4) FRÉDERICQ, Contributions etc. Arch. de Zool. exp. 1876.

5) HOFFMANN, Zur Anatomie der Echiniden und Spatangens, in: Niederl. Archiv für Zoologie, Bd. 1. 1871.

über den Bau der Muskeln, wie sie am Darm und einigen anderen Organen vorkommen, unterrichtet worden. Er beschreibt die Muskelfasern als breite Fasern, denen zuweilen ein Kern anliegt, aber ein Sarcolemm fehlt.

Echte quergestreifte Muskulatur ist zum ersten Male von GEDDES<sup>1)</sup> und BEDDARD<sup>2)</sup> an den Mundpedizellarien gesehen und abgebildet worden. Über den feineren Bau erfahren wir nichts weiter, als daß ein Sarcolemm beobachtet wurde. Die Abbildungen der glatten Muskelfasern von der Laterne (Taf. 31, Fig. 15, 14) und Oesophagus, wie sie diese Autoren geben, sind mit ihren Runzelungen als Kunstprodukte, durch die Behandlung hervorgerufen, anzusehen. Der letzte Forscher, welcher die Muskulatur der Echiniden bespricht, ist KOEHLER. Er erwähnt nur glatte Muskelfasern und bildet solche von *Spatangus purpur.* ab. Es sind dies an den Enden zugespitzte, strukturlose Fasern, denen ein Kern außen aufliegt. —

Ich will zunächst die glatte Muskulatur besprechen und daran die quergestreifte anschließen. Nach ihrer Entstehung zerfällt die Muskulatur in solche epithelialen und solche mesenchymatösen Ursprungs. Glatte Muskelfasern sind die am gewöhnlichsten vorkommenden Gebilde. Zerzupft man die Muskelschicht eines Stachels oder einen der drei Adductoren der Pedizellarien (*gemmiformes*), so erhält man die einzelnen Fasern getrennt voneinander. Es zeigt sich dann, daß jede Faser aus einer anscheinend homogenen, stark lichtbrechenden Substanz besteht, welcher in ungefährer Mitte ein ovaler Zellkern aufliegt, welchen wenig Zellsubstanz umhüllt, oder es ist diese nicht mehr nachweisbar. Diese Muskelfasern lassen sogar schon im lebenden Zustand eine feine Längsstreifung erkennen und leicht kann man eine Faser in Fibrillen zerlegen. Die Längsstreifung ist der Ausdruck der Zusammensetzung aus parallelen, eng miteinander zum Formelement einer Muskelzelle verschmolzenen Fibrillen. Die kontraktile Substanz ist von der Bildungszelle einseitig, und zwar in Gestalt feiner Fibrillen aus-

---

1) GEDDES und BEDDARD, On the histology of the Pedicellariae and the Muscles of *Echinus sphaera* (FORBES), in: Trans. Roy. Soc. Edinb. v. 30. p. 383.

2) An den tridactylen Pedizellarien fand ich quergestreifte Muskelfasern und veröffentlichte diesen Fund in kurzer Mitteilung, ohne auf die frühere Beschreibung derselben an ophiocephalen Pedizellarien zu erinnern, was ich hiermit bedauernd nachhole.

geschieden worden. Untersuchung in Pikrokarmilnösung läßt dieses Verhalten recht deutlich erkennen. An den Enden sind die Muskelfasern zerfrantzt, zerfasert, wie sich an entkalkten Präparaten gut konstatieren läßt. Fig. 10 auf Taf. 5 zeigt solche isolierte längsgestreifte Muskelzellen mit ihren Kernen. An ihren Enden zerfasert sind die Fasern der Pedizellarien und Stacheln, überhaupt die in der Haut liegenden und die Bändermuskeln der Laterne. Erstere sind nicht entodermalen Ursprungs, sondern können entweder ektodermalen, das heißt von Epithelzellen der Epidermis, oder aber mesodermalen Ursprungs, Mesenchymzellen sein. Hierauf komme ich unten zu sprechen.

Die glatten Muskelfasern am Darmtractus im Wassergefäßsystem am Mesenterium sind an ihren Enden spindlig zugespitzt. Auch ihnen liegt außen die Bildungszelle auf. Meist ist ihre Zellsubstanz vollständig geschwunden und nur noch der ovale Kern wahrnehmbar. Auch sie zeigen einen Zerfall in parallele Fibrillen entsprechend einer Längsstreifung an der intakten Faser. Auf dem Querschnitt zeigen diese Muskelfasern eine unregelmäßige eckige bis kreisrunde Gestalt, je nach ihrem Kontraktionszustand. Ihre Länge ist eine sehr verschiedene. Die ausgefrantzten Fasern der Adductoren an den gemmiformen Pedizellarien sind bis 1 mm lang (Sphaer. granul.). Auch da, wo die Muskelfasern keinen großen Durchmesser besitzen und Bindesubstanzfibrillen ähneln, entscheidet sofort die Färbung. Alle Muskelfasern färben sich sehr stark, während die echten Bindesubstanzfibrillen sich nur wenig tingieren. Weiter liegen den Muskelfasern die Bildungszelle oder der Rest derselben mit dem Kern außen auf, während die Bindesubstanzfasern in die Länge gewachsene Zellen sind. —

An gefärbten Präparaten der zerfrantzten Fasern ist der muskulöse Teil streng unterschieden von den zerfaserten Enden, welche ungefärbt bleiben oder doch nur ganz gering den Farbstoff aufnehmen.

Unter den an ihren Enden zerfaserten Muskelfasern verdienen besonderer Erwähnung die Bandmuskeln (wie ich ihrer Gestalt wegen dieselben zu nennen vorschlage), welche im Kauapparat sich finden. Diese Muskulatur besteht aus abgeplatteten 0,04 mm breiten Gebilden, welche eine Länge von 1,3 mm besitzen (ausgewachs. *Dorocidaris papp. cons.* in 0,3 Prozent Chromsäure). Die bandförmigen Muskeln liegen mit ihren Breitseiten aneinander.

Fig. 7 auf Taf. 5 zeigt zwei Muskelfasern, Fig. 9 dieselben quer durchschnitten. Ihre Anordnung im Kauapparat geht aus Fig. 11 Taf. 13 hervor.

Eine ungemein deutliche und leicht wahrnehmbare Längsstreifung, die parallel zur Längsaxe geht, zeigt, daß jedes Muskelblatt sich aus Fasern zusammensetzt, die leicht durch Zerzupfen von einander getrennt werden können. Dem Muskelblatt liegen außen auf einzelne ovale Kerne in unregelmäßigen Abständen. Nimmt man nun das leichte Zerlegen jedes Blattes in einzelne Fasern hinzu, so folgt daraus, daß wir hier nicht einzellige Muskeln vor uns haben, sondern ein komplizierteres Gebilde. Eine Reihe von Muskelfasern liegen in einer Ebene angeordnet nebeneinander zu einem Blatt verbunden. Jedes solche Muskelblatt wird von einer dünnen homogenen Scheide umhüllt, welcher der Cölobelag, aus abgeplatteten Wimperzellen bestehend, aufliegt. Über die erste Anlage der Muskelblätter kann ich nichts angeben. An den jüngsten mir zur Untersuchung vorliegenden Seeigeln (Durchmesser 0,8 mm) waren sie schon vorhanden. —

Verzweigte Muskelfasern fand ich im Wassergefäßsystem und zwar in der Wandung der Ampullen. Die einzelnen Fasern geben in ihrem Verlauf kurze Zweige ab, die sich mit den benachbarten Fasern verbinden und so entsteht ein dichtes Netzwerk, wie es Fig. 4, Taf. 9 von einem jungen Sphaerechinus wiedergibt, und wie es schon früher beschrieben worden ist.

Auf die Muskelbänder, welche sich ausspannen zwischen den Kiefern und dem inneren Auricularrande, und zwischen den Auriculae selbst inserieren, möchte ich besonders aufmerksam machen, da die Muskelfasern derselben wegen ihrer Länge besonders gut sich zur Untersuchung eignen und eine Längsstreifung sehr deutlich wahrzunehmen ist.

Die Muskelfasern besitzen eine Länge von über 1 cm (geschl.-reif. erwachs. Sphaerech. granul.), gehören also mit zu den größten bekannten glatten Muskelfasern überhaupt. Ihre Dicke beträgt etwa 0,06 mm, die Fasern sind annähernd drehrund. An ihren Enden sind sie zerfasert, und sehr leicht kann man die einzelne Muskelfaser entsprechend der Längsstreifung in Fibrillen in ganzer Länge zerzupfen.

Eine andere Frage ist es, ob diese Muskelfasern als Muskelzellen zu gelten haben, oder aber vielkernig sind. Dies ist nicht leicht zu unterscheiden, weil Bindesubstanz mit Kernen und

Zellen zwischen den Fasern die Interstitien ausfüllt und denselben eng anliegt. Zerzupft man in einzelne Fasern und färbt mit wässriger essigsaur. Methylgrünlösung, so treten die Kerne schnell und deutlich hervor. Man findet dann länglich-ovale Kerne von einer Länge 0,05 mm und einer Breite 0,01 mm, welche der Muskelfaser aufliegen. Hier und da läßt sich eine schwache Körnelung an den beiden Enden der Zellkerne erkennen, welche als Rest der Zellsubstanz der Bildungszelle aufzufassen sein wird.

Quergestreifte Muskelfasern habe ich an den Mundpedizellarien und den stiletförmigen tridactylen Pedizellarien angetroffen. Zur Untersuchung eignen sich die letzteren besonders wegen ihrer Größe. Die Fasern der drei Adductoren zeigen die Querstreifung sehr deutlich bereits in frischem Zustande. Diese Muskelfasern der Adductoren der Greifzangen zeigen die gewöhnliche Anordnung, sie verlaufen parallel zu einander und zerfasern an ihren beiden Enden. Die Querstreifung hört da auf, wo die Zerfaserung beginnt. Die einzelnen Muskelfasern lassen sich leicht voneinander isolieren, und man findet jeder in der ungefähren Mitte (die Länge beträgt im kontrahiertem Zustand 0,6 mm) einen länglich-ovalen Kern außen aufliegen, hier und da war eine fein gekörnte Substanz um denselben noch nachweisbar, der Rest der Zellsubstanz der Bildungszelle. Zu jeder Muskelfaser gehört ein Kern, sodaß dieselbe also eine einfache, einkernige, sehr verlängerte Zelle darstellt, deren Substanz bis auf einen kleinen Rest in kontraktile Substanz umgewandelt ist. Zerzupft man einen Adductor in Pikrokarmine und untersucht hierauf in Glycerin, so treten die helleren und dunkleren Querstreifen hervor. Das Sarcolemm als äußerst feines dünnes Häutchen hebt sich bei dieser Behandlung von der Faser deutlich ab. Die Fasern sind annähernd drehrund und besitzen bei mittlerer Kontraktion einen Durchmesser von ungefähr 0,0028 mm (*Centrostephanus longispinus*), ihre Länge schwankt zwischen 0,5—0,7 mm.

Durch Maceration kann man die einzelnen Muskelfasern der Länge nach in feinste parallele Fibrillen zerlegen. Jede Faser zerfällt in etwa 4—6 feinste Elemente, deren jedes die Querstreifung noch zeigt.

Die Muskelfaser im ausgestreckten Zustande zeigt die Krause'schen Querscheiben schon an frischen Präparaten sehr



schön. Auch hier zeigten sich die tridactylen Pedizellarien von *Centrosteph. longisp.* als günstig zur Untersuchung.

An der Muskulatur der Mundpedizellarien ist die Streifung schwieriger zu erkennen, auch verschwindet sie bei Zusatz bestimmter Reagentien, und besonders an Schnittpräparaten war sie oft kaum noch wahrnehmbar.

An den beiden genannten Arten von Pedizellarien fand ich quergestreifte Muskelfasern bei folgenden Formen: *Centrostephanus longispinus* Pet., *Dorocidaris papillata* A. Ag., *Arbacia pustulosa* Gray, *Strongylocentrotus lividus* Brand, *Sphaerechinus granularis* A. Ag., *Echinus acutus* Lam., *Echinus microtuberculatus* Blainv. —

Beide Formen von Pedizellarien zeichnen sich durch die rasche energische und plötzliche Kontraktion ihrer Muskulatur aus. Das tritt besonders bei den Greifzangen der tridactylen Pedizellarien hervor, die bei der Bewegung zur Anheftung an fremde Gegenstände dienen.

Quergestreifte Muskelzellen habe ich auch an den rotierenden Analstacheln (s. diese) von *Centrosteph. longisp.* angetroffen. Alle übrigen Stacheln besitzen glatte Muskelzellen.

Über die Entstehung der Muskelfasern liegen bei Echiniden keine näheren Angaben vor. Da wir es mit typischen Enterocöliern zu thun haben, so ist mit HERTWIG anzunehmen, daß der größte Teil der Muskulatur epithelialen Ursprungs ist. Dies würde für die gesamte Muskulatur gelten mit Ausnahme der Muskeln, welche an bestimmten Körperanhängen auftreten, nämlich an den Pedizellarien, Stacheln und Sphäridien. (An den Füßchen sind die Längsfasern sicher epithelialen Ursprunges.) An den vorgenannten Organen sind die Muskelfasern an ihren Enden zerfasert und in Verbindung mit den Fibrillen der Binde substanz. Die direkte Beobachtung überzeugte mich, daß die gesamte Muskulatur der Pedizellarien sowie der Stacheln aus Bindegewebszellen entsteht, wobei der Kern dieser Zellen der Muskelfaser außen aufliegen bleibt.

Die erste Anlage der Stacheln wie Pedizellarien besteht in einer kuppelförmigen Erhebung der Binde substanz, welche vom Epithel überzogen wird. Ein Längsschnitt durch eine solche warzenförmige Erhebung zeigt folgendes. Unterhalb der Epidermis liegen in der Binde substanz Zellen in solcher Menge angehäuft, daß sie kaum voneinander unterschieden werden können. Aus diesen Zellen entsteht durch Wucherung einmal die Binde substanz

der Pedzellarien, das Ligament etc., die Kalkgebilde, und zweitens die Muskulatur. Ein Längsschnitt durch ein weiter vorgeschrittenes Stadium zeigt, wie ein Teil dieser Zellen zur Bildung der drei Adductoren der Greifzangen sich anschickt. Dann sieht es aus, als ob die Zellen in die Länge wüchsen. Das Endstadium zeigt eine Muskelfaser, der außen ein Kern aufliegt. Es hat sich somit der gesamte Zelleib zur kontraktiven Substanz differenziert. Diese Art der Entstehung von Muskelfasern beobachtete ich an jungen Sphaerechin. granul. von 6 mm Länge. Daß bei allen Echiniden die Fasern der Stacheln wie Pedzellarien auf diese Weise entstehen müssen, ist eigentlich schon aus ihrer Lagerung zu schließen. (Fig. 17 Taf. 6).

---

## II. Abschnitt.

### Die irregulären Seeigel.

---

#### Kapitel 1.

#### Die Anhänge der Körperwand.

Außer den Stacheln sind es vorzüglich die Ambulacralfüßchen in ihrer verschiedenen Gestalt, welche das Interesse in Anspruch nehmen. LOVÉN<sup>1)</sup> unterscheidet vier verschiedene Formen von diesen Organen bei den Spatangiden, nämlich: 1. einfache, zur Bewegung dienende Ambulacralfüßchen mit abgestumpften oder abgerundeten Spitzen ohne Saugscheibe; 2. solche mit Saugscheibe; 3. Gefühlsfüßchen, die er nach ihrer Form pinselförmige nennt, und endlich 4. die sogenannten Ambulacralkiemmen. Von diesen kommen der Gattung Spatangus die Gefühls- und Saugfüßchen sowie die Kiemmen zu, wie schon JOH. MÜLLER<sup>2)</sup> bekannt war.

#### Die pinselförmigen Sinnesfüßchen.

(*phyllodean pedicels* von LOVÉN.)

Mit diesen, vorzüglich als Sinnesorgane dienenden Füßchen, die sich um den Mund angeordnet finden sowie den After umstehen, beginne ich die Beschreibung.

---

1) LOVÉN, On *Pourtalesia* a genus of Echinoidea, Stockholm 1883, pag. 43, in: Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Bandet 19. No. 7.

2) JOH. MÜLLER, Über den Bau der Echinodermen, in: Abh. d. K. Akad. d. Wiss. in Berlin 1854, sep. p. 26. pl. III. ebenda citiert.

Die äußere Form dieser Sinnesfüßchen ist bei einer großen Anzahl verschiedener Gattungen von Lovén geschildert und in vorzüglicher Weise abgebildet worden, während ihr feinerer Bau noch viel des Unbekannten bietet. Bei *Spatangus purpureus* besitzen unsere Organe eine lilla Färbung, die von Pigmentzellen herrührt, welche im Epithel zwischen den Zellen liegen und nach ihrer Gestalt — bald sind sie baumartig verzweigt, bald kuglig — als amöboid zu bezeichnen sind.

Jedes Sinnesfüßchen besteht aus einem Stiel (wenige Millim. lang) welcher auf seinem freien Ende eine schüsselähnliche, runde Platte trägt, welche auf ihrer Oberseite mit kolbenförmigen Stäbchen besetzt ist. Diese stehen wie die Haare eines Pinsels nebeneinander. Der Stiel sowohl wie die Platte ist hohl, und kommuniziert diese Höhlung mit dem Wassergefäßsystem (Fig. 4, Taf. 11).

Ein Längsschnitt durch ein pinselförmiges Sinnesfüßchen läßt diese Anordnung erkennen (vergl. Fig. 5 auf Taf. 11).

Der Stiel setzt sich zusammen aus dem Epithel, welches aus einer Lage von je nach dem Zustand der Kontraktion abgeplatteten oder kubischen Zellen besteht, einer Binde substanzschicht von geringer Entwicklung, und nach innen von dieser einer Längsmuskelschicht und endlich dem Innenepithel, aus wimpernden abgeplatteten Zellen bestehend.

Basalwärts von der Epithelschicht verläuft ein Nervenzug, aus feinsten Fibrillen sich zusammensetzend. Er ist stets deutlich von den übrigen Geweben abgesondert.

Die Längsmuskelschicht setzt sich zusammen aus einer Lage parallel zu einander verlaufender Fasern von gewöhnlichem Bau. An dem plattenförmigen Ende angekommen, verlaufen sie in der gleichen Richtung weiter parallel zu einander bis zur Peripherie desselben.

Die Endplatte ist ebenfalls hohl, wie ich schon angab, wird aber von einer Anzahl von Membranen oder Scheidewänden durchsetzt, welche ihr Lumen in eine Menge von konzentrischen Räumen einteilen würden, wären diese Scheidewände nicht durchbrochen.

Dieselben Schichten, die sich auf dem Stiel finden, setzen auch die Wandung der Endplatte zusammen. Nur fehlt auf ihrer oberen Seite die Muskulatur.

Die quer den Hohlraum durchsetzenden Membranen bestehen aus einer centralen Schicht Binde substanz, Muskelfasern und dem allgemeinen Innenepithel, welches in Gestalt abgeplatteter Wimperzellen dieselben überzieht (vergl. Fig. 8 auf Taf. 11). Diese Mem-

branchen stellen ein festeres Gefüge zwischen der oberen und unteren Wandung der Endplatte her und können vielleicht auch durch Kontraktion zur Entleerung der Inhaltsflüssigkeit beitragen.

Auf der Oberfläche der entweder eine glatte Fläche darbietenden oder aber an ihrer Peripherie nach oben ein wenig umgeschlagenen Endplatte stehen die kolbenförmigen Filamente, nur einen kleinen Raum im Centrum der Platte freilassend<sup>1)</sup>.

Diese Filamente enden kolbenförmig. Sie besitzen einen central gelagerten Kalkstab, welcher mit einem Fußstück in der Wandung der Endplatte endigt, (Fig. 17, Taf. 11), während er bis in das kolbenförmig angeschwollene Ende sich verfolgen läßt; hier endet er abgestumpft.

Das Epithel, welches die Endplatte überzieht und aus annähernd kubischen Zellen besteht, setzt sich auf die Kolben fort, deren Axe aus Bindesubstanz gebildet wird, in welcher der Kalkstab liegt. Basalwärts vom Epithel liegen aus feinsten Fäserchen sich zusammensetzende Gebilde, die Nervenzüge, welche zur Spitze ziehen, in welcher das Epithel eine besondere Bildung zeigt. Die kolbenförmige Anschwellung kommt durch die Verdickung der Epithelschicht zustande. Besonders nach der dem Centrum der Platte zugekehrten Seite ist dasselbe stark verdickt. Ist die Platte vollkommen flächenhaft ausgebreitet, so müssen diese verdickten Teile der Enden natürlich nach oben emporragen.

LOVÉN<sup>2)</sup> hat über Endigungen der Nerven in diesem Epithel bei *Bryssopsis lyrifera* einige Angaben gemacht. Er sagt: „From a thin layer, a plexus surrounding the homogeneous central substance, numerous nervous fibres are seen to traverse the connective tissue towards the inside of the external tegument, and there to form nucleated multipolar cells in close proximity and connexion with the bases of very minute, scattered, rigid and motionless hair-like processes on the external surface, which is devoid of vibratile cilia.“

Auf Schnitten durch die kolbenförmigen Enden fand ich bei *Spatangus purpureus* folgendes: Das stark verdickte Epithel setzt sich zusammen aus fadenförmigen Zellen, deren ovale Kerne in verschiedenster Höhe derselben liegen können, bald mehr der Peripherie genähert, bald mehr in der Mitte oder dem basalen Teile

---

1) Figur 5 zeigt die Endplatte stark nach oben gekrümmt. Es ist dieses Verhalten auf die Einwirkung des Alkohols bei der Tötung zu setzen und im Leben nicht der normale Fall.

2) On *Pourtalesia*, a genus of Echinoidea etc. pag. 45.

der Zelle. Der Zelleib verlängert sich in feinste Fibrillen, wie sich an Macerationspräparaten erkennen läßt. Eine glashelle Cuticula überzieht die Oberfläche des Epithels (Alkoholpräparat). Hier und da sind noch starre Borsten, die senkrecht der Oberfläche aufsitzen, erhalten. Eine Differenz im Bau dieser Epithelzellen, welche sie in Stütz- und Sinneszellen trennen würde, konnte ich nicht direkt wahrnehmen, glaube aber, daß das Verhalten dieser feinen Zellen dasselbe sein wird, wie ich es oben des öfteren geschildert habe. Auf Längsschnitten (vergl. Fig. 7 auf Tafel 11) war es mir nie möglich, mich genau zu informieren, ob die Fortsätze einzelner Epithelzellen, die an Macerationspräparaten auftraten, wirklich in die epitheliale Nervenfasersplatte eintreten. Nach Analogie der bei den Echiniden gefundenen Verhältnisse dürfte dies aber mit Recht gefolgert werden können.

Fig. 7 auf Taf. 11 zeigt das Epithel mit der Nervenfasersplatte. Als eine teils fein gekörnte, teils faserige Masse — je ob die Nervenfasern der Quere oder der Länge nach durchschnitten waren — tritt dieselbe dem Beobachter entgegen. Sie setzt sich fort in Nervenfaserbündel, welche subepithelial gelagert in der Stielwandung hinabziehen, um an der Basis sich in die Hautnerven fortzusetzen.

Zwischen den Epithelzellen auch des Kolbens trifft man auf reichliche Pigmentzellen, deren Pigment sich in Alkohol gut erhält, was ja nicht für die Pigmente aller Chromatophoren der Echinodermen gilt, beispielsweise nicht die der Augenflecke bei den See-  
sternen <sup>1)</sup>).

Es fragt sich nun, ob die kolbenförmigen Filamente jedes für sich beweglich sind, oder aber nur passiv bewegt werden können, indem die Endplatte, auf welcher sie stehen, durch ihre Muskulatur oder durch die Querwände eine verschiedene Lage einnimmt. Muskelfasern treten in den Filamenten nicht auf, an dem verbreiterten Basalende des Kalkstabes inserieren jedoch Fasern, welche aber bindegewebiger Natur zu sein scheinen, und auch durch diese erscheint es deshalb nicht möglich, daß die einzelnen Filamente selbständig eine Bewegung ausführen können. Beobachtungen am lebenden Tiere konnte ich aus Mangel an Material nicht ausführen <sup>2)</sup>. An jungen Spatangien von 2 cm Längsdurchmesser

---

1) Vergl. Heft 2 pag. 17.

2) Während mir reguläre Seeigel in unglaublicher Menge täglich von der zoologischen Station gestellt wurden, konnte ich Spatangiden

sind die Füßchen nur mit wenigen (10 oder mehr) Filamenten besetzt. Diese nehmen mehr und mehr zu, um endlich in solcher kaum zählbaren Menge vorhanden zu sein, wie es Fig. 4 auf Taf. 11 zeigt. Um den Mund sowohl wie um den After stehen diese Organe in regelmäßiger Anordnung. In der Mehrzahl jedoch auf der Mundhaut. Zwischen ihnen trifft man auf die kleinen Sphäridien, die in großer Menge regellos zerstreut sich finden.

Zum Schluß muß ich nochmals die Pigmentzellen erwähnen, welche in bizarren Formen besonders auf den Filamenten vorkommen. Ein Teil dieser Pigmentzellen liegt im Epithel, und zwar ganz in der Peripherie vor den Kernen der Epithelzellen. An alten ausgewachsenen, in Alkohol konservierten Exemplaren ist das Pigment zum größten Teil entfernt. Die Zellen erscheinen dann als helle Räume, in denen der kuglige Kern sich abhebt. Solche Zellen geben bei Flächenansicht ein Bild, wie es LOVÉN von Bryssopsis abgebildet hat. Diese Zellen bildet er mit langen Stielen besetzt ab, es ist sein Sinnesepithel.

---

### Die Rosettenfüßchen des vorderen Ambulacrums.

Die Ambulacra bilden bei den Spatangiden bekanntlich nur eine vierblättrige Rosette, weil das vordere derselben abweichend gebildet ist. Bei der Gattung Spatangus (spec. Sp. purpureus Leske) liegt dieses Ambulacrum in einer tiefen Rinne. Hier stehen in zwei Reihen angeordnet Füßchen, welche in ihrer Gestalt abweichen von den soeben beschriebenen pinselförmigen.

Sie sind in vollkommen ausgestrecktem Zustand länger und schwächer als diese. Ihre Länge beträgt an konservierten Tieren mehrere Millimeter. Fig. 9, Taf. 11 zeigt ein solches Füßchen. Dem Fußteil sitzt eine Platte auf mit kreisförmig in einer Reihe angeordneten, radiär gestellten, eigentümlich geformten Gebilden. Diese Fühler, wie ich sie nennen will, beginnen mit einer breiten Basis, verschmächtigen sich, um dann mit einer kugligen Anschwellung zu enden. Ihre Zahl beträgt 12. In jedem

---

während meines Aufenthaltes (Herbstferien 1885) in Neapel nur selten lebend erhalten, es waren dann sehr junge Tiere, und mußte ich mich auf Material, welches mir später in vorzüglicher Weise von LO BIANCO SALVATORE konserviert worden war, beschränken.

derselben läßt sich in der Axe ein zierlich gebauter Kalkstab erkennen, welcher mit einer Verbreiterung in der Platte endigt. Hier liegen diese Endverbreiterungen nebeneinander und täuschen so eine Rosette vor (siehe die Fig.).

Der Bau dieser Rosettenfüßchen, wie ich sie zum Unterschied der pinselförmigen Füßchen nennen will, ist folgender. Sie sind wie die letzteren, hohl und zwar bis zur Platte. Ihr Lumen steht mit dem Ambulacralgefäß in Kommunikation und jedes Füßchen besitzt eine kleine Ampulle. Ihre Wandung besteht aus einem wimpernden Außenepithel, dessen Zellen je nach dem Kontraktionszustand bald abgeplattet, bald mehr kubisch erscheinen. Pigmentzellen lagern in großer Menge zwischen ihnen. Unterhalb dieser Epithelzellen verlaufen die Nervenfasern, zu einem Bündel angeordnet, parallel zur Fußaxe. Eine Bindesubstanzschicht mit rings- und längsverlaufenden Fasern folgt unterhalb des Epithels und nach innen von diesem eine kräftig entwickelte Längsmuskelschicht.

Die Fühler selbst sind solid, ihre Axe wird von der Bindesubstanz gebildet, wie die Platte selbst. Wenige Fasern und Zellen finden sich, und herrscht die Grundsubstanz vor, in welcher die einzelnen Kalkstäbe mit ihren breiten Basen liegen. Die Stäbe reichen bis zur Spitze der einzelnen Stäbe. Der kugelige Kopf wird zum größten Teil aus dem mächtig verdickten Epithel gebildet, welches sich aus langen, feinen, schwächtigen Zellen zusammensetzt. Basalwärts von denselben ist die Nervenfaserschicht plattenförmig ausgebreitet, in gleicher Weise, wie es in den Enden der einzelnen Fühler der pinselförmigen Füßchen von mir oben abgebildet wurde. An Macerationspräparaten läßt sich hier und da verfolgen, wie feinste basale Fortsätze der Epithelzellen zwischen diese Nervenplatte eintreten. Wenn der hier nicht mit großer Sicherheit, wie an anderen Objekten (vergl. oben), von mir beobachtet werden konnte, so war das Material daran Schuld. Frische Spatangiden lagen mir aber nicht zur Untersuchung vor, und mußte ich sehen, wie weit ich an allerdings vorzüglich konserviertem Material käme, und mit den angegebenen Resultaten zufrieden sein.

### **Die Saumlinien (Fasciolae s. Semitae).**

(Spatang. purpur.).

Den Spatangiden kommen die eigentümlichen bandförmigen Streifen auf der Haut zu, welche bald auf dem Rücken, bald am After besondere Felder umgrenzen. Sie werden durch wenige



Millimeter lange an den Enden keulenförmig verdickte Stacheln gebildet, die dicht gedrängt nebeneinander in Linien angeordnet sind. Die starke Wimperung ihrer Epithelzellen ist schon lange bekannt.

Zur Untersuchung entkalkte ich Teile der Rückenhaut, auf welcher sich eine von Stacheln gebildete Fasciole befand, und zerlegte sie hierauf in Vertikalschnitte. Fig. 11, Taf. 6 zeigt einen solchen Schnitt. Die kleineren Stacheln sind weniger beweglich als die größeren, wie schon aus ihrer Längsmuskulatur ersichtlich ist. Sie sind nicht wie die großen Stacheln auf über die Oberfläche der Haut hervorragenden Höckern eingrenkt. Die Muskulatur, welche ihnen eine nur sehr beschränkte Bewegung ermöglicht, ragt nicht über verdeckte Epidermis hervor. Die Stachelwarzen mit denen die keulenförmigen Stacheln durch die Muskeln verbunden sind, liegen unterhalb der Epithelschicht. Diese letztere ist auf den Saumlinien 0,05 mm hoch, also beträchtlich höher, als es an anderen Körperstellen der Fall ist. Diese Höhe kommt dadurch zustande, daß in den Saumlinien die Hautnerven zu einer ungewöhnlich reichen und starken Entwicklung gekommen sind.

Die Zellen, welche das Epithel in den Saumlinien bilden, sind Stützzellen und Sinneszellen. Die Epithelstützzellen lassen sich auf Schnitten leicht erkennen. Die spindlige Stützzelle entsendet nach der Peripherie einen kurzen Fortsatz, nach der Basis einen langen, hyalinen, starken Fortsatz, welcher senkrecht die Nervenmasse durchsetzt bis zur dünnen Basalmembran. Diese Fortsätze sind 0,04 mm lang. Die Nervenfasern sind in Zügen angeordnet, welche in verschiedenen Richtungen verlaufen. Fig. 11 zeigt solche Züge zwischen zwei Stacheln quer durchschnitten, während der größte Teil parallel zur Richtung der Saumlinie zu verlaufen scheint.

Vergleicht man nun Schnittserien durch andere Gegenden der Körperwand, so ergibt sich, daß in den Fasciolen die epitheliale Nervenfaserschicht die stärkste Entwicklung erreicht hat. Am Scheitelpol sind sie allein in ähnlicher Weise vorhanden (vergl. unten „Hautnerven“).

### **Das Nervensystem.**

Das Nervensystem bietet dieselben Verhältnisse, wie sie bei den Echiniden uns entgegentraten, und werde ich mich deshalb möglichst kurz zu fassen haben.

Um die Mundöffnung gelagert liegt der Nervenring eingeschlossen in einem Schizocölraum in gleicher Weise, wie das bei den regulären Formen der Fall war. Von diesem cirkulären Schizocölraum gehen die den Darm begleitenden Blutlakunen ab, man hat also denselben als den oralen Blutlakunenring zu bezeichnen.

Ein Schnitt durch die Oberlippe und Unterlippe von *Spatangus purpureus* (Fig. 2, Taf. 12) in der Richtung von *ab* geführt, giebt das in Fig. 3 abgebildete Verhalten. Das die Ober- wie Unterlippe überkleidende Hautepithel setzt sich in die Mundöffnung fort und geht in das Epithel des Schlundes über, hier Zotten bildend. Mit *GR* ist der quer durchschnitene Nervenring, der Gehirnring, bezeichnet, welcher bei seinem Verlaufe auf der Unterseite der Oberlippe ebenso wie auf der Unterseite der Unterlippe in einen Hohlraum, einen Schizocölraum, den oralen Blutlakunenring, zu liegen gekommen ist (*BLR*). Nach außen von diesem Hohlraum verläuft der Wassergefäßring *WGR*.

Ein vertikaler Schnitt durch ein Ambulacrum zeigt den ambulacralen Nervenstamm ebenfalls in einem Schizocölraum gelagert, welchen er in zwei Hälften teilt, und centralwärts von demselben das Wassergefäß gelagert. Woher die vielen Hohlräume kommen, welche KOEHLER<sup>1)</sup> zeichnet, ist mir nicht begreiflich. Ich kann sie nicht anders als für Kunstprodukte erklären und sie als durch die Konservierung der Spatangen entstanden ansehen. Immer, um dies besonders zu betonen, ist der Bau der Ambulacralnerven und des ambulacralen Wassergefäßes bei regulären wie irregulären Seeigeln vollkommen übereinstimmend, immer liegt der Nervenstamm in einem Schizocölraum.

Von den ambulacralen Nervenstämmen gehen zu den Füßchen, überhaupt zur Haut, in derselben Weise wie es bei den regulären Formen geschildert wurde, die Nervenzüge ab. Ein Vertikalschnitt durch ein Ambulacrum (in der Nähe der Geschlechtsplatten) von *Spatangus purpureus* zeigt folgendes: In das kleine Füßchen führt ein blind endender Kanal der vom ambulacralen Wassergefäß ausgeht. Vom Nervenstamm, der der Quere nach durchschnitten ist, geht ein Nervenzug aus, sich an den Kanal eng anschmiegend, um, am Epithel angekommen, sich in mehrere Äste zu zerspalten. Ein Nervenast zieht zur Spitze des Füßchens,

---

1) KOEHLER, Recherches sur les Echinides des côtes de Provence. Taf. 5, Fig. 35.

in welcher Sinneszellen liegen; die Hauptmasse verzweigt sich jedoch zwischen den Fortsätzen der Epithelstützzellen gelagert. Der Anfangsteil des vom ambulacralen Nervenstamm abgehenden Nervenastes wird noch auf eine kurze Strecke von einer Fortsetzung des Schizocölraumes umhüllt.

An den Stacheln der regulären Seeigel beschrieb ich einen basalen Nervenring. Auch den irregulären Spatangiden kommt derselbe zu und ist hier noch besser, besonders an den größeren Stacheln, zu beobachten.

Der feinere Bau des Nervensystems läßt sich mit wenigen Worten schildern. Sowohl im Gehirnring, wie in den fünf ambulacralen Nervenstämmen ist der Bau der gleiche. Feinste Nervenfibrillen, zwischen denen bipolare, seltener multipolare Ganglienzellen liegen, und zwar unregelmäßig zerstreut, nie zu Ganglien angehäuft, setzen die Hauptnervenstämmen zusammen. Die excentrisch gelegene, also die der Epidermis zugewendete Oberfläche der Nervenstämmen ist von einer Schicht von Zellen bedeckt, deren kugelige bis ovale Kerne sich wie bei Asteriden und regulären Seeigeln dunkel färben. Diese Zellen, deren Zellleib kaum erkennbar ist und an Macerationspräparaten unregelmäßig gezackt erscheint und sich fast gar nicht mit Karmin u. s. w. tingiert, liegen in nur einer Schicht bei *Spatangus purpureus*. Sie besitzen keine Fortsätze, welche die Nervenschicht senkrecht durchsetzen und als Stützfasern zu gelten haben würden, sondern liegen wie die Zellen eines Epithels nebeneinander.

Will man diese vom Körper-Epithel abstammenden Zellen (phylogenetisch und ontogenetisch) als Ganglienzellenbelag ansehen, so steht dem nichts im Wege. Mir scheint aber die Deutung als Deckzellen mehr für sich zu haben, zumal wenn man die Verhältnisse, wie sie bei Seesternen und Holothurien sich finden, mit berücksichtigt. Daß die Ganglienzellen, die zwischen den Nervenfasern liegen, als aus diesem Epithel ausgeschiedene Zellen phylogenetisch und auch ontogenetisch anzusehen sind, ist wohl sicher, nur möchte ich den Rest dieser Zellen, die nach wie vor als Epithel, als Schutz funktionieren, nicht ebenso als Ganglienzellen gedeutet wissen, solange nicht zwingende Gründe hierzu vorliegen. Und die Verhältnisse, wie sie die Würmer mit ihren Nervenstämmen mit Ganglienzellenbelag zeigen, dürfen hierzu nicht verleiten, wie es bei FRÉDÉRICQ beispielsweise geschehen ist.

Von besonderem Interesse sind bei den Spatangiden die peripheren Nerven, die

### Hautnerven.

In beinahe noch größerem Maße sind dieselben bei den irregulären Seeigeln entwickelt, als es bei den regulären der Fall war.

Zunächst ist hervorzuheben, daß alle Hautnerven stets eine epitheliale Lagerung haben und von der Cutis, der Bindesubstanzschicht, durch eine feine Basalmembran abgegrenzt liegen. Dieses Verhalten erinnert an die Verhältnisse der Asteriden.

Über die Hautnerven, ihren Bau, sowie den des Epithels sind bei den Spatangiden bisher wenige oder keine Beobachtungen angestellt, so daß ich sogleich zur Darlegung meiner Untersuchungen übergehen kann.

Der Verlauf und Bau der Radialnervenstämme, sowie der seitliche Austritt von Nervenästen ist derselbe wie bei den Echiniden. 1) Von den zu den Füßchen ziehenden Nervenästen, welche die in diese Organe mündenden Wassergefäßäste begleiten, stammt ein Teil der peripheren, epithelialen Nervenfasern her; 2) ein anderer geht direkt ab von den Radialnervenstämmen, tritt in die Körperwand ein, um, die Cutis durchsetzend, in das Epithel einzutreten.

Zur Schilderung des ersteren Verhaltens diene ein Vertikalschnitt durch die Rückenwand, welcher den Radialnervenstamm durchquert. Der Nervenast zieht neben dem Wassergefäß, diesem dicht aufliegend, zum Hautepithel und breitet sich mehr und mehr aus, indem ein Teil seiner Fasern zum Ende des Füßchens, ein anderer zwischen den Epithelzellen, und zwar zwischen den basalen Fortsätzen der Stützzellen seinen Weg nimmt.

Der Bau des Epithels ist bei *Spatangus*, *Bryssus* und *Echinocardium* derselbe. Fig. 11 gehört zu *Spatang. purp.* Vortrefflich eignet sich *Echinocardium* zur Untersuchung, da hier das Epithel auf der Rückenfläche (in der Umgebung der Madreporenplatte) einen Durchmesser von 0,02 mm besitzt. Hier trifft man auf jedem Schnitt auf Nervenfasern, so besonders da, wo Saumlinien

verlaufen. Fig. 11 auf Taf. 11 zeigt einen Vertikalschnitt durch die Rückenhaut von *Echinocard. mediterr.* Drei keulenförmige Stacheln der Semiten sind der Länge nach durchschnitten. Mit *K* ist die Axe derselben bezeichnet, welche den Kalkstab enthält, welcher durch Entkalken verloren gegangen ist. Mit *m* wurden die *Musculi flexores* bezeichnet, mit *ep* das Epithel. Die Zellen, welche dasselbe zusammensetzen, sind von verschiedener Gestalt. Einmal sind es solche mit starrem, stark lichtbrechendem, basalem Fortsatz, welche die epitheliale Nervenfaserschicht senkrecht durchsetzen und bis zur Basalmembran *M* ziehen. Diese Zellen sind die Stützzellen. Ihr Zelleib ist ungemein klein und schließt den kugelig bis ovalen Zellkern ein; unterhalb desselben ist die Zelle in den schon beschriebenen Fortsatz verlängert. Außer diesen Zellen gelang es mir, an Macerationspräparaten feine Zellen nachzuweisen, die sich basalwärts in einen oder mehrere haarförmige Fortsätze fortsetzten, welche, ungemein hinfälliger Natur, nur selten erhalten waren, dann aber zwischen der Nervenfaser-masse noch verfolgt werden konnten. Diese Zellen, die ich als Epithelsinneszellen deuten muß, sind über die ganze Rückenfläche verbreitet. An frischen *Echinocardien* werden sie sich mit leichterer Mühe isolieren und ihre Fortsätze erhalten lassen. Was nun die Nervenfaserschicht selbst anlangt, so zeigt ein Blick auf Figur 11 die Mächtigkeit derselben im Vergleich zum ganzen Epithel. Die feinen Fasern lassen sich auch an den entkalkten Hautstücken deutlich verfolgen, sowie auch die Ganglienzellen deutlich hervortreten. Auch hier ist der Zelleib der Ganglienzellen sehr klein und umhüllt den ovalen Kern. Die Zellen erreichen eine nur geringe Größe. Sie sind meist bipolar.

Zwischen den Stacheln, besonders wo diese dicht gedrängt stehen, sind die Nervenfaser-n *nf* zu Bündeln vereinigt, welche ein ähnliches Bild wie Fig. 11 zeigen.

Mit *N* ist der direkt vom Hautnervenstamm (*Radialnervenst.*) sich abzweigende Hautnerv bezeichnet, welcher zwischen den Kalkstücken der *Cutis* hindurchtritt. Er setzt sich zusammen aus den Nervenfaser-n mit unregelmäßig eingestreuten Ganglienzellen, die bald peripher, bald in der Tiefe der Nervenfaser-n liegen.

An dieser Stelle will ich gleich noch erwähnen, daß die größeren Stacheln dieselben basalen Ringnerven besitzen, wie ich

sie an den Stacheln der regulären Formen aufgefunden habe<sup>1)</sup>. Da eine volle Übereinstimmung im Bau dieser Gebilde bei Echiniden und Spatangiden besteht, so beschränke ich mich auf diese kurze Notiz und lasse eine Erläuterung durch Abbildungen beiseite.

### **Das Nervensystem des Darmtractus.**

Auf Querschnitten durch die Darmwandung fallen in der Binde substanzschicht derselben ovale bis kreisrunde Gebilde auf, welche von einer feingekörnten Substanz gebildet zu sein scheinen (vergl. Figur 4 auf Tafel 12). In letzterer Figur sind dieselben mit *Nqu* bezeichnet. Sie liegen bald unterhalb des das Darmlumen auskleidenden Epithels, bald mehr in der Tiefe der Binde substanzschicht, der Längsmuskularis aufliegend. Die feingekörnte Masse schließt große Kerne ein, die von wenig Zellsubstanz umgeben sind; weiter liegen solche Zellen peripher. Wie nun Längsschnitte durch die Darmwandung zeigen, handelt es sich um quer durchschnittene Nervenbündel, welche parallel zur Längsaxe des Darmes verlaufen. Die feingekörnte Masse sind die quer durchschnittenen Nervenfasern, die großen Kerne mit der wenigen Zellsubstanz die Ganglienzellen. Jedes der auf dem Querschnitt eiförmigen Nervenfaserbündel scheint von einer feinen Hülle umgeben und so von der dasselbe umgebenden Binde substanz abgegrenzt. Aus diesem Nervenfaserbündel treten Nervenfasern zu den Muskelfasern wie zu dem inneren Darmepithel ab, wie auf Schnittserien sich verfolgen läßt. Zwischen diesem Darmnervensystem und dem ovalen Gehirnring besteht ein direkter Zusammenhang. Es läßt sich nachweisen, daß die Nervenbündel aus letzterem ihren Ursprung nehmen. Bei allen untersuchten Gattungen der irregulären Seeigel fand ich das gleiche, bisher übersehene Nervensystem vor. (Figur 4 zeigt einen Querschnitt durch den Schlund von Spatang. purpur. *Nqu* die durchquerten Nervenbündel.)

### **Das Wassergefäßsystem und die Blutlakunen.**

Bei den Holothurien, Asteriden und den regulären Seeigeln war es selbstverständlich, daß das Wassergefäßsystem getrennt

---

1) HAMANN, Vorläufige Mitteilungen zur Morphologie der Echiniden, Nr. 8, in: Sitzungsberichte der medicin.-naturw. Gesellsch. zu Jena. Jahrgang 1886, Heft 2.

vom Blutlakunensystem besprochen wurde, da beide miteinander in keinerlei Kommunikation standen, jedes vielmehr für sich geschlossen war. Bei den irregulären Formen ist dies anders; beide Systeme sind miteinander in enger Verbindung, und es ist nur bis zu einem gewissen Grade möglich, sie getrennt zu besprechen. Somit ist die Vermutung, welche unter anderen auch GEGENBAUR<sup>1)</sup> aussprach, daß zwischen den Blutlakunen und den Kanälen des Wassergefäßsystems ein Zusammenhang bestände, nur für die irregulären Seeigel, die Spatangiden, zur Gewißheit geworden.

Diese Thatsache zuerst sicher gestellt zu haben, ist das Verdienst des französischen Forschers KOEHLER<sup>2)</sup>. Der Fortschritt, der durch seine Arbeit in dieser Hinsicht geworden ist, ist ein großer und bedeutender, wenn man die Arbeiten seiner Vorgänger in Betracht zieht, nämlich die von TEUSCHER<sup>3)</sup> und HOFFMANN<sup>4)</sup>. Wohl hat der letztere auch eine Verbindung der beiden Hohlraumssysteme beschrieben, welche aber nichts zu thun hat mit der auch von mir zu bestätigenden wahren Verschmelzung derselben.

Daß die Angaben HOFFMANN's nicht immer ganz verständlich und seine Abbildungen nicht immer in Übereinstimmung stehen mit der Darstellung, hat KOEHLER bereits hervorgehoben. — Derselbe Forscher hat auch die Ansichten und Resultate von TEUSCHER und HOFFMANN ausführlich zusammengestellt, und bin ich nicht der Meinung, daß jeder folgende Beobachter von neuem die Angaben seiner Vorgänger wieder zusammenzustellen hat, wie das jetzt so oft geschieht. Deshalb werde ich nur da, wo es mir unumgänglich notwendig erscheint, die Angaben der früheren Forscher heranziehen und nur ausführlicher die Resultate KOEHLER's, der sich zuletzt mit der Anatomie dieser Gefäßsysteme beschäftigt hat, besprechen.

---

1) GEGENBAUR, Grundriß der vergleichenden Anatomie, 2te Auflage, 1878. p. 231.

2) KOEHLER, Recherches sur les Echinides des côtes de Provence etc.

3) TEUSCHER, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen, in: Jenaische Zeitschrift für Naturw. Bd. 10, 1876.

4) HOFFMANN, Beiträge zur Anatomie der Echiniden und Spatangen, in: Niederl. Archiv für Zoologie, Band 1, 1871.

Zunächst beschränkte ich mich auf *Spatangus purpureus*. Es schien mir jedoch wünschenswert, das Verhalten beider Organsysteme auch an anderen Arten nachzuprüfen, und so verwendete ich hierzu noch *Bryssus unicolor* und *Echinocardium mediterraneum*, sämtlich in ausgezeichnet gut konservierten Exemplaren.

**Der orale Wassergefäßring (Ringkanal) und der orale Blutlakunenring, sowie die von beiden abgehenden Kanäle (Darmlakunen und Darmwassergefäß).**

TEUSCHER<sup>1)</sup> beschreibt zuerst verständlich einen Wassergefäßring und Blutlakunenring von pentagonaler Form, während HOFFMANN<sup>2)</sup> nur den ersteren erwähnt hat, den Blutlakunenring übersehen hat, wie auch seine Abbildungen das lehren. Ebenso läßt er nur den „Steinkanal“ rechts neben dem Schlund herablaufen, ohne die denselben begleitende Blutlakune erkannt zu haben. Bei KOEHLER<sup>3)</sup> finden wir eine exakte, durch gute Figuren unterstützte Darstellung.

Ich schildere die Verhältnisse genauer, wie ich sie an Querschnitten erkannte, unter Zugrundelegung der Figuren 2 und 3 auf Tafel 12, indem ich die bei KOEHLER nicht auf Querschnitten dargestellten Befunde ergänzend und berichtigend schildere.

Fig. 2 zeigt die Oberlippe *OL* und die Unterlippe *UL* eines *Spat. purp.* bei Oberflächenansicht. Unter der Unterlippe, von ihr verdeckt, liegt die schlitzförmige Mundöffnung. Betrachtet man nun die beiden Lippen von unten und innen, das heißt, nachdem man einen *Spatangus* geöffnet hat, so zeigt sich das in Fig. 1 dargestellte Verhalten: die Oberlippe von der Unterseite gesehen und der Anfangsteil des Darmes. Die Unterlippe ist in ihrem Umriß punktiert angegeben. Um die Oberlippe herum, die aus meist fünfseitigen Kalkplättchen besteht, verläuft der ungleichschenklige pentagonale Nervenring, im Blutlakunenring eingeschlossen, und der Wassergefäßring. Der erstere wie der letztere erscheinen als mäßig dicke Stränge, und habe ich verzichtet, bunte Farben anzuwenden, da man dies auf Injektionen deuten könnte, die schlechterdings bei den *Spatangen* wie allen *Echinodermen* zu verwerfen sind, und weil die Figur nicht mehr, als

1) A. o. O.

2) A. o. O.

3) A. o. O.



ohne Vergrößerung anzuwenden möglich ist, erkennen lassen sollte. Erst Querschnitte geben über die Lagerung der Organe Aufschluß. Ich legte rechtwinklig zur Unterlippe senkrechte Schnitte in der Richtung *a-b* in Fig. 2.

Fig. 3 zeigt einen solchen durch beide Lippen, sowie den Mund- und den Anfangsteil des Darmes geführten Schnitt. Zwischen der höher gelegenen Unterlippe und der tieferen Oberlippe liegt die schlitzförmige Mundöffnung. Auf der Unterseite der Unterlippe liegt ein großer Hohlraum, welcher den quer durchschnittenen Blutlakunenring *BLR* vorstellt. In demselben, durch Bänder aufgehangen, lagert der ebenfalls quer durchschnitene Nervenring oder Gehirnring, und nach außen vom Lakunenring der durchquerte Wassergefäßring, der nach außen hervorthängt. Auf der Oberlippe, also rechts vom Schlund, gestalten sich die Verhältnisse etwas anders, wie dies TEUSCHER schon auf seiner Abbildung wiedergegeben hat. Auf der Oberlippe findet man den Blutlakunenring zu einem Sinus erweitert, welcher die ganze Fläche der Oberlippe einnimmt, wie Fig. 3, Taf. 12 zeigt; denn hier ist die Oberlippe in ihrer ganzen Ausdehnung durchschnitten. Der Nervenring liegt am Ende dieses Sinus, der ein Hohlraum in der Binde substanz ist, wie seine nähere Untersuchung erkennen läßt. Wollte man nur den den Nervenring umgebenden Teil dieses Sinus als Blutlakunenring gelten lassen, so wäre dies eine gezwungene Deutung, da eine Trennung beider faktisch nicht besteht. Der quer durchschnitene Wassergefäßring liegt auf der Oberlippe etwas nach innen vom Nervenring.

Von diesem ringförmigen Schizocölraum (als solcher charakterisiert er sich durch das Fehlen eines Epithels), der mit Recht als Blutlakunenring bezeichnet wird, gehen zwei Lakunen ab, welche am Schlund verlaufen und mit diesem durch ein Mesenterium verbunden sind. Das zeigt Fig. 1, Taf. 12 von *Spat. purp.*; ebensogut eignet sich *Bryssus unicolor* hierzu, um schon mit bloßem Auge oder schwacher Lupenvergrößerung diese Thatsache zu erkennen. Bei dieser Art steigt rechts neben dem Schlund ein mehrfach gewundener Schlauch herab und neben diesem ein dünnes Gefäß. Ersterer ist, wie Schnittpräparate lehren, eine Blutlakune (dorsale), letzteres ein Wassergefäß, welches von denselben abgeplatteten Zellen ausgekleidet wird wie der Wassergefäßring. Außerdem zieht eine zweite Blutlakune, die ventrale, von mäßigerer Ausdehnung an der linken Seite des Schlundes herab. (*BL* und *BL'* in Fig. 1, Taf. 12).

Wenn nun HOFFMANN schlechtweg nur einen Steinkanal aus seinem Wassergefäßring austreten läßt, so ist das unrichtig. Aber auch mit KOEHLER's Verfahren kann ich mich nicht befreunden, welcher beide Gefäße, Blutlakune und Wassergefäß zusammen, als Steinkanal bezeichnet. Unter Steinkanal bezeichnet man ein ganz bestimmtes Organ, und kann dieser Begriff nicht beliebig auf andere Gebilde übertragen werden, wenn diese zufällig an seiner Stelle liegen, oder aber einen vollkommen anderen Bau und jedenfalls auch andere Funktion haben. KOEHLER<sup>1)</sup> spricht hier „von den beiden Kanälen, welche den Steinkanal bilden“, indem er in der Bezeichnung den älteren Forschern folgt. Bei den Spatangen ist nun aber der Steinkanal nur noch auf eine kurze Strecke in seinem Bau, d. h. mit seinem charakteristischen Epithel ausgekleidet, erhalten, und zwar von seinem Ursprung, der Madreporenplatte, an bis zur Drüse, hier verliert er seinen für alle Echinodermen typischen Bau und öffnet sich, oder wenn man will, löst sich in ein Geflecht von Kanälen auf.

#### **Der Verlauf des aus dem Ringkanal entspringenden Wassergefäßes und der dasselbe begleitenden dorsalen Blutlakune (Spatang. purpur.).**

Um zu einem richtigen Verständnis dieses Gefäßgeflechtes zu kommen, ist es am vorteilhaftesten, das Wassergefäß, welches vom Wassergefäß-Ringkanal entspringt und zunächst am Schlund durch ein Mesenterium mit ihm verbunden verläuft, in seiner Länge bis zur Drüse zu verfolgen. In gleicher Weise gilt dies für die Blutlakune, die dasselbe begleitet. (Fig. 9, Taf. 12 *BL.*)

Nach KOEHLER tritt eine kurze Strecke, nachdem beide Gefäße (die er Steinkanal nennt) nebeneinander verlaufen sind, eine Verschmelzung derselben ein. Und während in seinen Figuren ein roter (dorsale Blutlakune) und blauer Kanal (Wassergefäß) am Anfangsteil des Schlundes zu sehen ist, verschwindet jetzt der rote und bis zur Drüse ist nur noch der blaue zu sehen. (Taf. 1, Fig. 1, 2 und 3).

---

1) KOEHLER, a. o. O. siehe Fig. 4 und 5 auf seiner Tafel 1 und die Erklärung zu derselben.

Die folgende Darstellung basiert auf Querschnittserien durch drei Spatangen, zwei *Bryssus unicolor* und zwei *Echinocardium mediterraneum*. Ich habe beide Kanäle in ihrem ganzen Verlauf, also eine Strecke von etwa 10 cm, geschnitten und glaube, da die Resultate bei den drei Arten die gleichen sind, daß die folgenden auf ungemein mühsames und langweiliges Schneiden von Serienbasierten Angaben Anspruch auf Richtigkeit machen dürfen.

Bei Lupenbetrachtung der beiden Kanäle gelang es mir bei den letztgenannten Arten immer nur eine Strecke lang beide zu verfolgen, dann schien eine Verschmelzung beider eingetreten zu sein.

Im Januar dieses Jahres erhielt ich nochmals neues Material von *Spatang. purpureus* zur Kontrolle und an zwei dieser Tiere konnte ich beide Kanäle bis zur Drüse verfolgen. Est ist also die Verschmelzung beider Kanäle nicht in der Weise zu verstehen, daß der eine in dem anderen aufginge.

Bei der Betrachtung mit der Lupe zeigt sich ein heller weißlicher Kanal (Blutlakune) und nach außen von diesem ein dunklerer Strang; Pigmentanhäufungen in demselben machen ihn leicht hervortreten. Was aber bei dieser oberflächlichen Betrachtung als ein Gefäß (Wassergefäß) erscheint, das ist nur am Schlund ein einlumiger Kanal, welcher später einem Gefäßgeflecht Platz macht, dessen Hohlräume mit Pigmentzellen und anderen Zellen angefüllt sind.

Mit dieser Beobachtung stehen alle Schnittserien im Einklang. Es gelingt ebenfalls leicht, die anfangs einlumige Blutlakune von der Ringlakune bis zur Drüse zu verfolgen. Dennoch findet ein Austausch der Flüssigkeiten in dem Wassergefäß und der Blutlakune statt, indem die Hohlräume miteinander kommunizieren, wie eine genaue Schilderung für *Spatangus purpureus* zeigen wird.

Querschnitte durch Wassergefäß und Blutlakune (wenige Centimeter unterhalb des Schlundes) zeigen, daß jedes der Gefäße nur ein Lumen besitzt (Fig. 9, Taf. 12).

Eine Strecke weiter, noch am Schlunde gelegen, treten auf dem Querschnitt neue Hohlräume auf, welche mit denselben Zellen, wie sie in dem bisher einlumigen Wassergefäß sich fanden, angefüllt sind. Fig 8 zeigt einen solchen Querschnitt. Diese beiden mit  $K^1$  und  $K$  bezeichneten Kanäle verschmelzen miteinander und bilden dann ein zweites großlumiges Gefäß, aber nur wenige Millimeter lang. Dann löst sich das Gefäß in eine Menge einzelner

Kanälchen auf, welche wieder miteinander kommunizieren können und mit dem als Blutlakune bezeichneten Gefäß *BL* in Verbindung treten, so daß eine Vermischung beider Flüssigkeiten stattfindet. Dabei verlaufen in der bindegewebigen Wand kleine, oft prall mit Zellklumpen, Pigmentkörnern angefüllte Kanälchen, welche bald miteinander zu größeren Hohlräumen verschmelzen, und mit den übrigen bald sich vereinigen, bald getrennt verlaufen.

Trotzdem nun eine Mischung der Flüssigkeiten in den anfangs getrennten Kanälen stattfindet, bleibt doch die einlumige Blutlakune trotz ihrer Verzweigungen selbst auch weiter kenntlich, und das ist das Merkwürdigste bei dieser Verschmelzung. Von einer Blutflüssigkeit im Gegensatz zu der im Wassergefäßsystem zirkulierenden Flüssigkeit kann jetzt aber nicht mehr die Rede sein, da ja alle Gefäße miteinander in Verbindung stehen. Immerhin wird in den Darmlakunen die Blutflüssigkeit noch am ungemischtesten vorhanden sein, und in der That zeigt sie hier auch fast dasselbe Verhalten wie in den gleichen Lakunen bei den regulären Echiniden.

Fassen wir das Resultat zusammen, so haben wir bei *Spatang. purp.* an derjenigen Stelle, wo bei den Echiniden der einlumige Steinkanal verläuft, ein Gefäßgeflecht vor uns, welches hervorgegangen ist aus einer Blutlakune (vom Blutlakunenring entspringend, Fig. 1, Taf. 12) und einem Wassergefäß (vom Wassergefäßring entspringend, *WG* in Fig. 1). Das Wassergefäß löst sich zunächst in ein Geflecht von Kanälen auf, welche mit der Blutlakune kommunizieren, diese selbst ist bis zur Drüse zu verfolgen. Im weiteren Verlaufe ist es aber nicht immer möglich, anzugeben, welchem System die neu auftretenden Kanäle zugehören, welche das Gefäßgeflecht bilden, da dieselben von gleichem Durchmesser sein können wie die Blutlakune.

Das Gefäßgeflecht tritt weiter an das drüsige Organ, indem es sich zunächst an einer Seite desselben anlegt und ausbreitet. Fig. 7 auf Taf. 12 stellt einen Querschnitt durch den Anfangsteil der Drüse dar. Mit *GG* ist das Gefäßgeflecht bezeichnet. Dieses umspinnt die Drüse teilweise, wie sich auf Schnitten, welche mehr durch die Mitte derselben gelegt sind, erkennen läßt.

### Der feinere Bau des dorsalen Gefäßgeflechtes.

Bevor ich zur Schilderung des feineren Baues des drüsigen Organes übergehe, will ich hier eine kurze Darstellung des feineren Baues der Blutlakunen und des Wassergefäßes geben.

Die Blutlakunen des Darmtractus, als auch der orale wie aborale Blutlakunenring sind Hohlräume und Sinusbildungen in der Binde substanz und ohne jede Endothelauskleidung. Nur hier und da könnte man im Blutlakunenring Zellen, die vollkommen abgeplattet die innere Wandung streckenweise besetzen, als zu einem Endothel gehörig betrachten. In den Darmlakunen findet sich eine geronnene, mit Karmin rosa gefärbte Flüssigkeit, in welcher helle, glasige Zellen mit kugeligem Kern auftreten. Die Darmlakune, welche vom oralen Lakunenring abgeht und neben dem Wassergefäß verläuft, ist mit dem Darm durch ein dünnes Mesenterium verbunden (vergl. Fig. 9, Taf. 12). Dieses besitzt eine ausgezeichnete Längsmuskulatur, welche besonders da sehr verdickt ist, wo dasselbe mit dem letzteren zusammenhängt. Die die Darmwand überziehende Epithelschicht, sowie die Binde substanzschicht setzen sich fort in die gleichen Schichten des Mesenterium (Fig. 9, Taf. 12). Das vom oralen Wassergefäßring abgehende Wassergefäß, welches nach außen von der Darmlakune liegt, ist von einem aus abgeplatteten Zellen gebildeten Epithel ausgekleidet, welches eine direkte Fortsetzung des Innenepithels im Wassergefäßring ist. Diese Zellen tragen Geißeln. Von diesen Zellen tritt auf Querschnitten nur der ovale Zellkern hervor, welcher in das Lumen des Kanals hineinragt, während der plattenförmige Zelleib nicht hervortritt. Im Wassergefäß wie in diesem von ihm sich abzweigenden Gefäße sind große Massen von Pigment, zu Klumpen geballt, angehäuft, untermischt mit Wanderzellen oder Resten derselben. Besonders gilt dies für *Spat. purp.*, weniger für *Bryssus unicolor*. Die Wandung des Gefäßes besteht aus Binde substanz, deren Fasern nach allen Richtungen sich durchkreuzen. Nach außen wird die Wandung von dem flimmernden Enterocölepithel überkleidet.

Sobald nun diese beiden Gefäße übergehen in ein Geflecht, so kann man in den meisten dieser bald großen, bald kleinen Kanäle eine Epithelauskleidung nachweisen. Der Durchmesser derselben ist äußerst wechselnd. Die Blutlakune mißt im Durchm. 0,65 mm, das Wassergefäß in seinem Anfangsteil 0,3—0,4 mm.

während der Durchmesser der übrigen Kanäle zwischen 0,065 und 0,039 wechseln kann. Dabei sind die kleineren meist vollgepfropft mit Zellenklumpen. Die Zellen selbst sind erfüllt von Pigmentkörnern in verschiedensten Größen. Sobald mehr und mehr Kanäle nebeneinander auftreten, wird die Wandung zwischen den einzelnen immer dünner und so verschmelzen sie leicht miteinander.

### **Der Bau der Drüse und der Verlauf des Gefäßgeflechtes an derselben.**

Die Drüse (Herz der Autoren) liegt am Ende des Darmdivertikels und ist mit diesem durch ein dünnes Mesenterium verbunden. Dieses heftet sich an der Schalenwand an und besorgt bis zum pentagonalen Sinus die Aufhängung und Befestigung der Drüse. Das Gefäßgeflecht verläßt den Ösophagus da, wo derselbe seine Biegung macht und in den Dünndarm übergeht, und verläuft parallel der unteren Darmwindung auf dem zwischen dieser und der oberen Windung ausgespannten Mesenterium, um dann am Divertikel entlang zu ziehen. Die Gestalt der Drüse ist bei *Spatangus purpureus* mehr oder weniger eiförmig und verjüngt sich nach beiden Enden zu. Am der Madreporenplatte zugekehrten Ende biegt sich ihr dünnes Ende um, um bis zu letzterer zu ziehen. Mit diesem Endabschnitt stehen der anale Blutlakenring in Verbindung, sowie die zu den Geschlechtsorganen sich abzweigenden Blutlaken, wie ich sie noch zu zeigen haben werde.

Das Gefäßgeflecht setzt sich an die der Leibeshöhle zugekehrte Fläche an die Drüse an und läßt sich in ganzer Ausdehnung derselben verfolgen.

Die Hauptmasse der Drüse besteht aus Bindesubstanz. Nur wenige und feine Fasern sind in der Grundsubstanz zerstreut. Die Zellen sind meist spindelig ausgewachsen, ihre Fortsätze sehr fein. Weiter trifft man auf Kerne, die mit den Zellen untermischt vorkommen. Äußerlich wird die Drüse überkleidet von dem Leibeshöhlenepithel, wie es alle im Enterocöl liegenden Organe überzieht. Unzählige Kanäle durchziehen dieses Organ meist in der Richtung der Längsaxe desselben. Die im Centrum gelegenen Kanäle verschmelzen miteinander, und so kommt es zu unregelmäßigen, centralen Hohlräumen (vergl. Fig. 6, Taf. 12). Diese stehen durch quere Kanäle in Kommunikation mit den peripheren

Kanälen und mit den Kanälen des der einen Seite der Drüse anliegenden Gefäßgeflechtes, so daß also die Flüssigkeit und die Zellen, welche die Hohlräume des letzteren erfüllen, offenen Zugang zu den die Drüse durchziehenden Kanälen haben. Läßt sich nun in fast sämtlichen Höhlungen des Gefäßgeflechtes ein Epithel nachweisen, so gilt dies ganz besonders für die Kanäle und Hohlräume in der Drüse. Selbst in den kleinsten Hohlräumen gelingt es, eine epitheliale Auskleidung aufzufinden. In diesen, ungefähr 0,03 mm im Durchm. großen Räumen trifft man gelbes Pigment (Spat. purpur.), das durch Alkohol schwer extrahierbar ist und daher auf Schnitten noch sehr gut erhalten ist. Viele dieser kleinen Kanälchen sind voll gestopft von diesem in Gestalt unregelmäßiger Körnchen vorhandenen Pigment. Außer diesen Körnchen kommen kugelige, gelbe Konkrementkörper vor, die ungefähr 0,008 mm im Durchm. betragen. Neben diesen gelben Pigmenten sind es Zellen, die mit schwärzlich-violetten Körnchen erfüllt sind und 0,01 mm groß sind. Solche mit kugeligen Körnchen angefüllte Zellen lagern entweder in den Kanälen oder aber in der Binde substanz. Daß es sich hier um Zellen handelt, ist nicht immer nachzuweisen. Auch dieses schwärzliche Pigment erhält sich in Alkohol gut und ist auf allen Schnittpräparaten zu erkennen. Dieselben Pigmentzellen trifft man im Gefäßgeflecht an, von welchem aus sie erst in die Hohlräume der Drüse zu gelangen scheinen.

Seinen größten Durchmesser erreicht das Gefäßgeflecht in der Mitte der Drüse; nach deren Ende zu (der Madreporenplatte zugewendet) verjüngt es sich, und hier tritt der Steinkanal in dasselbe ein. Dieser kommt von der Madreporenplatte her und legt sich an die Drüse an. Fig. 6, Taf. 12 zeigt seine Mündung in das Gefäßgeflecht. Der Steinkanal hat bis zu diesem seinem Ende den Charakter beibehalten, welchen er bei allen übrigen Echinodermen besitzt (besonders Holothurien, Asteriden und regulären Echiniden). Er ist sofort durch das eigentümliche, lange Cilien tragende Epithel erkennbar.

Das drüsige Organ verjüngt sich mehr und mehr, um endlich mit seinem dünnen Ende rechtwinklig umzubiegen und bis zur Madreporenplatte zu verlaufen. Dieser Endabschnitt der Drüse liegt bei dieser Art in einem Hohlraum, einem Schizocöllum, welcher sich bis in die Madreporenplatte verfolgen läßt. Fig. 4, Taf. 12 giebt einen Querschnitt durch diesen Endabschnitt der Drüse wieder, mit *Sch* ist der Sinus, in welchem sie liegt, mit

*St.-K* der Steinkanal bezeichnet, welcher ihn in ganzer Länge begleitet. Dieser Endabschnitt der Drüse wiederholt den Bau des übrigen Teiles. Nur sind die dasselbe durchziehenden Kanäle mehr im Centrum angeordnet. Die gleichen violetten Pigmentzellen, die gelben, kugeligen Konkreme, welche öfters in kleinere Körner zerfallen sind, treten auch in diesem Teile auf. Da, wo dieser Drüsenabschnitt an die Madreporenplatte zu liegen kommt und in das dem schlauchförmigen Kanal der Asteriden homologe Gebilde eintritt, mündet der anale Blutlakunenring in denselben ein. Der Sinus, in welchen bei *Spat. purp.* der Endabschnitt eingeschlossen liegt, findet sich bei keiner der übrigen Formen wieder vor (er fehlt *Bryssus* und *Echinocardium*).

Bevor ich nun den Bau weiter schildere, schicke ich die Beschreibung der Madreporenplatte, des Steinkanales, sowie des analen Blutlakunenringes voraus.

### **Die Madreporenplatte, der Steinkanal und der pentagonale Schizocölsinus am Scheitelpol.**

Bei den regulären Seeigeln liegen die Genitalplatten mit der Madreporenplatte im Umkreis des Afterfeldes. Bei den irregulären Formen ist nun bekanntlich der After aus dem Scheitel herausgerückt, und so erklärt sich die eigentümliche Ansicht, welche die Scheitelplatten, von innen betrachtet, gewähren, auf folgende Weise. Ich habe oben nachgewiesen, daß bei den Regulären rings um das Afterfeld ein ringförmiger Sinus sich findet, welcher in seiner Wandung Blutlakunen birgt. Diesen Sinus durchsetzte der Steinkanal vor seiner Mündung in die Madreporenplatte. Bei den *Spatangiden* hat sich dieser dort ringförmige Sinus über den ganzen Scheitel ausgedehnt und bildet so eine pentagonale Haube. Durch Vergleichung der Abbildungen Fig. 4 auf Taf. 1 und Fig. 3 auf Taf. 13 läßt sich leicht dieses Verhalten erkennen. In der letzten Figur sind die Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane mit  $G^1$ ,  $G^2$ ,  $G^3$  und  $G^4$  bezeichnet. Die Öffnungen der Ausführungsgänge in den vier Genitalplatten sind da in der Figur zu suchen, wo die Wand des Ausführungsganges mit der Wandung des pentagonalen Sinus verschmilzt.

Der Steinkanal *St.-K.*, begleitet von dem Endteil der Drüse, tritt in diesen Schizocölsinus ein, um noch ein Stück parallel zu den Scheitelplatten zu verlaufen und sich dann rechtwinklig



umzubiegen und senkrecht zur Madreporenplatte in diese einzutreten.

Diese etwas komplizierten Verhältnisse sind besser und voll zu verstehen, wenn wir Vertikalschnitte durch die Scheitelgegend mit zur Betrachtung heranziehen.

Figur 7 auf Tafel 13 giebt einen Vertikalschnitt wieder, welcher durch die Madreporenplatte *Madrep. Pl.*, den Steinkanal, den Ausführungsgang eines Geschlechtsorganes (Hodens) und die Geschlechtspapille gelegt ist und zugleich die Wandung des pentagonalen Schizocölsinus *S* quer durchgeschnitten hat. In derselben sehen wir eine dunkel gefärbte Substanz, die geronnene Blutflüssigkeit. Aus dieser Figur geht der Zusammenhang mit der Wandung des Spermaduktes genau hervor, sowie daß andererseits die Wandung dieses pentagonalen Hohlraumes mit der Körperwand, also mit dem Scheitel, in Zusammenhang steht.

Die Madreporenplatte, etwa 1,5 mm im Durchmesser (ausgew. *Echinocard. mediterr.*), wird vom Körperepithel überzogen, welches sehr verdickt erscheint und reich an epithelial gelagerten Nervenzügen *nf* ist. Die Zellen sind zumeist Stützzellen, deren basale Fortsätze die Nervenfasermasse senkrecht durchsetzen.

Eine Reihe von Poren, welche 0,05 mm groß sind, durchsetzen das Epithel und führen in die zunächst senkrecht zur Oberfläche verlaufenden Porenkanälchen (Fig. 7, Taf. 13 Madreporenplatte von *Echinocardium mediterraneum*). Diese Porenkanälchen verlaufen nur eine geringe Strecke lang annähernd senkrecht, dann konvergieren sie teilweise und verschmelzen miteinander. Andere Kanälchen verzweigen sich baumförmig, ihre Äste treten mit benachbarten in Verbindung, und so erscheint die ebenso tiefe, wie breite Madreporenplatte von ohne alle Regel verlaufenden Kanälen durchzogen, welche untereinander in Verbindung stehen und in einen unregelmäßig geformten Hohlraum, den Anfangsteil des Steinkanals, münden. Dieser besitzt nicht ein schlauchförmiges, glattes Lumen, sondern dasselbe hat durch zackenartige Hervorragungen eine unregelmäßige, mäandrische Form erhalten (vergl. Fig. 8 auf Taf. 13). Es stehen, und das ist besonders zu betonen, sämtliche Kanäle der Madreporenplatte in Zusammenhang mit dem Steinkanal. Es mündet keiner derselben in einen anderen Hohlraum. Somit ist auch hier der Befund

derselbe, wie er bei Asteriden von LUDWIG<sup>1)</sup> sichergestellt worden ist.

Die Zahl der Porenkanälchen ist eine sehr verschiedene und richtet sich nach dem Alter des Tieres. Je jünger dasselbe, desto weniger Porenkanäle durchsetzen die Platte.

Das Epithel, welches die Porenkanälchen auskleidet, ist ein Wimperepithel von 0,006 mm Höhe; die Zellen besitzen kugelige Kerne. Es beginnt dasselbe scharf abgesetzt gegen die hohe Epidermis mit ihren Nervenzügen, um im Steinkanal einem 0,01 mm hohen Wimperepithel Platz zu machen, welches in seinem ganzen Verlauf vorherrscht. Ein Cuticularsaum wird auch hier durch die meist allein noch vorhandenen Fußstücke der Wimperzellen vorgetäuscht. (Dies gilt für die Schnittpräparate.)

Der Steinkanal tritt nun in der schon beschriebenen Gestalt mit dem gefalteten und zottenartigen Lumen aus der Madreporenplatte heraus und gelangt so in den großen Sinus. Sobald er in diesen eintritt, macht er eine rechtwinkelige Biegung und verläuft zunächst parallel zur dorsalen Oberfläche, indem er noch in dem pentagonalen Schizocölsinus verläuft, um dann an der Grenze desselben aus diesem auszutreten (vergl. Fig. 8, Taf. 13).

Untersucht ist bisher die Madreporenplatte der Spatangiden noch von keinem Forscher, so daß eine ausführliche Schilderung somit gerechtfertigt erscheint. Der Schizocölsinus bedarf noch einiger Bemerkungen. In Figur 7, Tafel 13, welche einen Vertikalschnitt wiedergibt, ist die Wandung desselben quer durchschnitten. Sie wird nach außen vom Leibeshöhlenepithel überzogen, während die Hauptmasse, welche sie zusammensetzt, aus Bindegewebe besteht. In zahllosen Lücken und Hohlräumen desselben läuft die Blutflüssigkeit. Bei den regulären Formen war der Sinus ringförmig, und die in seiner Wandung sich findenden Blutlakunen beschrieb ich als analen Blutlakunenring. Bei den Spatangiden hingegen ist der After aus dem Scheitel gerückt und der Sinus durch Verwachsung zu einem großen, pentagonalen Hohlraum geworden, es kann somit von einem analen Lakunenring nicht mehr die Rede sein, da die Lakunen in der ganzen Wandung des pentagonalen Hohlraumes verbreitet sind. Da, wo die Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane in den Sinus eintreten, geht die Wandung desselben, das heißt, sein

---

1) LUDWIG, Morpholog. Studien an Echinodermen, 1. Band, Beitr. z. Anat. d. Asteriden.

Epithel und die Binde substanzschicht, in die gleichen Schichten des Ausführungsganges über, und die Blutflüssigkeit, welche als geronnene, mit Karmin rosa gefärbte Masse auftritt, tritt in die Wandung des letzteren ein, um ebenfalls in Lücken und Hohlräumen zu verlaufen, welche eines Endothels entbehren (vergl. Fig. 7, Taf. 13, Ausführungsgang des Hodens). Diese Blutlakunen in der Wandung des Sinus stehen in Kommunikation mit der Drüse, das heißt, mit dem Endteil derselben, welcher in der Madreporenplatte liegt. Bereits oben habe ich die Thatsache festgestellt, daß der Steinkanal begleitet wird von einem Teil der ungemein verschmächtigten Drüse. Es hat derselbe bis zum Schizocölsinus denselben Bau wie jene. An derjenigen Stelle aber, wo Steinkanal und Endteil der Drüse die Wandung des Sinus durchbricht, geht die Flüssigkeit der Lakunen über in die Hohlräume dieses Organes. Figur 8, Tafel 13 zeigt einen Vertikalschnitt, der diese Verhältnisse wiedergiebt. Mit *R* ist der Endteil der Drüse bezeichnet. Der direkte Zusammenhang mit den Blutlakunen ist zu ersehen. Innerhalb der Madreporenplatte liegt der Endteil in einem Hohlraum, der von abgeplatteten Zellen ausgekleidet wird und als ein Schizocölraum anzusehen ist. Nachdem der Steinkanal mit dem Drüsenende aus dem pentagonalen Schizocölsinus ausgetreten ist, tritt bei Spat. purp. das letztere nicht in die Leibeshöhle ein, sondern wird von einem auf dem Querschnitt sichelförmigen Band umgeben. Auf diese Weise kommt derselbe in einen Hohlraum, einen Kanal, zu liegen, den ich nicht anstehe für ein Homologon des schlauchförmigen Kanales der Asteriden anzusehen (vergl. Fig. 4, Taf. 12). Es reicht dieser Kanal aber nur bis an die Stelle, wo die Drüse ihren größten Umfang besitzt, hier endet er blind, enger und enger werdend.

Nebenbei erwähnen will ich noch, daß die Wandung dieses schlauchförmigen Kanales im Anfangsteil, also da, wo sie in den Sinus übergeht, ungemein verdickt ist, und daß hier ein von Hohlräumen durchzogenes Organ liegt, welches mit dem Endteil der Drüse anfänglich zusammenhängt und wahrscheinlich den in die Leibeshöhle gelagerten Teil derselben vorstellt, wie das in gleicher Weise bei den Asteriden der Fall ist.

Der Steinkanal besitzt kurz nach seinem Austritt aus dem Sinus ein glattes Lumen von ovalem Querschnitt. Die Binde substanzschicht seiner Wandung ist stark verkalkt. Vor seiner Mündung in das dem drüsigen Organ angelagerte

Gefäßgeflecht (vergl. oben) verliert sich diese Verkalkung vollständig.

### **Der Bau der Drüse von Bryssus unicolor.**

Bei *Bryssus unicolor* lassen sich am Anfangsteil des Schlundes zwei nebeneinander verlaufende Gefäße verfolgen, von denen das eine ohne Epithelbelag in seinem Lumen ist, während das andere, welches vom Wassergefäßring abgeht, mit den gleichen Zellen versehen ist wie dieser. Eine Strecke lang laufen diese beiden, mit dem Schlunde durch ein Mesenterium verbundenen Gefäße nebeneinander ohne jede Kommunikation. Etwa an derjenigen Stelle, wo der Schlund umbiegt, sehen wir das Wassergefäß, bisher einlumig, sich in eine Menge von bald kleineren, bald größeren Gefäßen auflösen. Diese Gefäße können um die Blutlakune cirkulär angeordnet sein. Jetzt treten aber neue Hohlräume und Lakunen auf von gleicher Größe, wie die Blutlakune, und mit dieser zusammenhängend, so daß es nicht mehr möglich ist, zu sagen, ob ein Gefäß dem Blut- oder Wassergefäßsystem angehöre, zumal geronnene Blutflüssigkeit in verschiedenen Gefäßen mit Pigmentzellen und Pigmentkörnern zusammenliegt. Dieses Gefäßgeflecht, aus größeren Gefäßen und kleineren, mehr peripher gelagerten zusammengesetzt, welche alle untereinander in Verbindung stehen, bald verschmelzen, bald sich wieder in kleinere auflösen, tritt an die Drüse heran, welche eine ovoide Gestalt besitzt, und heftet sich an einer Seite derselben an. Diese selbst beginnt mit einem blind endenden Hohlraum, welcher im Centrum gelagert ist und sie bis zur Spitze durchzieht, bald ein weites, bald engeres Lumen besitzt oder in mehrere zerfällt. Um diesen centralen Hohlraum gruppieren sich, in der bindegewebigen Wandung liegend, meist der Länge nach verlaufende Kanälchen, welche miteinander wie mit dem Centralraum in Verbindung stehen. Schwarze Pigmenthaufen erfüllen die peripheren Kanäle, oder aber sie sind in der Binde substanz abgelagert. Der centrale Hohlraum, sowie die von ihm abgehenden Seitengefäße sind mit einem aus annähernd kubischen Zellen bestehenden Epithel ausgekleidet.

Bis beinahe zum Ende der Drüse läßt sich das Gefäßgeflecht verfolgen, *GG* in Figur 9 auf Tafel 13. Hier tritt der von der Madreporenplatte kommende Steinkanal in dasselbe ein. Derselbe besitzt einen Durchmesser von 0,10 mm, während der Breitendurchmesser der Drüse selbst an dieser Stelle

1,5 mm beträgt. Das Gefäß, in welches sich derselbe öffnet, besitzt ein fast ebenso großes Lumen, es ist ungefähr 0,8 mm weit. Der Steinkanal ist als die alleinige Fortsetzung dieses Gefäßgeflechtes anzusehen; die übrigen Gefäße treten in Verbindung mit den centralen oder den peripheren Hohlräumen der Drüse. Von dieser selbst zweigt sich ein Teil ab, um bis zur Madreporenplatte den Steinkanal zu begleiten, wie ich es bei *Spatang. purp.* geschildert habe.

Ganz besonders schön ist der Epithelbelag zu erkennen, welcher das Gefäßgeflecht, sobald es an der Drüse verläuft, auskleidet. Figur 10 auf Tafel 13 giebt einen Teil der Wandung desselben wieder. Mit *L* ist ein Gefäß bezeichnet, mit *P* ein Pigmentklumpen. Das Innenepithel zeigt sich als ganz übereinstimmend gebaut mit den die Hohlräume des Wassergefäßsystems auskleidenden Zellen. Es sind mit kugeligem Kern versehene, abgeplattete Zellen. Als Inhalt der Gefäße treten dieselben Zellen auf wie in den Wassergefäßen. Meist sind sie zu großen Ballen untereinander verklebt.

### Die Blutlakunen des Darmtractus.

Die Blutlakunen zeigen denselben Bau wie die der regulären Echiniden. Es sind ebenfalls wandungslose Lücken und Spalträume in der Bindesubstanzschicht der Darmwandung. Den Verlauf derselben hat vor allem KOEHLER<sup>1)</sup> von neuem geschildert und hervorgehoben, daß die Anzahl, wie die Lagerung der Lakunen bei den verschiedenen Gattungen und Arten eine sehr verschiedene sein kann.

Allen Spatangiden kommt ein um den Mund gelegener Blutlakunenring zu. Von diesem Blutlakunenring gehen fünf Ambulacralblutlakunen ab, in denen die fünf Ambulacralnervenstämme lagern, und weiter eine ventrale und eine dorsale Blutlakune, die zunächst am Schlund herab verlaufen. Die ventrale Lakune ist HOFFMANN's sog. Verbindungskanal; die dorsale zieht neben dem Wassergefäß, ebenfalls mit dem Schlund durch ein Mesenterium verbunden, herab, und ist ihr Verlauf oben genau geschildert worden. Weiter kam hierzu der Blutlakunen-

---

1) KOEHLER, Recherches sur les Echinides des côtes de Provence, in: Annales du musée d'hist. nat. de Marseille. Zoologie, T. 1. Mém. 3. 1883.

ring am Scheitelpol mit den zu den Geschlechtsorganen und dem Endteil der Drüse ziehenden Blutlakunen.

Der Darm wird sowohl auf seiner ventralen, wie dorsalen Seite von Blutlakunen begleitet. Da, wo der Nebendarm denselben begleitet, liegt die Blutlakune nach außen von letzterem; zwischen Dünn- und Nebendarm finden sich keine Lakunen.

Von den Darmgefäßen tritt die Blutflüssigkeit ein in Lücken und Hohlräume der Binde substanzschicht des Dünndarmes. Fig. 12, Taf. 11 zeigt ein Stück der Wandung vom Dünndarm aus der Gegend, in welcher derselbe vom Nebendarm begleitet wird. Die Wandung erscheint an dieser Stelle aufgetrieben durch die Menge der Blutflüssigkeit, welche der dorsalen Lakune entstammt. Diese selbst ist stets in konserviertem Zustande eine geronnene Substanz, in welcher die glashellen Blutzellen, welche einen kugeligen Kern einschließen, hervortreten. Sie messen 0,007 mm. Außer der Blutflüssigkeit tritt in den Lakunen, besonders der ventralen Lakune am Nebendarm (*Bryssus unicolor*), Pigment auf, welches meist in Gestalt von bräunlich-schwärzlichen Körnern angehäuft ist, und zwar teilweise in der an einer Stelle besonders verdickten Wand der Lakune.

Bevor ich dieses Kapitel schließe, möchte ich noch die geschichtliche Entwicklung kurz berühren. Bekanntlich hat HOFFMANN das von den französischen Forschern und mir als Drüse oder drüsiges Organ bezeichnete Gebilde als Wassergefäßherz beschrieben. Seine ganze Darstellung basiert nur auf Lupenbeobachtung und Injektionspräparaten, und wird es somit erklärlich, wie er zu seiner eigentümlichen mit den Thatsachen in gar keiner Beziehung stehenden Schilderung gekommen ist.

Zunächst beschreibt HOFFMANN, wie der Steinkanal (von der Madreporplatte aus) entspringt und eine Anschwellung bildet (dies ist die Drüse), aus derselben heraustritt und nun über die „obere Fläche der großen dorsalen Mesenterialplatte nach vorn läuft, an der Stelle, wo die zweite Darmwindung in die dritte übergeht, sich umbiegt, und nun auf die untere Fläche der großen ventralen Mesenterialplatte zu liegen kommt und wieder nach hinten läuft, und an der Stelle, wo der Ösophagus in den Magen übergeht, die Mesenterialplatte verläßt, sich über den Magen biegt und links vom Ösophagus sich in den Wassergefäßring stürzt“. Wären die Verhältnisse so einfach, dann freilich hätten die Nachfolger wenig zu thun gehabt. Thatsächlich aber hat HOFFMANN folgende Organe übersehen: 1. Den analen Blutlakunenring und

die Verbindung desselben mit der Drüse; 2. den oralen Blutlakunenring und die Lakune, welche aus demselben austritt und dicht neben seinem sogenannten Steinkanal verläuft; 3. mußte er die aus dem Blutlakunenring austretende zweite Lakune (die ventrale in Fig. 1, Taf. 12 mit *BL*<sup>1</sup> bezeichnet) als Wassergefäß (!) deuten (da er keinen Blutlakunenring kannte!) und, da diese Lakune zu den Darmlakunen zieht, als „Verbindungszweig“ zwischen Blut- und Wassergefäßsystem ansehen. So folgte ein ganzer Rattenkönig von Irrtümern aus einer flüchtigen Beobachtung!

Zur Klärung dieser Angaben hat TEUSCHER zuerst beigetragen, dessen Beobachtungen aber nur teilweise durch die Schnittmethode geprüft wurden. Er läßt den Steinkanal nur der Drüse anliegen, hat aber beobachtet, wie die der Drüse anliegende Wand stark verdünnt erscheint. Hier drang seine Injektionsflüssigkeit von der Drüse aus in den Steinkanal ein. Das ist diejenige Stelle, wo der Steinkanal sich in das ihm entgegenkommende Gefäßgeflecht ergießt, wie ich oben beschrieben habe.

Weiter hat TEUSCHER den Blutlakunenring aufgefunden und HOFFMANN's sog. „Verbindungszweig“ hat er richtig als ventrale Blutlakune erkannt, sowie er auch die Blutlakune (die dorsale) beobachtet hat, welche das vom oralen Wassergefäß entspringende Wassergefäß (auf der Dorsalseite des Schlundes) begleitet. Dass der Steinkanal nur von der Madreporenplatte bis zur Drüse reicht und hier in ein Gefäßgeflecht mündet, ist ihm wie allen folgenden Beobachtern, auch KOEHLER, entgangen.

Unser als Drüse bezeichnetes Organ bezeichnet TEUSCHER<sup>1)</sup> als Herz und ist der Meinung, daß es weder eine Drüse noch ein Wassergefäßherz (HOFFMANN) sei, vielmehr ein rückgebildetes Organ, wie bei den Echiniden.

Nach KOEHLER, auf dessen Angaben ich bereits einige Male zu sprechen gekommen bin, besteht der Steinkanal am Schlund aus zwei Kanälen, diese verschmelzen miteinander, wie ich das bestätigen konnte, und ziehen zur Drüse. Daß sie als Gefäßgeflecht sich an diese anlegen und in dieses der Steinkanal — von der Madreporenplatte herkommend — mündet, ist KOEHLER gänzlich entgangen. Nach seiner Schilderung löst sich unser Gefäßgeflecht (sein Steinkanal) in der Drüse auf, und am Ende desselben entspringen zwei Kanäle, der eine wird als Steinkanal, der andere als canal madrèporique bezeichnet. Der erstere ist nun

---

1) TEUSCHER, l. c. pag. 532.

thatsächlich der echte Steinkanal, der letzte aber nichts anderes als der Endteil der Drüse, welcher als solcher bekanntlich auch bei den Asteriden bis in die Madreporenplatte reicht und in welchen bei letzteren, wie bei den Echiniden und Spatangiden (vergl. das oben Gesagte) Blutlakunen münden, welche vom apikalen Blutlakunenring kommen. Nach KOEHLER<sup>1)</sup> soll nun der canal madréporique in der Madreporenplatte nach außen münden und das flüssige Sekret nach außen befördern, während der echte Steinkanal sich in Interstitien der Binde substanz auflösen soll. Nur einige wenige Vertikalschnitte durch die Madreporenplatte hätten KOEHLER von der Falschheit seiner Angaben überzeugen können. Wären die Verhältnisse thatsächlich so vorhanden, wie er sie schildert, so würden die Spatangiden ganz außerhalb der übrigen Echinodermen stehen, bei denen allen der Steinkanal einzig und allein durch die Madreporenplatte nach außen mündet, wie für die Seesterne besonders LUDWIG<sup>2)</sup> gezeigt hat, und ich<sup>3)</sup> für die Holothurien und soeben für die regulären wie irregulären Seeigel bestätigen konnte.

---

#### Kapitel 4.

### Die männlichen Geschlechtspapillen.

Merkwürdigerweise haben die Untersucher der Spatangiden bisher die großen äußeren Geschlechtspapillen gänzlich übersehen.

Nach HOFFMANN'S<sup>4)</sup> Angabe münden die Ausführgänge der Geschlechtsorgane durch fünf Öffnungen (bei *Echinocard. cordat.* u. anderen), die sogenannten Genitalporen. Auch dem letzten Untersucher KOEHLER sind die äußeren Organe entgangen. Dies mag darin seinen Grund haben, daß keiner dieser Forscher die dorsalen Platten in Schnittserien zerlegte, sondern daß sie es nur bei der äußeren Betrachtung bewenden ließen.

Zur Untersuchung verwendete ich nur *Echinocardium mediterraneum*, welches sich vorzüglich eignet, um die Madreporenplatte,

---

1) KOEHLER, a. o. O. pag. 96 u. f.

2) LUDWIG, Morpholog. Studien, Bd. 1. Die Asteriden, p. 154.

3) Heft 1 und 2 dieser Beiträge.

4) Zur Anatomie der Echiniden und Spatangiden, in: Niederl. Archiv für Zoologie 1871.



Steinkanal und Geschlechtsorgane in Schnittserien zu zerlegen. Die dorsalen Platten wurden in Chromsäure von 0,3% entkalkt, 12 Stunden ausgewaschen, dann in Alkohol gebracht, um nach längerem Verweilen in demselben mit Karminlösungen gefärbt zu werden.

Es erhebt sich bei den männlichen Spatangiden auf jeder der vier Genitalplatten je ein kegelförmiges Gebilde, welches eine Länge von 5 mm besitzt (in 70% Alkohol getötetes Echinocard.) und als Geschlechtspapille bezeichnet werden kann.

Fig. 7 auf Taf. 13 zeigt den Penis der Länge nach durchschnitten. Der Ausführungsgang des Hodens *AG* tritt an die Körperwand heran, durchsetzt diese, um in die Papille einzutreten.

Das Innenepithel des Ausführungsganges besteht aus niedrigen, etwa 0,006 mm hohen Zellen. Es setzt sich fort in das ungemein hohe Wimperepithel, welches das Lumen des Penis auskleidet. Dieses Epithel besteht aus 0,03 mm hohen Cylinderzellen. Ihre feinen Wimpern, die sehr lang sind, zeigen sich teilweise noch an den Schnittpräparaten erhalten. Während nun im Ausführungsgang die reifen Spermatozoen das ganze Lumen erfüllen, sind sie in der Papille nur immer in kleineren Mengen vorhanden. Im Ausführungsgang geschieht ihre Fortbewegung durch die Kontraktion der reichlich entwickelten cirkulären Muskulatur. Diese reicht aber nur bis an diejenige Stelle, an welcher der Ausführungsgang in die Körperwand eintritt. Hier ist sein Ende meist etwas erweitert und hier beginnen die langen Wimperzellen, und diese sind es nun, welche den reifen Samen durch die Penisöffnung nach außen befördern. Dieser kann also nicht ruckweise entleert werden, sondern allmählich. Wie sich bei Echinocardium, überhaupt den Spatangiden die Begattung vollzieht, ist leider unbekannt. Bei einem nächsten Aufenthalte an der See denke ich hierüber Untersuchungen anstellen zu können. Daß aber eine ähnliche Befruchtung stattfinden muß, wie sie LUDWIG<sup>1)</sup> bei *Asterina gibbosa* beobachtet hat, scheint sehr wahrscheinlich zu sein.

Die Wandung des Penis setzt sich weiter zusammen aus einer mehr oder minder dünnen Bindesubstanzschicht, welcher nach außen das allgemeine Körperepithel aufliegt, in welchem nur wenige Nervenfaserbündel sich verzweigen. Die Bindesubstanzschicht, welche die Basis des Penis umgiebt, ist von besonderer Beschaffenheit.

---

1) LUDWIG, Entwicklung der *Asterina gibbosa*, in: Morpholog. Stud. an Echinod. 2. Bd. 1882.

Sie entbehrt jeder Kalkeinlagerung und ist die Grundsubstanz von gallertartiger Konsistenz. Sternförmige und spindlige Binde substanzzellen verzweigen sich in ihr. In der Fig. 7 auf Taf. 13 tritt dieser Teil durch seine dunklere Färbung hervor, während die entkalkte Binde substanz, das heißt, ihre Fasern sich immer nur wenig färben.

Einer Bewegung ist die Papille ihrem Bau nach kaum fähig, sie kann weder sich kontrahieren, noch ausdehnen.

An ihrer Basis ist das Epithel sehr verdickt, was mit der starken Ansammlung der Nervenfaserbündel zusammenhängt (vgl. die Fig.).

### **Die weiblichen Geschlechtspapillen.**

Bei den weiblichen Spatangiden mündet der Ovidukt nicht einfach durch eine Öffnung in der Genitalplatte nach außen, sondern auch bei diesen findet sich auf jeder Genitalplatte je eine papillöse Erhebung, welche auf ihrem konisch zugespitzten Ende durchbohrt ist. In dieses äußere Kopulationsorgan tritt der Ovidukt ein. Die Entleerung der Eier geschieht durch die Öffnung in der Spitze des Organes. Diese Kopulationsorgane sind äußerlich sehr ähnlich denen der männlichen Tiere, nur etwas gedrungener im Bau.

Kurz nachdem der Ovidukt in die Wandung der Genitalplatte eingetreten ist, schwillt er kuglig an zu einem Ei Reservoir, welches also in der Genitalplatte liegt. In diese kuglige Erweiterung werden die Eier zunächst getrieben, und kann sie prall von ihnen angefüllt sein. (Ihr Durchmesser beträgt etwa 0,1 mm.) Sie gelangen in dieselbe durch die Kontraktionen vornehmlich der cirkulären Muskulatur des Oviduktes. Diese hört auf, sobald der Ovidukt in die Genitalplatte eindringt. Die Weiterbeförderung der Eier geschieht von hier aus durch die langen Wimpern des Innenepithels der Papillen, in gleicher Weise wie ich das von dem Sperma oben geschildert habe. Die Eier haben einen Durchmesser von 0,04 mm. Es werden deshalb immer nur wenige auf einmal durch den engen Kanal der Papille nach außen gelangen können.

Alle Eier sind vollkommen reif, das heißt, die Bildung von Polzellen ist bereits vor sich gegangen und an Stelle des großen Keimbläschens der unreifen Eier ist der kleinere Eikern getreten. Die Befruchtung geschieht sicher auch hier erst, nachdem die Eier in das Seewasser gelangt sind und nun mit dem Sperma in Berührung kommen.

Daß die Einrichtung von äußeren Geschlechtspapillen bei der Erhaltung der Art von nicht zu unterschätzendem Vorteil sein wird, ist selbstverständlich. Mit der eigentümlichen Lebensweise der Spatangiden, welche eine von der der Echiniden abweichende ist, wird diese Entleerung der Geschlechtsprodukte zusammenhängen. Bekanntlich graben sich viele dieser Spatangiden tief in den Sand ein. Wahrscheinlich thun dies alle Echinocardien, und ich erinnere nur an *Ech. cordatum*, welches man in Helgoland in Höhlen, in den Sand eingegraben, leicht beobachten kann.

---

#### Kapitel 4.

### Der Darmtractus.

Dadurch, daß After und Mundöffnung (in Vergleich zu den regulären Formen) ihre Lage verändert haben, kann man am gesamten Darmtractus vier Windungen unterscheiden. Von der Mundöffnung, die zwischen Ober- und Unterlippe liegt, steigt senkrecht der Ösophagus hinab, und am Übergang in den Dünndarm liegt die erste Windung. Unmittelbar nach der Biegungsstelle tritt der von DELLE CHIAJE entdeckte Nebendarm aus demselben heraus, um ungefähr da in den Dünndarm einzumünden, wo derselbe die letzte Umbiegungsstelle desselben bildet. Der Darm beschreibt weiter eine untere sowie obere Windung, die übereinander liegen und wie bei den Echiniden in entgegengesetzter Richtung verlaufen<sup>1)</sup>. Endlich geht er nach einer letzten Windung in das Rectum über und zieht zum After. Im ganzen Verlaufe ist der Darm durch Mesenterien oder Stränge an der Körperwand befestigt.

Ich unterscheide den Anfangsteil des Schlundes bis zur Umbiegungsstelle als Schlund, während der Magen von hier an bis zum Ursprung des Nebendarmes reicht, wenn man überhaupt diesen Teil besonders zu benennen hat. Hierauf folgt der lange Dünndarm, welcher an der letzten Umbiegungsstelle in den Dickdarm übergeht. Hierzu kommt noch das Divertikel, von länglich-ovaler Form, welches auf dem Dünndarm aufliegt.

Der Schlund. Bis zur ersten Biegung des Darmes zeigt

---

1) Vergl. hierüber besonders HOFFMANN und KOEHLER, a. o. O. pag. 34.

sich derselbe bei *Spat. purp.* auf seiner Innenfläche ausgekleidet von nahezu kubischen Zellen (Fig. 9, Taf. 12). Diese Zellen scheinen keine Flimmerhaare zu besitzen, wie sie HOFFMANN ihnen zuschreibt, denn sonst wäre die sich deutlich oft auf weite Strecken abhebbare Cuticula nicht recht erklärlich. Diese stellt ein mehr oder weniger stark entwickeltes helles Häutchen dar. In Fig. 9 sieht man sie teilweise von den Zellen abgehoben. Unterhalb des Innenepithels lagert die Bindesubstanzschicht. In ihrer Grundsubstanz sind wenig Zellen und Fasern vorhanden. Sie besitzt eine gallertartige Konsistenz im lebenden Zustand. Pigmenthaufen von schwärzlicher Farbe, eigentümliche gelbe, kuglige Konkretionen sind oft in großer Anzahl anzutreffen. Ist das Lumen im Anfangsteil des Schlundes glattwandig, so erheben sich bald Zotten, von der Bindesubstanzschicht und dem Innenepithel gebildet, in das Innere. Sie treten in Gestalt von zackigen Längslinien bei Oberflächenansicht hervor.

In der äußersten Lage der Bindesubstanzschicht liegen Längsmuskelfasern und nach außen von ihr eine Ringmuskelschicht (Fig. 9, Taf. 12). Die Längsmuskelfasern bilden keine gemeinsame ununterbrochene Schicht, sondern stehen stets mehrere zu Trupps angeordnet zusammen. Diese Bündel stehen in gleichen Abständen voneinander. Die Ringmuskularis besteht aus kreisförmig angeordneten glatten Muskelfasern. Auch sie ist nicht sehr stark entwickelt. Nach außen von diesen Muskelfasern liegen hier und da noch wenige Bindesubstanzfasern und Zellen und als Hülle wird die Schlundwandung von einem aus wimpernden, abgeplatteten Enterocölzellen gebildeten Epithel umgeben, wie dasselbe alle in der Leibeshöhle gelagerten Organe sowie die innere Fläche der Körperwand überzieht.

Bei *Bryssus unicolor* (Fig. 4, Taf. 13) wird der Schlund von cylindrischen Zellen ausgekleidet, welche einen sehr geringen Querdurchmesser besitzen. Der Kern liegt in verschiedener Höhe der einzelnen Zellen, so daß der Anblick eines mehrschichtigen Epithels vorgetäuscht werden kann. Besonders stark sind bei dieser Art die Anhäufungen von schwarzkörnigen Pigmentkörpern *Ph* in der Bindesubstanzschicht. Die Anordnung der Muskulatur ist die gleiche wie bei *Spat. purp.* Der zweite Darmabschnitt vom Ende des Schlundes bis zum Ursprung des Nebendarmes wurde als Magen von mir bezeichnet. Es geschah dies aus dem Grunde, weil KOEHLER vielzellige, schlauchförmige Drüsen in diesem Abschnitt gefunden hat und somit ein dem Magen der

Asteriden und der Holothurien gleicher, homologer Darmteil damit den Spatangiden zuerkannt wird. Inwiefern auch anderen Gattungen solche Drüsen zukommen, und ob man bei allen Arten einen zweiten Darmabschnitt histologisch unterscheiden darf, darüber habe ich keine weiteren Beobachtungen angestellt, muß also diese Fragen unentschieden lassen. Die übrigen Schichten bleiben dieselben.

Im Dünndarm trifft man im ganzen Verlauf ein aus langen, cylinderförmigen Zellen sich zusammensetzendes Epithel an, welches bald glatt verläuft, bald in Zotten gelegt die innere Oberfläche vergrößert. Die Wandung des Dünndarms ist sehr dünn im Verhältnis zu seinem Umfang und mißt nirgends über 0,3 mm. Bei *Bryssus unicolor* haben die Epithelzellen der Windung, welcher der Hauptnebendarm anliegt, eine Länge von 0,06 mm—0,03 mm. Ein Cuticularsaum, 0,003 mm dick, liegt der Peripherie auf. Derselbe ist als Rest der Flimmerhaare anzusehen, von denen nur die Fußstücke erhalten sind. Diese sind leicht voneinander zu unterscheiden.

Die unterhalb des Innenepithels gelagerte Binde substanzschicht ist meist gering entwickelt. Nur da, wo die Blutflüssigkeit (auf den Schnittpräparaten als geronnene Substanz erkennbar) in unregelmäßigen Lücken in derselben verläuft, ist sie stärker verdickt, wie Fig. 12 auf Tafel 11 zeigt. Anhäufungen von Pigmentkörnern sind in großer Menge vorhanden. Die Längsmuskulatur ist sehr gering entwickelt. Die Fasern bilden auch in diesem Darmabschnitt keine zusammenhängende Schicht, sondern sind oft durch Interstitien voneinander getrennt. Desto kräftiger ist die Ringmuskelschicht gebildet. Nach außen von ihr liegt das wimpernde Enterocölepitel mit seinen abgeplatteten Zellen. Derselbe Bau des Dünndarms, wie ich ihn hier für *Bryssus* schildere, kommt auch *Spatangus* zu, wie aus KOEHLER's 1) Beschreibung hervorgeht. Zur Unterscheidung einer inneren und äußeren Binde substanzschicht der Darmwandung, wie es der genannte Forscher thut, scheint mir gar kein Grund vorzuliegen. Zwischen der Ringmuskulatur und dem Außenepithel findet man allerdings hier und da Binde substanzfasern und Zellen, aber in so geringem Maße, daß man von einer besonderen Schicht kaum sprechen kann. Sowohl im Dünndarm, als im Schlund trifft man auf Nervenzüge, welche teils Fasern zur Muskulatur abgeben, teils an das Innen-

---

1) A. o. O.

epithel zu treten scheinen. Dieses Darmnervensystem, welches ich hier zum ersten Male von Spatangiden beschreibe, ist weiter oben in dem Kapitel über das Nervensystem näher besprochen worden.

Der Nebendarm, von DELLE CHIAJE entdeckt, entspringt als dünnes Rohr am Anfangsteil des Dünndarmes, nicht am Rande, sondern mehr auf demselben, wie am besten ein Blick auf Figur 11, Tafel 11 lehrt. Auf der inneren Fläche des Dünndarms zeigt sich eine schlitzförmige Öffnung, sehr eng, um keinem der größeren oder kleineren Steine oder anderen Fremdkörpern des Dünndarmes den Eintritt zu gestatten.

Der Nebendarm schwillt eine geringe Strecke nach seinem Ursprung ungemein stark an und kann einen Durchmesser von 5 mm erreichen. Seine Stärke ist somit eine weit größere als bei den regulären Formen.

Eigentümlich ist sein Eintritt in den Dünndarm. Fig. 11, Taf. 12 zeigt diesen geöffnet. Auf der inneren Fläche erkennt man eine halbmondförmige Figur. Diese kommt dadurch zustande, daß der Dünndarm durch eine Klappe gegen den Nebendarm verschlossen ist. Liegt die Klappe *Kl* so, wie in der Figur gezeichnet ist, dann bleibt nur ein kleiner, halbmondförmiger Schlitz übrig, der die Kommunikation des Dünndarm- mit dem Nebendarm lumen gestattet.

Der Bau der Wandung des Nebendarmes stimmt bei *Bryssus unicolor* in fast allen Stücken überein mit dem des Dünndarmes.

Das Innenepithel besteht aus cylindrischen Zellen, deren Substanz fein granuliert ist. Die Höhe des Epithels kann eine sehr wechselnde sein. Ein kugelig Kern liegt im freien Ende der Zellen. Der Zellinhalt färbt sich mit Karmin. Abgegrenzt wird dieses Epithel von der darunter liegenden Binde substanzschicht durch eine starke Basalmembran. Eine solche hat KOEHLER in allen Darmabschnitten beschrieben als *membrane élastique*. Mir ist sie nur hier aufgefallen in so starker Ausbildung, wie sie nach dem französischen Forscher allgemein sein soll. Ein so starkes Hervortreten der Basalmembran ist wohl nur der Konservierungsart zuzuschreiben.

In der Binde substanzschicht treten in der Grundsubstanz feine Fasern und Zellen auf, sowie die gleichen Pigmentanhäufungen, wie im übrigen Verlauf des Hauptdarmes. Blutlakunen und geronnene Flüssigkeit habe ich auf keiner meiner zahlreichen Schnittserien (*Bryss. unicol.*) nachweisen können (Fig. 13, Taf. 13).

Das Epithel des Dünndarmes geht direkt in das des Nebendarmes an seiner Ursprungsstelle über. Es hat bei Bryssus hier eine Länge von 0,02 mm. Große Mengen von gelbkörnigem Pigment sind zwischen den Zellen an ihrer Basis abgeschieden. Das Lumen des Nebendarmes ist sehr oft erfüllt von großen, blasigen Protozoen (Infusorien), deren eiförmiger Körper unregelmäßig geformten Kern besitzt. Ein Stäbchenbesatz unterhalb des vorderen Körperendes, welches etwas zugespitzt ist, zeichnet diese nur auf Schnittpräparaten untersuchten Parasiten aus. Große Mengen von einem Sekret erfüllen besonders da, wo der Nebendarm entspringt, sein Lumen, und man kann beobachten, wie dieses Sekret von den Zellen abgeschieden wird, welche die innere Auskleidung bilden. Sekrettropfen treten aus den Zellen an ihrem freien Ende heraus.

Bei Spatangus existiert nur ein Nebendarm; ebenso bei Echinocardium. Drei hierauf untersuchte Gattungen, Bryssus, Schizaster und Bryssopsis, besitzen einen zweiten Nebendarm, welcher durch KOEHLER<sup>1)</sup> aufgefunden worden ist. Er verläuft zwischen dem Dünndarm und dem Hauptnebendarm und besitzt nach KOEHLER eine verschiedene Länge bei den einzelnen Gattungen.

Ich habe denselben nur bei Bryssus unicolor näher untersucht. Der Durchmesser dieses zweiten Nebendarmes ist ein sehr geringer und beträgt wenig über einen Millimeter. Dabei ist seine innere Höhlung nicht glatt, sondern der Länge nach verlaufende Wülste springen in sein Lumen hervor. Auf dem Querschnitt tritt dieser Bau dadurch zur Beobachtung, daß unregelmäßige Wülste in meist dreieckiger Form in das Lumen hervorspringen und dieses selbst so sehr verengt erscheint. Das von den langen, cylindrischen Zellen abgesonderte Sekret liegt in Gestalt einer sich mit Karmin rosa tingierenden, geronnenen Masse in dem engen Lumen. Dieser zweite Nebendarm liegt dem Dünndarm dicht angeschmiegt an, durch ein dünnes Mesenterium mit ihm verbunden.

---

1) KOEHLER, a. o. O.

# Allgemeiner Teil.

---

## Kapitel I.

### Zur Phylogenie der Echinodermen.

#### Ihr Ursprung.

Wenn man die Frage aufstellt, mit welcher Gruppe von Metazoen sind die Echinodermen, unter Rücksichtnahme auf ihre gesamten Organisationsverhältnisse am nächsten verwandt, so wird die Antwort zugleich auf ihre phylogenetische Entstehung Licht zu werfen geeignet sein. Ich sagte, wenn man die gesamten Organisationsverhältnisse, also die Beschaffenheit des Nervensystems, der Leibeshöhle u. s. w., in Betracht zieht, und wollte damit zugleich andeuten, daß ich alle die Versuche als verfehlt ansehen muß, welche nur auf ein einziges Organsystem ihr Augenmerk richten, wie es jüngst KLEINENBERG gethan hat, der dadurch, daß er nur das Nervensystem in Betracht zog, zu den wunderlichsten Spekulationen über den Ursprung der Anneliden von Medusen gekommen ist, Spekulationen und Gedanken, die sich „im natürlichen Geschehen“ wohl nicht so bald wiederfinden dürften. Die Larvenformen der Echinodermen, die Entstehung der Leibeshöhle, des Enterocöls, die Entstehung und der Bau des Nervensystems werden vornehmlich auf wurmartige Wesen hinweisen, und zwar auf solche Formen, welche ein typisches Enterocöl in gleicher Entstehung und Ausbildung besitzen, und bei denen das Nervensystem entweder noch im Ektoderm gelegen ist, wie bei den Asteriden, oder doch in ähnlicher Weise, wie es bei Echiniden, Holothurien der Fall ist, gelagert erscheint. Eine nähere Verwandtschaft mit den Cölenteraten den Echinodermen



zuzuschreiben, wie es KLEINENBERG in einer allerdings nur nebenbei hingeworfenen Bemerkung (s. Entstehung d. Annelids etc. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 44, 1886) thut, geht nicht an, denn die Übereinstimmung im Bau des Nervensystems allein würde nicht ausreichen, die große Menge der sonstigen Differenzen im Bau auszugleichen, wie beispielsweise das Vorhandensein einer Leibeshöhle bei den Echinodermen.

Unter den verschiedenen Wurmgruppen sind es vor allem die Anneliden mit ihrem typischen Enterocöl, welche den Echinodermen am nächsten stehen, wie HAECKEL schon vor langer Zeit ausgeführt hat. Und in der That wird diese Anschauung ganz besonders unterstützt, besonders auch durch den Bau der Körperwand. Bei den Asteriden findet sich in jedem Arm ein Hautmuskelschlauch vor, bestehend aus einer Rings- und einer Längsmuskelschicht. Bei Echiniden ist die erstere nur noch rudimentär (LUDWIG) vorhanden, während bei den Holothurien dieselbe auf bestimmte Zonen beschränkt erscheint.

Was den Bau des Nervensystems anlangt, so ist derselbe bei Asteriden der denkbar einfachste — Epithelsinneszellen und Nervenfasern. Aber auch unter den Würmern, und gerade unter den höher entwickelten, finden wir Formen, wo das gesamte Nervensystem während des ganzen Lebens im Ektoderm persistiert. Das ist bei den Archanneliden der Fall (HATSCHEK und FRAIPONT).

Es liegt demnach kein Grund vor, der uns hindern könnte, die Echinodermen, wenn auch nicht als Anneliden anzusehen, so doch als abstammend von mit echter Leibeshöhle versehenen Würmern, bei denen das Nervensystem noch auf der niedrigsten Entwicklungsstufe sich befand, und bei denen ein Wassergefäßsystem wahrscheinlich schon ausgebildet war. Dabei fragt es sich aber vor allem: welche Gruppe der Echinodermen ist als die ursprünglichste aufzufassen, und sind die einzelnen Abteilungen voneinander ableitbar?

Es ist merkwürdig, daß der größte Teil der Zoologen und Geologen die Crinoideen (oder Cystideen) als diejenigen ansehen, welche alle Organisationsverhältnisse am ursprünglichsten bewahrt haben sollen.

Crinoiden wie Asteriden sind von gleichem Alter. Beide Gruppen treten bereits in der Silurformation auf. Die uns aber hier zuerst entgegentretenden Arten sind weit entfernt, als ursprüngliche gelten zu können. Diese selbst sind uns nicht aufbewahrt worden. Begreiflich wird dies, wenn man bedenkt, daß

bei ihnen das Kalkskelett, also die der Erhaltung am meisten förderlichen Teile, noch wenig ausgebildet gewesen sein wird, und daß überhaupt sämtliche Asteridenreste sich sehr schlecht konserviert zeigen, so daß sie meist nur in Fragmenten vorkommen. Von der Paläontologie ist deshalb niemals zu erwarten, daß sie die Stammesgeschichte dieser Gruppen aufklärt. Dieser auch von ZITTEL ausgesprochenen Ansicht (Handbuch der Paläontologie, Bd. I. 1. pag. 309) sind andere Paläontologen, wie NEUMAYR, nicht beigetreten (Morphologische Studien über Echinodermen, in: Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wissensch. in Wien, Bd. 86. 1881), sondern haben einen Stammbaum der Echiniden errichtet fast lediglich auf paläontologische Befunde hin. Ob dieser Stammbaum mit den anatomischen Befunden vereinbar ist, werde ich kurz erörtern.

Nach NEUMAYR sind als Stammgruppe der Echinodermen die Cystideen anzusehen, also eine Gruppe, welche andere mit den Crinoiden vereinigt haben, und von ihnen aus sollen sich die Crinoiden abgezweigt haben. Diese Abzweigung ist nicht mehr nachweisbar, da beide Gruppen nebeneinander im Untersilur auftreten und frühere Reste nicht aufgefunden worden sind. Es ist also die Annahme, daß die Cystideen die älteste Echinidengruppe seien, nicht einmal paläontologisch begründet. Weiter sollen nach NEUMAYR von den Cystideen sich die Ophiuroasteriden und nach einer anderen Richtung die Echiniden abgezweigt haben. Ob es sich nicht um bloß äußere zufällige Ähnlichkeiten handelt, wenn unter den Cystideen Formen, wie *Agelacrinus*, an die Asteriden gemahnen, ist schon von anderen Forschern hervorgehoben worden. Das Gleiche gilt wohl von den Ähnlichkeiten, die man zwischen Cystideen (*Mesites* u. a.) und Echiniden konstruiert hat. Die genetischen Verhältnisse sind auch hier, wie HOERNES sagt (Elemente der Paläontologie 1884, pag. 173) noch sehr zweifelhaft.

Nimmt man nun noch hinzu, daß gegen die Homologisierung der Basaltäfelchen des Crinoiden-Kelches mit den Scheitelplatten der Echiniden (H. CARPENTER) gewichtige Bedenken erhoben worden sind, so nimmt die Wahrscheinlichkeit zu Gunsten der Ableitung der Echiniden von den Crinoiden noch mehr ab.

Zu alledem kommt noch, was den Ausschlag giebt, daß die Crinoiden anatomisch und histologisch unmöglich als die Stammgruppe der Echinodermen angenommen werden können. Unser jetziger Standpunkt kann nur der sein, daß auf der einen Seite

die Crinoiden stehen, auf der anderen die Asteriden, von denen aus ohne Zwang sich die Echiniden herleiten lassen, und endlich die Holothurien. Während die letztgenannten drei Gruppen in ihrer Organisation sich voneinander ableiten lassen, stehen die Crinoiden außer allem Zusammenhang.

Ganz eigentümlich und bei keiner Gruppe vorhanden sind die merkwürdigen Kelchporen, durch welche die Leibeshöhle mit der Außenwelt in Verbindung steht. Vor allem ist aber das Nervensystem nicht in der ursprünglichen, bei Asteriden vorhandenen Gestaltung erhalten. Es ist dasselbe (Nervenring und von demselben ausstrahlende radiäre Ambulacralnervenstämme) nicht mehr epithelial, sondern subepithelial gelagert. (LUDWIG.)

Der wichtigste Teil des Nervensystems der Crinoiden ist jedoch dorsal gelagert im Centrodorsale; von einem Centralorgan gehen in jeden Arm Faserzüge ab, und von diesen solche zu den Muskelbündeln und Anhängen des Armes, wie es W. B. CARPENTER schon im Jahre 1865 beschrieben hat. Ein so gestaltetes dorsales Nervensystem findet sich weder bei Asteriden (Ophiuren), Echiniden und Holothurien vor. Vor allem ist dann noch der Leibeshöhle der Crinoiden zu gedenken, welche wahrscheinlich als Schizocölraum aufzufassen ist, und der Geschlechtsorgane, deren Gestaltung eine von der der übrigen Gruppen abweichende ist.

Es lassen sich die Crinoiden deshalb am ungezwungensten, wie ich meine, als ein Seitenzweig der Echinodermen ansehen, dessen Ursprung uns zweifelhaft ist. Als der Wahrheit vielleicht am nächsten kommend darf man aber wohl annehmen, daß die Crinoiden wie die Asteriden einer gemeinsamen Wurzel entsprossen sind. Die letzteren halte ich für die der Stammform am nahestehendsten Echinodermen, indem ich besonders auf den Bau und die ektodermale Lagerung des Nervensystems hinweise. Wie ich mir die Echiniden aus ihnen entstanden denke, werde ich auf den nächsten Seiten entwickeln.

Somit komme ich zu dem Resultat, daß die Forscher, an der Spitze HAECKEL, G. O. SARS, LANGE, das Richtige getroffen haben, wenn sie die Asteriden an die Spitze der Echinodermen stellen. Die Paläontologie, um das nochmals zu betonen, stützt weder die eine Deutung („die Crinoiden als die der Stammgruppe zunächst stehende älteste Echinodermenklasse“ zu betrachten, CLAUS) noch die andere, von mir soeben vertretene, da beide Gruppen zusammen zu gleicher Zeit im Untersilur auftreten. Allein die morpho-

logischen Daten können hier zur Entscheidung herangezogen werden.

### **Die Verwandtschaftsverhältnisse zwischen Asteriden und Echiniden.**

Nachdem ich die Organisationsverhältnisse der Echiniden dargestellt habe, möchte ich es im folgenden versuchen, die Gründe zusammen zu stellen, welche den Satz zur möglichsten Wahrscheinlichkeit erheben sollen, daß die Asteriden als die ursprünglichste der Stammform der Echinodermen am nächsten stehende Gruppe angesehen werden müssen und die Echiniden aus ihnen herzuleiten seien, wie es schon von HAECKEL, GEGENBAUR und anderen angenommen worden ist.

Ich bin mir hierbei wohl bewußt, daß diese Annahme für viele als feststehender Satz gilt. Für diese ist das Folgende nur zum geringsten Teile geschrieben, sofern sie nicht wie ich der Meinung sind, daß dieser Satz bisher noch unbewiesen sei. Ich möchte vor allem auch weiter ausführen, daß überhaupt nur die eine Möglichkeit vorhanden ist, die Organisationsverhältnisse der Echiniden zu erklären, wenn wir sie von denen der Asteriden herleiten, und daß diese Annahme allein eine ungezwungene Erklärung ihres Baues zuläßt.

Die Paläontologie zeigt uns, daß die Asteriden zu den ältesten Organismen gehören, und daß nichts im Wege steht, die Echiniden, die bereits im Untersilur vertreten sind, von ihnen abzuleiten. Dabei ist natürlich immer nur an die regulären Seeigel zu denken, nicht aber an die irregulären wie die Spatangiden, die mit größter Sicherheit als spätere Bildungen anzusehen sind. — Wenn ich deshalb im folgenden von Echiniden spreche, so sind damit zunächst nur die regulären Seeigel gemeint.

Bei einer Ableitung des Echiniden-Organismus von dem der Asteriden wird an erster Stelle zunächst das Nervensystem in Betracht zu ziehen sein. Das Nervensystem entsteht bei den Seesternen im Ektoblast<sup>1)</sup> und behält seine Lagerung im Ektoderm bei. Dies gilt für das Centralnervensystem, Gehirnring und die fünf (oder mehr) Ambulacralnervenstämme. Das Darmnervensystem lasse ich als unwesentlich bei unserer Vergleichung beiseite.

Bei den Echiniden liegt am erwachsenen Tier das Nerven-

---

1) Vergl. LUDWIG, *Asterina gibbosa*.

system nicht mehr im Ektoderm: es ist in das Mesoderm zu liegen gekommen, und nur da, wo Sinnesorgane vorhanden sind, sehen wir dasselbe noch in Verbindung mit dem Körperepithel stehen.

Sind nun die Elemente, welche das Centralnervensystem bei den Echiniden zusammensetzen, dieselben wie die der Asteriden oder doch ableitbar von denen der letzteren Gruppe? Um diese Frage zu entscheiden, sei kurz auf die Zusammensetzung des Nervensystems der Asteriden hingewiesen. Gehirnring und Ambulacralnerven bestehen aus mit Ganglienzellen untermischten Nervenfasern, welche zwischen den Fortsätzen der ungemein verlängerten, fadenförmigen Epithelzellen der Ambulacralrinne verlaufen. Diese Epithelzellen nannte ich Stützzellen, ihre basalen Ausläufer Stützfasern<sup>2)</sup>; die letzteren sind die sogenannten Querfasern älterer Autoren, welche senkrecht zu der Nervenfasermasse verlaufen. Bei den Echiniden besteht das Centralnervensystem aus folgenden Elementen: der Nervenfasermasse mit den Ganglienzellen und, diesen aufliegend, Zellen, über deren Natur gestritten werden kann. Dieser Zellbelag, welcher den Hauptnervenstämmen und dem Gehirnring peripher aufliegt, wird von FRÉDÉRICQ als nervös angesehen; es soll sich hier um Ganglienzellen handeln, die den Nervenfasern in ähnlicher Weise aufliegen, wie es bei vielen Würmern beispielsweise der Fall ist.

Ob diese Zellen die Funktion von Ganglienzellen angenommen haben, ist mir zweifelhaft. Ihrer Herkunft nach sind es Epithelzellen, welche mit den anfänglich epithelial (im Ektoblast) gelagerten und entstandenen Nervenfasern zusammen in das Mesoderm zu liegen gekommen sind, wie ich annehme. In erster Linie funktionieren sie als Deckepithel, als Schutzbelag für die feinen Nervenfasern, wie ich schon bei den Holothuriern auseinandergesetzt habe und wie mir aus einem Vergleich mit den Asteriden ziemlich sicher hervorzugehen scheint. Daß diese Zellen ein Deckepithel, eine Schutzdecke bilden, geht weiter hervor aus ihren basalen Stützfasern, welche die Nervenfasern senkrecht durchsetzen. Diese Stützfasern sind aber bei den Echiniden bisher den Forschern entgangen. Ich glaube, daß auch diejenigen, welche geneigt sind, das Deckepithel für nervöser Natur zu erklären, nach Entdeckung der Stützfasern diese Ansicht nicht mehr in vollem Umfange aufrecht erhalten können. Was aber weiter gegen die nervöse Natur dieser Zellen spricht, ist ihr Abweichen in Form

---

2) Vergl. Heft 2, Die Asteriden.

und Größe von den eigentlichen Nervenzellen in den Hauptstämmen und den Nervenzellen, welche an Bifurcationsstellen der Hautnervenzüge einen peripheren Belag bilden.

Die Ganglienzellen, welche in den Hauptstämmen und Gehirnring liegen, besitzen einen ovalen Kern, der sich stets heller färbt als der Kern der Deckzellen. Meist ist ein Kernkörperchen zu sehen. Die Größe der Ganglienzellen ist von der der Deckzellen verschieden. Letztere sind stets kleiner, besitzen meist einen basalen Zellfortsatz, eine direkte Fortsetzung der Zellsubstanz, welcher ein anderes Lichtbrechungsvermögen zeigt als die Nervenfasern und mit ihnen schon deshalb nichts zu thun hat, dann aber auch viel stärker ist, einen größeren Durchmesser besitzt.

Die Ganglienzellen, wie sie in den peripheren Teilen des Nervensystems vorkommen, sind von zweifacher Gestalt. Liegen sie innerhalb der Nervenfasern, der Hautnerven — ich spreche dann von Nervenzügen — so besitzen sie dieselbe Gestalt wie in den Hauptstämmen. Außer dieser Art kommen Zellen vor, die durch ihre Größe, ihren großen hellen Kern und das konstante deutliche Kernkörperchen sich auszeichnen. Diese lagern peripher auf den Nervenzügen und bilden da, wo Nervenfasern austreten von den Nervenzügen, um beispielsweise zu den Muskelfasern zu ziehen (in den Pedizellarien die Verzweigungen zwischen den Muscul. adductores, im basalen Ringnerv der Stacheln von Sphaerechin., Echinus, Centrosteph. etc.) einen Belag zwischen den von den Nervenfasern umspinnenen Muskelfasern, wie es Fig. 1, Taf. 5 zeigt. Diese Zellen messen etwa 0,007 mm, ihr kreisrunder Kern 0,002—0,003 mm. Fig. 2, Taf. 5 zeigt diese Zellen an einer Bifurcationsstelle eines Nervenzuges in einer Pedizellarie. Daß sich diese Nervenzellen weit unterscheiden von den Zellen des Deckepithels, darüber kann also kein Zweifel sein.

Wenn ich in etwas umständlicher, manchem vielleicht für überflüssig erscheinender Weise die Frage nach der Bedeutung dieser Belegzellen erörtert habe, so lag das in dem Bestreben, meiner Darstellung einen möglichststen Abschluß zu geben.

Wenn man die Echiniden direkt von den Seesternen ableiten will, so wird man bei denselben nach dem Fühler und Augenflecken homologen Organen suchen. Bekanntlich finden sich auf den Intergentialplatten (Ocellarplatten) bei vielen Seeigeln Pigmentflecke, welche man als Augen deuten zu können glaubte, da sie an den Enden der Seesternarme homologen Stellen liegen. Wie ich oben auseinandergesetzt habe, handelt es sich um keiner-

lei an die Seestern-Augenflecke erinnernde Bildungen, sondern nur um Anhäufungen von Pigment, die bald vorhanden, bald fehlen können. Daß aber hier von Rückbildungen der Augenflecke mit einigem Recht gesprochen werden kann, folgt aus dem Vorhandensein eines, wenn auch modifizierten, Fühlers bei den Echiniden<sup>1)</sup>. Der Fühler (vergl. Fig. 2 auf Taf. 1) durchbohrt die Interg genitalplatte und kommt so teils in dieselbe, teils auf dieselbe zu liegen. Wassergefäß (ambulacrales) und ein Nervenstamm enden in demselben in gleicher Weise, wie dies bei den Seesternen der Fall ist. Ja selbst die Beweglichkeit kann man dem Echiniden-Fühler nicht gänzlich absprechen, indem er, das heißt sein auf der Platte lagernder Endteil, durch das in ihm blind endende Wassergefäß sehr gut geschwellt werden kann und auf diese Weise hervorgestülpt werden kann, wenn auch nur in beschränktem Maße. Vielleicht existieren noch heute Seeigel, bei denen es Augenflecke wie bei den Seesternen giebt, und bei denen dann die Ähnlichkeit der Fühler von beiden Gruppen eine noch größere sein würde. Dies scheint insofern allerdings zweifelhaft, als da, wo echte Sehorgane bei den Seeigeln bisher bekannt geworden sind, diese auf der Oberfläche der Schale aufgefunden wurden, wo sie, zumal in großer Anzahl, den Tieren zu besonderem Vorteil gereichen müssen<sup>2)</sup>.

Von gleicher Bedeutung für die Frage nach der Abstammung der Asteriden von Echiniden ist eine Vergleichung ihrer blutführenden Räume, das heißt sämtlicher Schizocölbildungen.

Bei den Seesternen findet sich in der Körperwandung ein System von Lücken und Hohlräumen, die zum Teil als Perihämalaräume (LUDWIG) bezeichnet werden. Alle diese Lakunen und Hohlräume sind Lücken in der Bindesubstanz, Schizocölräume, wie ich dies entgegen der früheren Annahme, es handle sich um Teile des Enterocöls, nachgewiesen habe, indem ich ihre Entstehung verfolgte. In der Ventralwand verläuft je ein solcher Schizocölraum in jedem Arm. Wir finden ihn wieder bei dem Seeigel in jedem Ambulacrum, und zwar ebenfalls blind endend, hier vor der Interg genitalplatte, dort (Seestern) vor dem Fühler. Während aber

---

1) Vergl. HAMANN, Vorl. Mitteilungen zur Morphologie der Echiniden, Nr. 5, in: Sitzungsberichte der medicin.-naturw. Gesellschaft zu Jena. Jahrgang 1886. Heft 2, ausgegeben Ende Oktober 1886.

2) Vergl. die Angaben von SARASIN. Zool. Anz. 1885.

beim Seestern diese fünf Räume oder Kanäle im Centrum verschmelzen zu einem Ringkanal und dieser durch den schlauchförmigen Kanal in Verbindung steht mit den Schizocölräumen in der dorsalen Körperwand, sind die Verhältnisse bei den Echiniden andere, indem sich bei ihnen ein Kauapparat — wahrscheinlich aus Wirbelplatten — entwickelt hat, und ein schlauchförmiger Kanal nur noch als Rudiment vorkommt. Ebenfalls findet sich von dem Schizocölräum-System in der Dorsalwand der Seesterne bei den Seeigeln nur ein Überbleibsel in dem schizocölen Analring, wie ich oben gezeigt habe<sup>1)</sup>, erhalten, von dem gleiche Bildungen zu den Geschlechtsorganen führen, wie es die Seesterne zeigen. Daß alle diese Erscheinungen leicht durch die Verwachsungen bei der Entstehung eines Seeigels aus dem Seestern sich erklären lassen, liegt wohl auf der Hand, während ein umgekehrter Entstehungsmodus fast undenkbar scheint, jedenfalls weniger wahrscheinlich ist.

In den fünf Schizocölräumen (Längskanälen) der Ventralwand (Perihämälräumen LUDWIG'S) haben sich bei den Asteriden bekanntlich bindegewebige Scheidewände, Septen, entwickelt, in welchen es zur Bildung von wandungslosen Hohlräumen gekommen ist, den Blutlakunen.

Daß wir die ventralen Längskanäle der Asteriden bei den Echiniden wieder antreffen, habe ich bereits auseinandergesetzt.

Was wir aber bei den Echiniden (und Spatangiden) nicht wiederfinden, das sind die Septen, die Längsscheidwände der ventralen Längskanäle mit den in ihnen entwickelten Hohlräumen den eigentlichen Blutlakunen. Dies läßt sich auf folgende Weise erklären: Bei den Asteriden als den älteren Formen bleibt das Centralnervensystem im Ektoderm, also da, wo es entsteht, zeitlebens liegen, während es bei den Echiniden zu einer gewissen Zeit aus dem Ektoderm ausscheidet und in die Längskanäle rückt. Es werden bei Seeigeln die Längskanäle (also die bei den Seesternen als Perihämälräume bezeichneten Kanäle) in ihrer ganzen Ausdehnung von den fünf Ambulacral- oder Radial-Nervenstämmen durchzogen. Damit ist natürlich eine Entwicklung von Scheidewänden, Septen, unmöglich gemacht. Spricht man bei den Seesternen von Perihämälkanälen, so müßte man bei den Seeigeln von Perineuralkanälen, sprechen.

Mit dem eigentlichen Blutlakunensystem stehen diese Peri-

1) Vergl. auch meine: Vorläufige Mitteilungen zur Morphologie der Echiniden, in: Sitzungsber. d. medicin.-naturw. Gesellsch. zu Jena. Jahrgang 1886. Heft 2, ausgeg. Ende Okt. 1886.



neuralkanäle in keinerlei Zusammenhang. Der Blutlakunenring, welcher bei Seesternen um den Schlund verlief, ist bei Echiniden auf die Laterne zu liegen gekommen, und von ihm aus gehen die Lakunen zum Darm und zur Drüse.

In den Schizocölbildungen des Rückens verlaufen die Blutlakunen in derselben Weise wie bei den Asteriden in septenähnlichen Bildungen. Gleiche Bildungen zeigen weiterhin Asteriden wie Echiniden hinsichtlich der zu den Geschlechtsorganen führenden Blutlakunen.

Bei Seesternen führt zu jedem Geschlechtsorgan je ein Schizocödraum, der sich fortsetzt in Lücken der Binde substanz der Wandung der Organe. In jedem Schizocödraum verläuft aber weiter in dem Aufhängeband ein (nach LUDWIG's Bezeichnung) Blutgefäß, welches mit dem drüsigen Organ in Zusammenhang steht. Ich sehe diese Kanälchen ebenfalls als Zuleitungsräume an für das drüsige Organ. Die Zellen in denselben werden sicher Stoffe aus den Geschlechtsorganen aufgenommen haben, die nach dem drüsigen Organ geschafft werden. Daß in den Lakunen der Wandung der Geschlechtsorgane Exkretstoffe gebildet werden, kann man leicht auf Schnitten konstatieren. Ablagerungen von Körnchen, bald bräunlicher, bald gelber Farbe, finden sich allerwärts vor. Ja, von einem Forscher ist sogar ausgesprochen worden, daß die Geschlechtsorgane in der Zeit, wo sie nicht Eier oder Sperma bilden, als Drüsen funktionieren!

Bei den Echiniden ist das anatomische Verhalten dasselbe. Auch hier gehen Schizocödräume zu den Organen und schließen die besonderen, in der Wandung gelegenen Lakunen ein. — Die Anlage der Geschlechtsorgane ist in beiden Gruppen die gleiche. Ja, die Bilder, welche von einem Echiniden das Geschlechtsorgan noch als ovales Bläschen zeigen, das in einen Hohlraum hineinragt (Schizocödraum), könnten ebenso gut von einem Seestern herühren.

Bei Asteriden ließ sich ein Follikelepithel nachweisen. Bei Echiniden ist die erste Anlage der Eizelle aus Epithelzellen insofern nicht abweichend, als auch hier ein Anfang zur Follikelbildung gemacht ist. Dabei bleibt es freilich, und das ausgebildete Echinidenei besitzt wohl eine resistente Hülle, welche aber von der Eizelle, nicht von einem Follikelepithel gebildet worden ist.

Eine anscheinend große Verschiedenheit bildet beim Seeigelorganismus das Vorhandensein eines besonderen Kauapparates, der Laterne. Daß diese durch Umbildung und Umwandlung aus

Wirbeln des Seesternes hervorgegangen ist, scheint wahrscheinlich. Daß aber etwa aus einem mit Kauapparat versehenen Seeigel kein Seestern hervorgegangen sein kann, lehrt meiner Meinung nach mit Sicherheit die Lagerung des oralen Blutlakunenringes und des Wassergefäßringkanales. Die eigentümlichen Lagerungsverhältnisse dieser Organe bei Echiniden sind zurückzuführen auf die einfacheren und leichter verständlichen der Seesterne, bedingt eben durch die Lagerungsveränderung der Wirbel.

Eine weitere wichtige Übereinstimmung zeigt das Wassergefäßsystem. Der Steinkanal der Asteriden ist sehr kompliziert gebaut und stellt nur in der Jugend ein glattwandiges Rohr dar. Später treten schneckenartige Windungen in mannigfaltiger Form in das Lumen hervor. Bei den Echiniden bleibt der Kanal ein glattes Rohr, er zeigt keine an die bei den Seesternen vorkommenden Bildungen gemahnende Organisation. Diese Rückbildung, denn als eine solche fasse ich die Einfachheit dieses Organes bei den Echiniden auf, hängt mit der Lebensweise dieser Tiere eng zusammen. Ihre Bewegung ist in den meisten Fällen eine geringe. Die Saugfüßchen sind bei den langen Stacheln nur in bescheidener Weise thätig, und die Fortbewegung geschieht zumeist mit Hilfe der wie Stelzen gebrauchten Stacheln. Dadurch ist eine Rückbildung in den Längskanälen (Ambulacralfüßen) des Wassergefäßes eingetreten, die Ampullen sind weniger ausgebildet und die bei Asteriden vorkommenden Ventile sind verschwunden. An ihrer Stelle versorgen der Quere nach ausgespannte Muskelfäden den Verschuß der Ampullen, natürlich nur in sehr unzureichender Weise. Die meisten der Ambulacralfüßchen sind deshalb auch wenig entwickelt, und das gilt besonders für die Spatangiden, bei denen die Rückbildung eine noch viel weiter vorgeschrittene ist, in noch größerem Maße.

Mit ein paar Worten muß ich auf das Schwinden der Körperwandmuskulatur bei Echiniden hinweisen. Bei den Seesternen habe ich in der Körperwand jedes Armes eine Rings- wie Längsmuskelschicht nachgewiesen, wie sie bei den Würmern in gleicher Weise besteht. Bei den Echiniden sind die Radien, die Arme, mit der Scheibe verschmolzen, die Kalkabscheidungen formieren ein aus zehn Plattenpaaren bestehendes Skelett, für welches Muskeln in der Körperwand unnötig geworden sind. Nehmen wir nun an, daß die Holothurien sich von Echiniden abgezweigt haben, so muß dies früh geschehen sein, das heißt, sie müssen von solchen Formen herkommen, bei denen die Muskulatur noch nicht rück-

gebildet und das Plattenskelett noch nicht in der Weise ausgebildet war, wie bei den jetzigen Echiniden es der Fall ist. Nach LUDWIG'S<sup>1)</sup> Entdeckung finden sich bei Spatangiden auf der Rückenfläche zwischen den Plattenreihen, welche über dem Periprokt gelegen sind, da, wo sie in der Mittellinie miteinander zusammenstoßen, Muskelfasern. Es ist diese Muskulatur, welche aus kurzen, millimeterlangen, glatten Muskelfasern besteht, die an ihren Enden ausgezackt sind, als das Überbleibsel der Ring- (wie Längs-) Muskulatur der Körperwand zu betrachten, wie sie die Seesterne zeigen.

### **Welche Bildungen hat man bei den Echinodermen als blutführende Räume zu betrachten?**

Die älteren Forscher nahmen an, daß bei den Asteriden die fünf oder mehr in der Ventralfläche der Arme verlaufenden Längskanäle die Blutgefäße seien, und daß der ringförmige, den Schlund umgebende Hohlraum, welcher diese fünf oder mehr Kanäle verbindet, das Ringgefäß sei. Durch LANGE und TEUSCHER wurde aber gezeigt, daß diese radiären oder ambulacralen Längskanäle in ganzer Länge durch ein vertikales Aufhängeband in zwei Hälften geteilt würden und daß dieses Band in seinem Centrum in ganzer Ausdehnung durch Lücken und Hohlräume durchsetzt sei. In diesen letzteren erkannten sie die echten Blutgefäße, oder besser Blutlakunen. Daß die Verhältnisse für die dorsale Körperwand die gleichen seien und daß auch hier die eigentlichen Blutlakunen (der anale Blutlakunenring und die zu den Geschlechtsorganen führenden Lakunen) in solchen Kanälen liegen, hat LUDWIG gezeigt und für die Kanäle den Namen Perihämalkanäle vorgeschlagen. Dabei nahm dieser Forscher aber an, daß die Perihämalkanäle mit der Leibeshöhle, dem Enterocöl, in Verbindung ständen. Ich habe gezeigt, indem ich die Entstehung dieser Hohlräume sowie die der ventralen Blutlakunen nachwies, daß Perihämalkanäle sowie Blutlakunen der Septen oder Aufhängebänder Schizocölbildungen seien, also homologe Bildungen. Das Gleiche gilt für das von GREEFF entdeckte Hohlraumssystem in der Cutis der Binde substanz der Dorsalwand. Diese Hohlräume

---

1) LUDWIG, Über bewegliche Schalenplatten bei Echinoideen, in: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 29.

stehen in Verbindung mit den Perihämalräumen und dem sog. schlauchförmigen Kanal.

Fassen wir dies zusammen, so haben wir bei den Asteriden eine Reihe von Schizocölbildungen, zu denen die fünf oder mehr ventralen Radiärkanäle (Perihämalräume) gehören und weiter die in Septen verlaufenden Blutlakunen, ebenfalls Schizocölräume.

Was finden wir von diesen beiden Hohlraumssystemen bei den Echiniden wieder?

Bei den regulären Echiniden treffen wir die fünf Längskanäle an, in welche die fünf ambulacralen oder radiären Nervenstämme zu liegen gekommen sind. Weiter finden wir einen den Ringnerven an seiner einen Fläche umhüllenden Hohlraum an, ein Homologon des ringförmigen Perihämalraums der Asteriden. Außerdem ist ein analer ringförmiger Schizocölraum zu verzeichnen mit Hohlräumen, die zu den Geschlechtsorganen ziehen. Diese sind die alleinigen Überbleibsel des großen dorsalen Kanalsystems der Asteriden. In der Wandung derselben, d. h. des analen Schizocölraumes und teils in diesen hineinragend, liegt der anale Blutlakunenring (vergl. Fig. 3, Taf. 11) und in den zu den Geschlechtsorganen ziehenden Räumen die Blutlakunen. Mithin sind für die Dorsalseite der Echiniden die gleichen Verhältnisse vorhanden wie bei den Asteriden. Man kann auch hier von Perihämalräumen sprechen. Durch die Entstehung des Kauapparates, durch die Lagerung der fünf radiären Nervenstämme, welche ihre epitheliale Lagerung aufgegeben haben und in die schizocölen Längskanäle gerückt sind, ist das abweichende Verhalten der Ventralfläche zu erklären. Es sind die Septen mit den Blutlakunen (in den Längskanälen) in Wegfall gekommen, also die eigentlichen radiären Blutlakunen der Asteriden. Dafür hat sich aber auf der Laterne ein periösophagealer Blutlakunenring entwickelt, von dem aus die Blutlakunen wie bei Asteriden zur Drüse, Darm u. s. w. ziehen.

Bei den Spatangiden, die ja mit voller Sicherheit von den Echiniden abzuleiten sind, liegen diese Verhältnisse folgendermaßen. Der Kauapparat ist verschwunden und mit ihm der periösophageale auf letzterem gelegene Blutlakunenring. In den fünf Längskanälen (Perihämalkanäle), die in einen ringförmigen um den Schlund gelegenen Ringkanal münden, liegen die (radiären) ambulacralen Nervenstämme und der circumorale Nervenring, wie bei den regulären Formen. Es münden aber die Blutlakunen (dorsale wie ventrale) des Schlundes in diesen Schizocölringkanal.

Es ist dieser somit bei den Spatangiden als Blutlakunenring zu bezeichnen und die fünf von ihm abgehenden Längskanäle als die fünf ambulacralen Blutlakunen. Somit ist bei den Spatangiden eine Verschmelzung zwischen den bei Asteriden getrennten Hohlraumssystemen eingetreten. Auf der Dorsalseite verlaufen die Blutlakunen in der Wandung des Schizocölsinus, wie ich oben zum ersten Male genau gezeigt habe. Es stimmen diese Formen hierin also überein mit den Regulären und den Asteriden.

Betrachten wir die Holothurien. Bei Synapta findet sich ein in der Wandung des Wassergefäßringkanales verlaufender Blutlakunenring von sehr schwacher Bildung. Von diesem gehen aus Blutlakunen zu den Tentakelkanälen. In den fünf Ambulacren verläuft gar kein Schizocölraum bei dieser Gattung. Bei den ursprünglichere Verhältnisse zeigenden füscentragenden Holothurien finden wir aber die fünf radiären ambulacralen Schizocölräume wieder. Hier kann man sie als Blutlakunen mit Recht bezeichnen.

Bei den Crinoiden treffen wir radiäre Längskanäle an, welche, wie ich demnächst nachzuweisen gedenke, ebenfalls Schizocölbildungen sind und von LUDWIG als die radiären Blutgefäße bezeichnet wurden, und zwar mit Recht. GREEFF und LUDWIG erklärten dieselben als homolog mit den radiären Längskanälen (Perihämalräumen LUDWIG'S) der Asteriden. Später hat LUDWIG<sup>1)</sup> diese seine Ansicht zurückgenommen, weil er meint, daß die Längskanäle der Asteriden nicht selbst Blutlakunen seien, sondern diese in den Septen lägen, mithin Blutlakunen der Asteriden und Crinoiden ganz verschiedene Bildungen seien. Eine Begründung fand dieser Ausspruch darin, daß LUDWIG die Längskanäle für Enterocölbildungen hielt. Wenn LUDWIG dann weiter sagt: Bei den Crinoiden sind noch keine Perihämalräume zur Ausbildung gelangt, weder im Umkreis des oralen Blutgefäßringes noch der radiären Blutgefäße, so ist folgendes zu entgegnen: Die radiären sog. Blutgefäße der Crinoiden und ihr oraler Blutgefäßring sind nichts anderes als die radiären Längskanäle (Perihämalräume) der Asteriden und ihr oraler Ringkanal. Während aber bei den Asteriden in Septen noch besondere Lakunen, die eigentlichen Blutlakunen, zur Ausbildung gelangt sind, fehlen die Septen den Crinoiden. Die Blutflüssigkeit bewegt sich, wie es bei

---

1) pag. 178 in Band 1 seiner Morpholog. Studien, Beiträge zur Anatomie der Asteriden.

Spatangiden und Holothurien teilweise der Fall ist, in den Längskanälen.

Außerdem besitzen die Crinoiden noch weitere radiäre Schizocölkanäle (homolog den dorsalen Räumen der übrigen Echinodermen), und in diesen, in Septen, Blutlakunen, was später ausführlich gezeigt werden wird.

Fassen wir alle diese Verhältnisse übersichtlich zusammen, so ergibt sich, daß zwischen echten Blutlakunen, in Septen gelegen, welche in den radiären Schizocölräumen aufgespannt sind, und letzteren selbst kein durchgreifender Unterschied besteht. Beide Bildungen sind Schizocölbildungen und entstehen als Lücken und Hohlräume in der Bindesubstanz. Dazu kommt noch, daß der junge etwa einen Centimeter große *Asterias* in seinen Septen der Ventralseite noch gar keine Hohlräume hat, daß vielmehr hier die Längskanäle (Perihämalräume) als blutführende Räume fungieren müssen. Wenn wir bei den Echinodermen künftig von dem Blutlakunensystem sprechen, so wird es nicht mehr angehen, nur bei einer Gruppe diese, bei einer andern jene Bildungen als Blutgefäße zu bezeichnen, sondern es wird zu zeigen sein, wie bald dieser, bald jener Teil der Schizocölbildungen die echte Blutflüssigkeit führt und mit den Darmlakunen in Verbindung steht.

Wir haben also zwei verschiedene Schizocölbildungen, zwei Hohlraumssysteme vor uns, welche anfänglich (*Asteriden*) nebeneinander getrennt liegen, dann aber teilweise in Kommunikation treten können. Folgende Tabelle bringt diese Schizocölbildungen zur übersichtlichen Darstellung.

(Siehe Tabelle auf Seite 161).

### **Zusammenfassung der Resultate, zugleich eine Darstellung der Hauptverhältnisse des anatomischen Baues der Seeigel.**

Indem ich im folgenden eine Schilderung des anatomischen und histologischen Baues eines Seeigels geben will, ziehe ich nur die Hauptresultate, welche mir von Wichtigkeit für das Verständnis des Seeigelkörpers zu sein scheinen, heran. Dabei berücksichtige ich die Skelettverhältnisse überhaupt nicht, da dieselben ja hinreichend bekannt und erforscht sind, vornehmlich durch die Arbeiten *LOVÉN's* sowie anderer Forscher.

Bei den Holothurien, welche jeglicher Stacheln oder ähnlicher Gebilde entbehren, konnte ich in der Haut gelegene Sinnesorgane

Asteriden besitzen:	Fünf oder mehr radiäre (ambulacrale) Längskanäle (sog. Perihämalkan.) i. d. Ventralwand der Arme und oraler Ringkanal.	In den Septen der Längskanäle gelegene Blutlakunen und oraler Blutlakunenring.	Am Scheitelpol in Septen d. dorsalen Schizocölräume, Blutlakunen.
Echiniden:	vorhanden (als Neuralkanäle)	fehlen, periösoph. Blutlakunenring auf d. Laterne ohne Beziehg. zu den Längskanälen. Darmlakunen münden in dens.	vorhanden,
Spatangiden:	vorhanden, der orale Ringkanal ist in Verbindung getreten mit d. Darmlakunen!	fehlen, Blutlakunenring ausgefallen.	vorhanden,
Crinoiden:	vorhanden, der orale Ringkanal mit den Darmlakunen in Verbindung.	fehlen,	vorhanden, (liegen teilweise in den Armen)
Holothurien p.:	vorhanden, der orale Ringkanal mit den Darmlakunen in Verbindung	fehlen,	fehlen,

beschreiben. Bei den Seeigeln sind dieselben fast alle (mit Ausnahme der Fühler) auf gestielte Organe, auf die Pedzellarien versetzt. Damit ist ihnen erst eine Wirksamkeit gesichert, welche die Sinnesorgane auf der Haut wegen der oft sehr langen Stacheln nicht entwickeln könnten.

An den Pedizellarien mit ihren dreiklappigen Zangen, deren Mechanismus ich ausführlich geschildert habe, waren bisher nur an einer Form, den sogenannten gemmiformen Pedizellarien, vermutliche Sinnesorgane von SLADEN beobachtet worden, ohne daß es diesem Forscher, sowie KOEHLER gelungen wäre, Nervenendigungen nachzuweisen.

Allen Pedizellarien, gemmiformen, tridactylen und trifoliaten, kommen exquisite Sinnesorgane zu. Besondere, oft kompliziert gebaute Tasthügel finden sich auf der Innenseite der Greifzangen. Diese sind mit starren Borsten besetzt. Nervenäste ziehen zu diesen Tasthügeln. Im allgemeinen wurden drei Nervenzüge, aus feinsten Nervenfasern und Ganglienzellen gebildet, beobachtet, welche in den Kopfteil eintreten und während jeder zahlreiche seitliche Äste zur Muskulatur, Sinnesepithel etc. abgibt, bis zur Spitze jeder Greifzange verfolgt werden konnten. Von besonderer Wichtigkeit beim Erfassen von irgendwelchen Gegenständen sind die Drüsensäcke in der Wandung der Pedizellarien. Ob dieselben auf kleinere Tiere, wie Würmer, eine lähmende Wirkung ausüben können, ist noch zu untersuchen.

An diese Organe schlossen sich die Globiferen an, neu entdeckte Organe, welche als Waffen dienen. Sie fanden sich nur bei wenigen Gattungen vor. Als weitere Anhangsorgane der Haut sind dann die merkwürdigen Sphäridien LOVÉN's zu erwähnen. An ihrer Basis konnte ein Nervenring gefunden werden vom selben Bau, wie er auch an den Stacheln entdeckt wurde. Von diesem basalen Nervenring, der sich äußerlich durch ein verdicktes Epithel, einen Epithelwulst, ankündigt, gehen Nervenfasern einmal zur Muskulatur, ein andermal bis zur Spitze des Stachels in den 4, 5 oder mehr langen Wimperstreifen verlaufend. Zwischen den Saumlinien oder Semiten der Spatangiden fanden sich ähnliche Nervenbildungen vor. Nur ist hier die Nervenfaserschicht, welche epithelial gelagert ist, im ganzen Rückenepithel, besonders dieser Saumlinien, überhaupt stärker entwickelt.

In den Ambulacralfüßchen, besonders den eigentümlichen pinselförmigen Füßchen der Spatangiden wurden Nervenendigungen beobachtet. Der komplizierte Bau, der in der Saugplatte eines Füßchens von einem regulären Seeigel sich findet, kann nur unter Hinweis auf die Abbildungen geschildert werden.

Im Epithel, der Epidermis, welche alle äußeren Organe überzieht, finden sich aller Orten Nervenfasern vor. Sie sind sämtlich epithelial gelagert oder nur teilweise. Dann verlaufen



dieselben subepithelial in der Bindesubstanzschicht, der Cutis. Die Körperwand eines Seeigels setzt sich bekanntlich zusammen aus dem äußeren Epithel, der Cutis mit den Kalkplatten oder einzelnen Kalkkörpern, so zum Beispiel in der Mundscheibe, oder auch auf dem Scheitelpol (bei *Centrostephanus longispinus*). In der Körperwand, und zwar in der Mitte der paarigen sogenannten Ambulacralplatten verlaufen fünf Längskanäle. Sie beginnen am Scheitelpol unterhalb der fünf Intergenital- (Ocellar-)platten und ziehen bis zur Laterne, dem Kauapparat. Es sind Schizocölbildungen, Längskanäle, in der Bindesubstanzschicht. In dieselben sind die fünf Ambulacral- (oder Radial-) Nervenstämme hineingerückt, welche bei den Seesternen noch im Ektoderm lagern. Diese Nervenstämme enden in den Intergenitalplatten einerseits, andererseits treten sie in die Laterne ein und bilden einen Nervenring, der an einer Seite von einer Eortsetzung der Längskanäle umhüllt wird. In der Intergenitalplatte und auf derselben liegt ein rudimentärer Fühler ohne jede Sehleckbildung. Die Nervenstämme bestehen aus feinsten Nervenfasern und Ganglienzellen und einem Zellbelag, welcher sich teilweise aus Stützzellen zusammensetzt. Es ist dieses Epithel als homolog anzusehen dem Ambulacralrinnen-Epithel der Asteriden, indem nicht die Nervenmasse allein, sondern das ganze Epithel in das Mesoderm zu lagern gekommen ist, wie bei den Holothurien.

Vom Nerven- oder Gehirnring gehen zum Schlund Nervenzüge ab, welche sich im ganzen Verlauf des Darmtractus verfolgen lassen. Parallel mit den Ambulacralnervenstämmen verlaufen die fünf Ambulacralwassergefäße. Sie enden blind in den Intergenitalplatten, während sie auf dem Kauapparat auf dessen Außenseite heraufsteigen und in den Wassergefäßring eintreten, welcher auf der Oberfläche des Kauapparates (der Laterne) liegt und den Schlund umkreist. Von diesem Wassergefäßring nimmt der Steinkanal seinen Ursprung, steigt senkrecht in die Höhe, durchsetzt die Leibeshöhle und mündet durch die Poren der Madreporplatte nach außen. Letztere besitzen keine Einrichtung, um verschlossen werden zu können. Sie sind vielmehr fortwährend geöffnet für Ein- und Austritt des Seewassers einerseits, der Inhaltsflüssigkeit des Wassergefäßsystems andererseits.

Die blutführenden Räume bestehen aus folgenden Teilen. Einmal die fünf Längskanäle und der ringförmig verlaufende, den Nervenring umhüllende Raum. Diese Gebilde haben bei den Echiniden nichts zu thun mit den echten Blutlakunen.

Diese letzteren entspringen aus dem Blutlakunenring, welcher auf der Oberfläche der Laterne liegt als ventrale und dorsale Darmlakune. Von der dorsalen Darmlakune zweigen sich Äste ab, ziehen zum drüsigen Organ (dem sog. Herz früherer Autoren), und umspinnen dasselbe. Am Endteil desselben — es reicht bis in die Körperwand, und zwar bis in den Schizocölsinus des Afterpoles — stehen Lakunen des analen Blutlakunenringes mit diesem Organ in Verbindung. Dieser Lakunenring verläuft in einem ringförmigen, den After umkreisenden Schizocölsinus, teils in diesen hervorragend, teils in seiner Wandung. Blutlakunen gehen von ihm ab zu den Geschlechtsorganen.

Eigentümliche Organe sind die fünf auf der Oberfläche der Laterne gelagerten bläschenförmigen, gelappten Gebilde, früher als Polische Blasen beschrieben. In dieselben führt vom Wassergefäßring ein Kanal, der in die Hohlräume derselben mündet, während in der bindegewebigen Wandung Blutflüssigkeit in Lakunen sich bewegt, welche in direktem Zusammenhang mit dem Blutlakunenring stehen.

Bei den Spatangiden sind die fünf Längskanäle und ein mit ihnen kommunizierender Schlundsinus vorhanden. Der echte Blutlakunenring ist jedoch mit der Laterne verschwunden, und es mündet die dorsale wie ventrale Darmlakune in diesen Schlundsinus, in welchem der Nervenring gelagert ist und welcher als Blutlakunenring bezeichnet wurde. Die dorsale Lakune jedoch verläuft neben einem Darmwassergefäß, welches letzteres aus dem Ringkanal, der ebenfalls die Mundöffnung konzentrisch umgiebt, entspringt. Dieses Wassergefäß und die Darmlakune kommunizieren in ihrem weiteren Verlaufe miteinander und ziehen an der Drüse entlang, bis der echte Steinkanal, von der Madreporenplatte herkommend, in das durch die Verschmelzung entstandene Gefäßgeflecht eintritt.

Damit ist ein Zusammenhang zwischen dem Wassergefäßsystem und dem Blutlakunensystem, also Hohlräumen entodermalen und schizocölen Ursprungs, gegeben, wie er sich sonst bei keiner anderen Gruppe der Echinodermen findet. Daß dies Verhalten das sekundäre ist, können wir mit größter Bestimmtheit behaupten, da ja die Spatangiden paläontologisch die jüngsten Formen sind.

Ein merkwürdiges Organ ist die „ovoide Drüse“, das früher als Herz bezeichnete Gebilde. Soweit man nach den vorhandenen Resultaten zu urteilen berechtigt ist, darf man es als ein Organ auffassen, in welchem die nicht mehr für den Körper brauchbaren

Stoffe abgelagert werden. Blutlakunen münden an den Enden in dasselbe oder aber umspinnen es, wie bei den Echiniden. Ein Ausführgang ist bis jetzt noch bei keiner Gruppe gefunden worden.

Von besonderem Interesse ist die Entstehung der Geschlechtsprodukte, welche aus Urkeimzellen, wie ich diese Zelle zu nennen vorschlug, entstehen. Sie liegen in der Rückenwand in einer ringförmig verlaufenden Genitalröhre, an welcher fünf Aussackungen entstehen, in die die Urkeimzellen einwandern. Diese Aussackungen bilden die erste Anlage der Geschlechtsschläuche. Aus den Urkeimzellen gehen durch Wachstum u. s. w. die Eizellen, durch Teilung u. s. w. die Spermazellen hervor, sowie das gesamte, die Hohlräume der Geschlechtsorgane später auskleidende Epithel.

An erwachsenen Tieren sind diese Genitalröhren atrophiert. Inwiefern bei allen Echinodermen eine gleiche Entstehung der Geschlechtsprodukte aus solchen Urkeimzellen stattfindet, zeige ich demnächst am anderen Ort. (Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Band 46, Heft 1).

---

## Erklärung der Abbildungen.

---

In allen Figuren bedeuten:

- bg* Binde substanz;
  - blf* Blutflüssigkeit;
  - c* Cuticula;
  - dr* Drüsenzellen;
  - ep* Körper epithel;
  - esz* Sinneszellen;
  - gz* Ganglienzellen;
  - em* Längsmuskelfasern;
  - m, mf* Muskelfasern;
  - mk* Muskelkerne;
  - n, nf* Nervenfasern;
  - pz* Pigmentzellen;
  - rm* Ringmuskelfasern;
  - ABR* analer Blutlakunenring;
  - BL* Blutlakunen;
  - BLR* Blutlakunenring;
  - Dep* Deckepithel;
  - Dr* Drüse;
  - Drz* Drüsenzellen;
  - DD* Dünndarm;
  - GR* Gehirnring;
  - Go* Geschlechtsorgan;
  - Kst* Kalkstab;
  - HN* Hautnervenzüge;
  - L* Ligament;
  - M, M<sup>1</sup> M<sup>2</sup>* Aufhängebänder des Darmes;
  - ND* Nebendarm;
  - N, N<sup>1</sup>, N<sup>2</sup>, n* Nervenzüge;
  - RN* radialer Nervenstamm;
  - St-K* Steinkanal;
  - WGR* Wassergefäßring;
  - RW, WG* radiales Wassergefäß;
  - Sch<sup>1</sup>, Sch<sup>2</sup>, Sch* Schizocoelräume.
-

### Tafel 1.

- Fig. 1. Längsschnitt durch das Centrum des Körpers eines *Echinus acutus* (vom Durchmesser 1 cm). Der Schnitt führt links durch ein Ambulacrum, um den Verlauf eines ambulacraren (radialen) Nervenstammes *RN*, eines ambulacraren Wassergefäßes *RW* zu zeigen, welches vom Wassergefäßring *WGR*, welcher der Laterne aufliegt, entspringt und außen an letzterer herabläuft. Mit *GR* ist der Nervenring oder Gehirnring bezeichnet, welcher um den Schlund zieht und im Inneren der Laterne liegt. In der Leibeshöhle trifft man den Dünndarm mit dem Nebendarm durchquert. Mit *GO* ist die Geschlechtsorgan-Anlage bezeichnet.
- Fig. 2. Vertikalschnitt durch die entkalkte Intergenitalplatte (Ocellarplatte) eines jungen *Echinus acutus*, um den Fühler zu zeigen, sowie die Endigungen eines ambulacraren Wassergefäßes *RW* *Sch*<sup>1</sup> und *Sch*<sup>2</sup> der Schizocölkanal, in welchem der ambulacrare Nervenstamm liegt, gez. bei ZEISS D. oc. 3. Durchm. des *Echinus acutus* 0,7 mm.
- Fig. 3. Längsschnitt durch den Gehirnring eines *Sphaerechinus granularis*. *Dep* Deckepithel. *nf* die Nervenfasermasse mit den Ganglienzellen *gz*. Die Fortsätze der Deckepithelzellen durchziehen die Nervenfasern senkrecht. *hm* hyaline Membran. F. oc. 2.
- Fig. 4. Innenansicht der Analregon eines *Echinus microtuberculatus*. *R* Rectum; *AG* Ausführungsgang der Geschlechtsorgane; *RN* ambulacrare Nervenstämme; *SchR* + *ABR* schizocöler Ringsinus (oder analer Perihämalraum) mit dem analen Blutlakunenring; *Amp* Ampullen; Lupenvergrößerung.
- Fig. 5. Vertikalschnitt durch die Analgegend eines *Echinus granularis*, um den querdurchschnittenen analen Blutlakunenring *ABR* zu zeigen. Ergänzt man sich die Figur nach links hin, dann würde sich die rechte Hälfte wiederholt zeigen.
- Fig. 6. Vertikalschnitt durch die Genitalplatte eines jungen Seeigels. (*Sphaerechinus*?) Von dem analen Blutlakunenring *ABR* gehen Lakunen ab in die Wandung des Ausführungsganges *Ov* des Geschlechtsorganes. *SchR* schizocöler Ringsinus, in dessen Wandung der Lakunenring verläuft.
- Fig. 7. Vertikalschnitt durch eine Geschlechtsorgananlage von *Sphaerechinus granularis*. *K* Keimzellen. D. oc. 3.

- Fig. 8. Gleicher Schnitt durch ein weiter vorgeschrittenes Stadium von *Echinus acutus* (Durchm. 0,7 mm). D. oc. 3.  
Fig. 9. Längsschnitt durch einen Nervenast, welcher vom ambulacralen Hauptnervenstamm sich abzweigt und zur Haut zieht. F. oc. 3. *Sphaerechin. granul.*

Tafel 2.

- Fig. 1. Längsschnitt durch eine gemmiforme Pedizellarie von *Sphaerechin. granular.* *TH* Sinnesorgane, Tasthügel; *Dr* Drüsen in den Greifzangen; *rm* circuläre Muskelfaserschicht; *nf* Nervenzüge; *DB* basale Drüsen mit Öffnungen *O*; *Kst* Kalkstab. *M.flex.* Beugemuskeln; *M.add.* Greifmuskeln. D. oc. 1.  
Fig. 2. Vertikalschnitt durch einen Tasthügel, ebendaher. F. oc. 3.  
Fig. 3. Drüsenzellen aus der Wandung der Greifzangendrüsen. *Sphaerechin. granul.* Cons. Chrom-Osm.-Essigs. F. oc. 3.  
Fig. 4. Querschnitt durch die Spitze einer gemmiformen Pedizellarie. *S* Drüsensekret. *K* Kalkspitze, oberhalb derselben mündet der Ausführungsgang der Drüse vgl. die nächste Figur D. oc. 2.  
Fig. 5. Längsschnitt durch das Ende einer Greifzange (Pedic. gemmiform.), ebendaher. *K* Kalkspitze. *Dr* Drüsen-Ausführungsgang. *O* Mündung desselben. *Sphaerechin. granul.*  
Fig. 6. Innenansicht einer Pedizellarie von der Mundfläche von *Doro-cidaris papillata*, lebend. *Dr* Drüsenschläuche.  
Fig. 7. Ende einer Pedizellarie mit der Mündung der Drüsenschläuche. *K* Kalkskelett, ebendaher.  
Fig. 8. Seitenansicht derselben. *O* Mündung der Schläuche oberhalb des Kalkhakens. *flh* Flimmerhaare des Epithels, ebendaher.  
Fig. 9. Innere Ansicht der drei auseinander geklappten Greifzangen einer Pedizellarie von einem jungen *Echinus* (wahrscheinlich *Toxopneustes lividus*); in jeder Greifzange zwei Drüsensäckchen. *W* lange Wimperhaare an den Enden der Zangen.  
Fig. 10. Schnitt durch ein Drüsensäckchen. Hämatoxyl. cons. in Chrom-Osm.-Essigs. *a, b, c* verschiedene Drüsenzellen in verschied. Zuständen der Sekretabsonderung, ebendaher.  
Fig. 11. Muskelfasern von *Spatangus purp.* aus einem Stachel. a) cons. 70<sup>o</sup>/<sub>0</sub> Alk. in Pikrokarmen untersucht, b) c) Zerzupfungspräparate.

Tafel 3.

- Fig. 1. Quergestreifte Muskelfasern von *Echinus acutus*, lebend. ZEISS Ölimm.  $\frac{1}{12}$  oc. 3.  
Fig. 2. Quergestreifte Muskelfasern von *Centrostephanus longispinus* frisch untersucht. F. oc. 2.  
Fig. 3. Quergestr. Muskelfaser in Pikrokarmen untersucht. *Centrostephanus longispinus.* *S* Sarkolemm.  $\frac{1}{12}$  Ölimm. oc. 3.  
Fig. 4. Muskelfasern von *Echinus acutus* (zerzupft in Ranvier's Alkohol.) mit zerfaserten Enden. ZEISS Ölimm. oc. 3.  
Fig. 5. Längsschnitt durch den Kopf und oberen Teil des Stieles einer tridactylen Pedizellarie. *Centrosteph. longisp.* *M.add.*

- Greifmuskel; *M. extens.* Öffnungsmuskel; *M. flexores* Beugemuskel. *L* Ligament. D. oc. 1.
- Fig. 6. Längsschnitt durch eine tridactyle Pedizellarie von *Centrostephanus longispinus*. *N*, *N*<sup>1</sup> Nervenzüge; *SE* Sinuesepithel. A. oc. 3.
- Fig. 7. Längsschnitt durch eine Pedizellarie von der Mundscheibe (u. d. Schale) von *Echin. microtubercul.* A. oc. 4.
- Fig. 8. Teil eines Schnittes durch das Epithel der Innenseite einer Greifzange einer buccalen Pedizellarie von *Sphaerech. granular.*, um die Endigung eines Nervenzuges am Epithel zu zeigen. D. oc. 3.
- Fig. 9. Querschnitt durch eine gemmiforme Pedizellarie in der Höhe der drei Tasthügel *TH*, *Strongylocentrotus lividus*. *quN*, quer durchschnittener Nervenzug. D. oc. 3.
- Fig. 10. Seitenansicht einer lebenden gemmiformen Pedizellarie von *Strongylocentrotus lividus*. *pz* Pigmentzellen; *Dr* Drüse der Greifzange.
- Fig. 11. Teil eines Querschnittes durch den Stiel einer gemmiformen Pedizellarie von *Echin. acutus*. *esz* Epithelsinneszellen; *N* durchquerter Nervenzug in der Bindesubstanz; in der Mitte das Ligament von longitudinalen Muskelfasern *lm* umgeben. F. oc. 1.
- Fig. 12. Frei präparierter Ambulacral-Nervenstamm mit den seitlich abgehenden Nervenästen, welche zur Haut usw. ziehen. Die Deckepithelzellen sind teilweise abgepinselt. Starke Lupenvergrößerung. *Sphaerechin. granular.*

#### Tafel 4.

- Fig. 1. Globifere von *Centrostephanus longispinus*, lebend. A. oc. 1.
- Fig. 2. Pedizellarie mit Drüsensäckchen am Stiel. *pz* Pigmentzellen, lebend, ebendaher. A. oc. 1.
- Fig. 3. Globifere mit langem Stiel, ebendaher.
- Fig. 4. Pedizellarie mit Drüsensäckchen am Stiel, ebendaher. A. oc. 1.
- Fig. 5. Globifere von *Sphaerechinus granularis*, lebend. Aus der Öffnung einer der drei Drüsenkugeln ist das Sekret hervorgetreten. A. oc. 1.
- Fig. 6. Globifere frisch untersucht in Seewasser; durch Druck des Deckglases ist das Sekret aus einer der Drüsensäcke hervorgequollen. A. oc. 1.
- Fig. 7. Gelbe Pigmentzelle von einer Globifere von *Centrosteph. longispin.* D. oc. 2.
- Fig. 8. Rote und gelbe Pigmentzelle, ebendaher, contrahirt.
- Fig. 9. Globifere von *Sphaerech. granul.* von oben gesehen. Drei Sekretpfropfen treten zu den Öffnungen hervor. Lupenvergr.
- Fig. 10. Oberflächenansicht des Epithels einer Globifere von *Centrosteph. longispin.* F. oc. 2.
- Fig. 11. Flächenansicht des Stieles einer Globifere von *Sphaerechin. granularis*. *kk* sichelförmige Kalkkörper. *pz* Pigmentzellen. D. oc. 2.

- Fig. 12. Längsschnitt durch die Drüsensäcke einer Globifera von *Centrosteph. longispin.* *Drz* Drüsenzellen. 2 Drüsensäcke sind durchschnitten. A. oc. 4.
- Fig. 13. Innenzellen eines Drüsensackes, ebendaher. D. oc. 3.
- Fig. 14. Isolierte Zellen, ebendaher. D. oc. 3.
- Fig. 15. Schnitt durch die Wandung einer Globiferondrüse von *Centrostephan. longispin.* F. oc. 3.
- Fig. 16. Sekretropfen aus der Drüse von *Sphaerocch. gran.* F. oc. 3.
- Fig. 17. Schnitt durch die Wandung einer Globifera mit der Sekretmasse. *Sphaerocch. gran.* F. oc. 3.
- Fig. 18. Verkleinerter Teil eines Drüsenballens, ebendaher. D. oc. 3.

#### Tafel 5.

- Fig. 1. Längsschnitt durch eine Greifzange einer gemmiformen Pedizellarie von *Echinus acutus*. *TH*, *TH*<sup>1</sup> die beiden Tasthügel. *Sg* Sinnesorgan; *N*, *n*, Nervenzüge. A. oc. 3.
- Fig. 2. Teil eines Nervenzuges, ebendaher. Gabelungsstelle (siehe Text). *gz* Ganglienzellen, *bgz* bipolare, *mgz* multipolare Ganglienzellen. ZEISS,  $\frac{1}{12}$  Ölimm. oc. 3.
- Fig. 3. Zellen aus einem Drüsensacke der gemmif. Pedizellarie, *Echin. acutus*.  $\frac{1}{12}$  Ölimm. oc. 3.
- Fig. 4. Längsschnitt durch einen basalen Tasthügel mit den hinzutretenden Nervenzügen, ebendaher. D. oc. 2.
- Fig. 5. Epithel von der Innenseite der Greifzange einer gemmif. Pedizellarie von *Echin. acutus*. Hämatoxylinfärbung nach HERDENHAIN. Ölimm.  $\frac{1}{12}$  oc. 3.
- Fig. 6. Endigung eines Norven im Epithel einer Pedizellarie von *Echinus acutus* in *Sg* in Figur 1.
- Fig. 7. Muskelfasern vom Interpyramidalmuskel eines *Sphaerocch. granularis*. D. oc. 2.
- Fig. 8. Stärker vergrößert dieselben glatten Muskelfasern. F. oc. 3.
- Fig. 9. Querschnitt von fünf solchen glatten Muskelbändern.
- Fig. 10. In Flemming's Lösung isolierte glatte Muskelfasern von *Dorocidaris papillata*. F. oc. 3.
- Fig. 11. Bindegewebe aus einer Pedizellarie von *Sphaerocch. granul.* F. oc. 3.
- Fig. 12. Epithel eines Stachels, ebendaher, lebend.

#### Tafel 6.

- Fig. 1. Ganglienzellen mit feinsten Ausläufern zwischen Muskelfasern gelagert, von einem vertikalen Tangentialschnitt durch die Basis eines Stachels (Gelenkteil). *Strongylocentrotus lividus* Durchm. 0,8 mm. F. oc. 2.
- Fig. 2. Längsschnitt durch den basalen Teil eines Stachels sowie durch die benachbarte Körperwand. *lm* Längsmuskeln von der zirkulären Muskelschicht der Gelenkfläche. *bg* die darunter liegende aus Fasern bestehende Gelenkhaut. *kst* Kalkskelett des Stachels. Mit *HN* ist der Nervenzug bezeichnet, welcher



vom Ambulacral-Nervenstamm kommt und teilweise zum Füßchen zieht. *FH* der zu einem Füßchen ziehende Zweig, *N* der sich von diesem trennende Hautnerv, welcher Nervenfasern abgibt, welche zum Stachel ziehen, und den basalen Ringnerven bildet *quN*. Strongylocentrot. livid. Durchm. 0,8 mm; entkalktes Präparat.

- Fig. 3. Querschnitt durch die Basis eines Stachels in der Höhe des Ringnerven. Dieser ist in seiner ungefähren Mitte durchschnitten; *nf* seine Nervenfasern. *qulm* durchquerte Muskelschicht, entkalktes Präparat.
- Fig. 4. Stachel von *Dorocidaris papillata*. Lupenvergrößerung. *dr* die Drüsenzellen.
- Fig. 5. Lebendes Epithel von *Dorocid. pap.*, ebendaher, die großen schlauchförmigen Drüsen zu erkennen. D. oc. 4.
- Fig. 6. Isolierte Drüsenzelle mit Wimperbüschel, isoliert in Drittelalkohol, untersucht in Glycerin. F. oc. 3.
- Fig. 7. Epithelzellen (Sinneszellen?), wie sie zwischen den Drüsenzellen vorkommen, ebendaher. Drittelalk. wie vorher. F. oc. 3.
- Fig. 8. Von einem Längsschnitt durch die Basis eines Drüsenstachels von *Dorocid. papill.* Die fadenförmigen Zellen zwischen den Drüsenzellen. *N* Hautnervenzug. D. oc. 3.
- Fig. 9. Retikuläre Binde substanz aus der Körperwand eines *Strongylocentrotus*. D. oc. 3.
- Fig. 10. Muskelfaser *mf* und Binde substanzfasern *bgf* aus der Gelenkhülle eines Stachels (in Fig. 2 mit *bg* bezeichnet). *bgz* sternförmige Binde substanzzellen der Körperwand in Verbindung mit letzteren. Das Kalkskelett ist entfernt. Die sternf. Zellen liegen in Höhlen und Löchern desselben. F. oc. 2.
- Fig. 11. Vertikalschnitt durch die Rückenwand eines *Echinocardium mediterraneum*. (Saumlinie.) *N* Hautnervenzug. *K* Stacheln. *nf* durchquerte Nervenfasern. D. oc. 3.
- Fig. 12. Längsschnitt durch die Wandung einer Ambulacralkieme. *kz* die Körnerzellen. *Echinus acutus*. D. oc. 3.
- Fig. 13. Ein Stück der Wandung derselben vom Ende einer Kieme, ebendaher.
- Fig. 14. Eine Körnerzelle, ebendaher. F. oc. 3.
- Fig. 15. Binde substanz von *Centrosteph. longispin.* aus einem der fünf Schlundbänder. D. oc. 3.
- Fig. 16. Schnitt durch ein Ovarium eines jungen 2 cm großen *Toxopneustes*. *O* Eizelle.
- Fig. 17. Aus einer in der Entwicklung begriffenen Pedizellarie der *Musc. adductor*. Sphaerech. granular. vom Durchm. 1 cm.
- Fig. 18. Zellen aus dem Wassergefäßsystem eines *Centrosteph. longisp.* (Saugfüßchen-Inhalt.) Flemm. Gem.  $\frac{1}{12}$  Ölimm.

#### Tafel 7.

- Fig. 1. Querschnitt durch den Nebendarm *ND*, den Dünndarm *DD* und die ventrale Blutlücke *VBL*; *M* Mesenterium, *bif* Blutflüssigkeit. Sphaerech. gr. D. oc. 2.

- Fig. 2. Längsschnitt durch Magen *MD* und Schlund *Sch*, sowie die ventrale Blutlakuue *VBL* und dorsale Blutlakuue *DBL*. Beide sind prall angefüllt mit Blutflüssigkeit. *quBLR* und *quRK* der quer durchschnitene Blutlakunen- und Wassergefäß-Ringkanal, beide dem Kauapparat (dieser ist nicht mit gezeichnet) aufliegend. *St-K* Steinkanal. *L* das Respirationsorgau, der zu diesem führende und vom Blutlakunenring sich abzweigende Kanal ist mit *K* bezeichnet. Sphaerechinus granularis. A. oc. 3.
- Fig. 3. Ansicht der Laterne von oben, sowie des Magendarmes *MD*, des Steinkanales *St-K*, der dorsalen Blutlakuue *DBL*, der ventralen *VBL* und des Dün- und Nebendarmes *ND*; *L* die Respirationsorgane in Zusammenhang mit dem Blut- und Wasserringgefäßen. Sphaerech. granular. Lupenvergrößerung.
- Fig. 4. Längsschnitt durch ein Respirationsorgan. (*L* in Figur 2.) *Bl* Blutlakunen in der oberen Wandung. *WG* Hohlraum mit dem Lumen des Wassergefäßringes in Verbindung. Sphaerech. granul. D. oc. 2.
- Fig. 5. Schnitt durch Dünndarm und Nebendarm eines jungen Echinus melo (Durchm. 8 mm). *BL* die ventrale Darmlakuue.
- Fig. 6. Querschnitt durch den Schlundanfang von Centrostephanus longispinus. *nf* ein Nervenzug im Darmepithel verlaufend; *dr* die schlauchförmigen Drüsenzellen. D. oc. 2.
- Fig. 7. Querschnitt durch den Magen von Sphaerechin. granularis. *quN* quer getroffene Nervenzüge im Darmepithel. D. oc. 3.
- Fig. 8. Isolierte Epithelzellen aus dem Dünndarm von Sphaerech. granular. F. oc. 3.
- Fig. 9. Dünndarmepithel aus einem mit Speiseresten gefüllten Darm eines jungen Strongylocentrotus lividus. (?)
- Fig. 10. Querschnitt durch Steinkanal und dorsale Blutlakuue vor der Einmündung beider in die Ringgefäße auf dem Kauapparat. A. oc. 2.
- Fig. 11. Schlundepithel von Arbacia pustulosa mit den Nervenfaserzügen *nf*.

**Tafel 8.**

- Fig. 1. Schnitt durch das drüsige Organ von Sphaerechin. granular. *BL* die peripher liegenden Blutlakunen. *pz* Pigmentanhäufungen und Zellen. F. oc. 2.
- Fig. 2. Dasselbe Organ von Arbacia pustulosa. F. oc. 2.
- Fig. 3. Querschnitt durch dasselbe Organ von Arbac. pustulosa, schwache Vergrößerung. *St-K* Steinkanal.
- Fig. 4. Ventrale Darmlakuue, quer durchschnitten. Sphaerech. gran. D. oc. 2.
- Fig. 5. Von einem Querschnitt durch den Magen von Centrosteph. longispin. *dr* Drüsenzellen. D. oc. 3.
- Fig. 6. Magenepithel von Sphaerech. granul. Querschnitt. *quN* durchquerte Nervenzüge. *pg* Pigment. D. oc. 3.
- Fig. 7. Zellen aus dem Schlundwulst von Centrosteph. longisp. Drittelalkohol. F. oc. 2.

Tafel 9.

- Fig. 1. Vertikalschnitt durch ein Ambulacrum von Sphaerech. granul. *RN* quer durchschnitt. Ambulacral-Nervenstamm. *N* Nervenast, welcher zur Haut geht und weiter als Füßchennervenzug *FN* und peripherer Hautnerv *sHN* bezeichnet wird. *ep* Hautepithel. *F* Füßchenbasis. *Amp* Ampulle, *a* Kanal, welcher zum durchquerten Ambulacral-Wassergefäß zieht. *Sch*<sup>1</sup> und *Sch*<sup>2</sup> Schizocölraum. Sphaerech. granul.
- Fig. 2. Querschnitt durch *a—b* in Figur 1.
- Fig. 3. Schnitt durch eine Ampulle eines jungen Sph. granul.
- Fig. 4. Glatte Muskelfasern aus der Wandung derselben, ebendaher. F. oc. 2.
- Fig. 5. Längsschnitt durch ein Mundfüßchen von Sphaerech. gran. (sehr junges Tier). *rf* innerste Binde-substanzlamelle aus ringf. verlauf. Fasern bestehend.
- Fig. 6. Innerste Binde-substanzlamelle, ebendaher. Isoliert in Drittelalkohol, gef. mit Pikrokarm. F. oc. 2.
- Fig. 7. Tastfüßchen von Centrosteph. long. *kk* Kalkstücke. *pz* Pigmentzellen.
- Fig. 8. Die Kalkkörper stärker vergröß., ebendaher.
- Fig. 9. Oberfl. eines Mundfüßch. lebend. Centrosteph. longisp. D. oc. 3.
- Fig. 10. Oberfl. des Saugfüßchens von der gleichen Art. D. oc. 3.
- Fig. 11. Tastfüßchen-Basis von der gleichen Art. F. oc. 3.
- Fig. 12. Sinnes Hügel eines Tastfüßchens von Centrosteph. longisp., vergl. Figur 7. *Np*.
- Fig. 13. Verfilzte Binde-substanzfasern aus einem Saugfüßchen von *Arbacia pustulosa*.

Tafel 10.

- Fig. 1. Längsschnitt durch ein Saugfüßchen von *Echinus acutus*. *NP* Nervenpolster. *kpl* Kalkrosette. A. oc. 3.
- Fig. 2. Die linke Seite der Saugplatte stärker vergrößert. *Echinus acutus*, Saugfüßchen. Pikrokarm.
- Fig. 3. Tangentialschnitt durch ein Saugfüßchen von *Arb. pustul.*
- Fig. 4. Längsschn. durch das Ende eines Saugfüßchens von *Arbacia pustulosa*. *M* = Membran mit den ringf. Fasern.
- Fig. 5. Tangentialschnitt eines Saugfüßchens von *Echinus acutus*, junges Tier.
- Fig. 6. Epithel vom Saugfüßch. *Strongyl. livid.* F. oc. 3.
- Fig. 7. Ebendaher. F. oc. 3.
- Fig. 8. Ebendaher. F. oc. 3.
- Fig. 9. Epithelzellen (Stützzellen) von einem Ambulacralfüßchen. Sphaerech. gran. Drittelalkohol. F. oc. 3.
- Fig. 10. Epithelstützzellen und Sinneszellen von einem Saugfüßchen von *Echinus acutus*.

Tafel 11.

- Fig. 1. Vertikalschnitt durch die Madreporenplatte und den Anfangsteil des Steinkanales von einem jungen Echinus melo (Durchm. 1 cm). *Sch* Schizocöl-Ringsinus. *R* Ende der Drüse. D. oc. 3.
- Fig. 2. Querschnitt durch den Steinkanal von Sphaerechinus granularis. *ep*<sup>1</sup> das Innenepithel; *ep*<sup>2</sup> die kubischen Zellen derselben; D. oc. 3.
- Fig. 3. Vertikalschnitt durch die Aftergegend eines Sphaerech. granul. schematisch. Es sind auf dem Schnitt getroffen die Madreporenplatte mit dem Steinkanal, der After mit dem Rectum und der anale Blutlakunenring, welcher in der Wandung des analen Ringsinus gelegen ist und zweimal *ABR*, *ABR* durchquert ist. *Dr* die Drüse, zu welcher Lakunen vom Blutlakunenring ziehen.
- Fig. 4. Ansicht eines pinselförmigen Füßchens aus der Umgebung des Mundes von einem jungen Spatang. purpur. Lupenvergrößerung.
- Fig. 5. Vertikalschnitt durch ein solches pinself. Füßchen. *m* ringförmige Muskelfasern in der Platte; *N* der Nervenast; *Sch* Scheidewände im Hohlraum des Köpfchens.
- Fig. 6. Kalkstab aus einem Endfühler des in Figur 8 abgebildeten Füßchens aus dem unpaaren Interradius von Spatang. purp. F. oc. 2.
- Fig. 7. Längsschnitt durch das Ende eines Fühlers vom pinself. Füßchen, ebendaher. F. oc. 2. *es* Epithelsinneszellen; *pz* Pigmentzellen; *h* starre Fortsätze einzelner Sinneszellen; *N* Ausbreitung des Nervenzuges; *bg* Bindesubstanz mit dem Kalkstab, ebendaher.
- Fig. 8. Aus Figur 5 ein Teil des Köpfchens stärker vergrößert. *rm* die konzentrisch angeordneten ringf. Muskelfasern. *nf* Nervenfasernzug.
- Fig. 9. Tastfüßchen aus dem unpaaren Interradius, ebendaher. Lupenvergrößerung.
- Fig. 10. Querschnitt durch einen Stachel von der Umgebung des Mundes, Centrosteph. longisp. In 8 Längslinien sind die wimpernden Epithelzellen angeordnet. In der Tiefe derselben liegen Nervenfasern, bis zur Spitze des Stachels verlaufend. D. oc. 3.
- Fig. 11. Dünndarm und Ursprung des Nebendarmes *ND*, von Echinocardium mediterraneum.
- Fig. 12. Von einem Querschnitt durch den Dünndarm (zwischen Ursprung und Ende des Nebendarmes) von Bryssus unicolor. In der Bindesubstanzschicht Ablagerungen von Pigmentkörnern und geronnene Blutflüssigkeit. *S* Saum, Fußstücke der abgerissenen Wimpern der Innenepithelzellen.

Tafel 12.

- Fig. 1. Innenansicht der Oberlippe mit dem Schlunde. Mit *WGR* ist der Wassergefäß-Ringkanal, mit *Sch + GR* der Nervenring, welcher im Blutlakenring liegt, bezeichnet. *BL* die ventrale Darmlakune; *WG* das dieselbe begleitende Wassergefäß (beide Gebilde wurden von KOEHLER als „Steinkanal“ beschrieben); *BL'* dorsale Darmlakune (HOFFMANN'S *wg.* Verbindungskanal); *Spatangus purpureus*, natürliche Größe.
- Fig. 2. Ober- und Unterlippe von außen gesehen, ebendaher, natürliche Größe, *a—b* deuten die Richtung an, in welcher der in Figur 3 abgebildete Schnitt geführt worden ist. *Spatang. purpureus*.
- Fig. 3. Vertikalschnitt durch Ober- und Unterlippe. Der Blutlakenring *BLR* ist zweimal quer durchschnitten; ebenso der Ringkanal *WGR*; der Anfangsteil des Schlundes ist mitgezeichnet, *Sph* Sphinkter, welcher die Mundöffnung verschließen kann.
- Fig. 4. (I.) Querschnitt durch den Steinkanal *St-k'* und den Endteil der Drüse *R*.
- Fig. 5. (II.) Querschnitt durch den Steinkanal weiter entfernt von der Madreporenplatte. Die Drüse ist mit ihren gelben Pigmenten zu erkennen.
- Fig. 6. (III.) Der Endteil der Drüse *R* geht in diese über. Der Steinkanal mündet in das Gefäßgeflecht ein, *St-k' Mdg.* *GG* Gefäßgeflecht.
- Fig. 7. (IV.) Teil der Drüse und des Gefäßgeflechtes, *GG* stark vergrößert wiedergegeben. I—IV von *Spat. purp.*
- Fig. 8. Querschnitt durch das Gefäßgeflecht (aus der Gegend des Nebendarmes). *BL* ursprüngliche Blutlakune (ventrale) noch deutlich kenntlich. *kk<sup>1</sup>* Kanäle zum Wassergefäß gehörend. Vergl. Text. *Spat. purp.*
- Fig. 9. Querschnitt durch Darm-Blutlakune *BL* und Darm-Wassergefäß *WG* des Schlundes. *C* abgehobene Cuticula. *Nqu* quer durchschnittenen Nervenzüge in der Bindesubstanzschicht verlaufend. *Spat. purp.*
- Fig. 10. Längsschnitt aus dem Diverticulum von *Bryssus unicolor*. *dr* kolbenförmige Drüsenzellen. *blz* Blutzellen in der Blutflüssigkeit *blf.* *bg* Bindesubstanzschicht des Darmes; *rm* Ringmuskeln.
- Fig. 11. Der Dünndarm geöffnet, um die Klappe (Fig. 12) zu zeigen. *Bryssus unicolor*.

Tafel 13.

- Fig. 1. Längsschnitt durch eine Sphäridie aus der Umgebung des Mundes von *Spatang. purpur.* *K* das ovale Kalkgebilde; *bg* Reste der Bindesubstanz, Fasern und Zellen, welche eine Art Gerüstwerk in dem Kalkkern bildete; *ep* Epithelschicht; *M* Längsmuskeln; *Rw* Ringwulst mit dem basalen Nervenring.

- Fig. 2. Der Ringwulst mit dem Nervenring stärker vergrößert, ebendaher.
- Fig. 3. Innenansicht des Scheitelpoles *St-R* + *R* Steinkanal und Endteil der Drüse *Dr. N<sup>1</sup>—N<sup>5</sup>* die fünf Ambulacral-Nervenstämme; *G<sup>1</sup>—G<sup>4</sup>* die vier Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane. In der Mitte der pentagonale Schizoeöl-Sinus. Nat. Größe. Echinocardium mediterraneum.
- Fig. 4. Querschnitt durch den Schlund von Bryssus unicolor. *Ph* Pigmentanhäufungen. *Nqu* durchquerte Nervenzüge. D. oe. 4.
- Fig. 5. Epithel im lebenden Zustand von einem analen rotierenden Stachel, Centrosteph. longispin. F. oe. 2.
- Fig. 6. Längsschnitt durch einen solchen Stachel. *NR* durchquerter basaler Nervenring, ebendaher.
- Fig. 7. Vertikalsehnitt durch die Madreporenplatte und die Geschlechtspapille eines Echinocardium mediterraneum. *nf* die Hautnerven; *R* Endteil der Drüse; *blf* Blutflüssigkeit in der Wandung des pentagonalen Schizoeöl-Sinus. A. oe. 4.
- Fig. 8. Einer der folgenden Schnitte, der parallel zur Oberfläche der Haut verlaufende Steinkanal *St-R*; *R* der Endteil der Drüse im Zusammenhang mit den Blutlakunen der Wandung *II* des pentagonalen Schizoeöl-Sinus
- Fig. 9. Querschnitt durch die Drüse, das Gefäßgeflecht *GG* und den in dasselbe einmündenden Steinkanal von Bryssus unicolor.
- Fig. 10. Ein Teil des vorigen Bildes stärker vergrößert, um das Epithel im Gefäßgeflecht zu zeigen. *L* Hohlraum desselben, *P* Pigmenthaufen.
- Fig. 11. Von einem Längsschnitt parallel zu einem Interpyramidal-muskel durch die entkalkte Laterne von Sphaerech. granular. Rechts und links je ein Zahn. *Sch* der Schizoeölraum, welcher den radialen Nervenstamm auf einer Fläche umgiebt.
- Fig. 12. Bindesubstanz, entkalkt, von Spat. purp., um die zwischen je 2 Kalkplatten ausgespannten fasrigen Bündel zu zeigen.
- Fig. 13. Längsschnitt durch den Nebendarm von Bryssus unicolor.



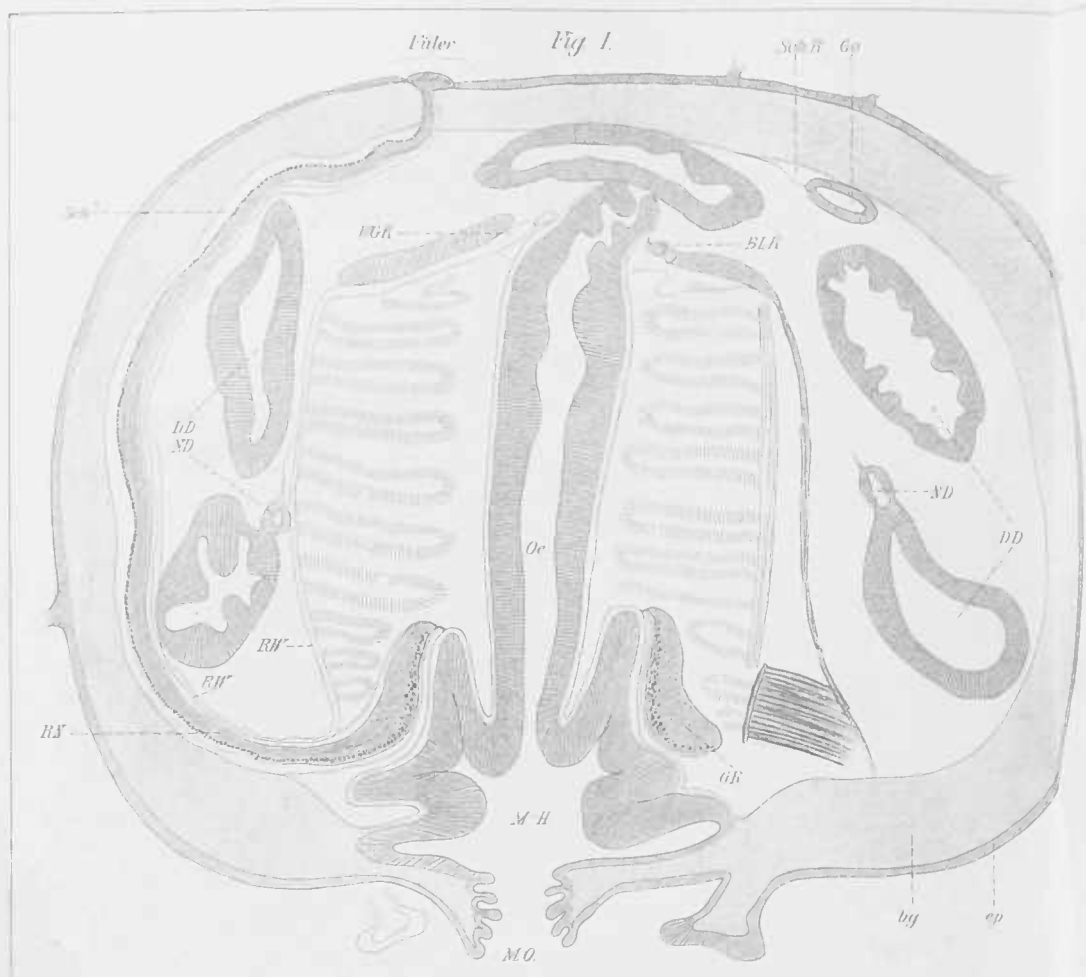


Fig. 4.

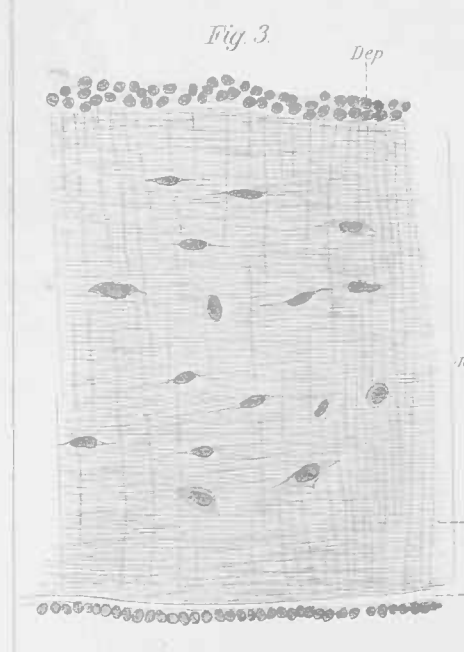


Fig. 3.

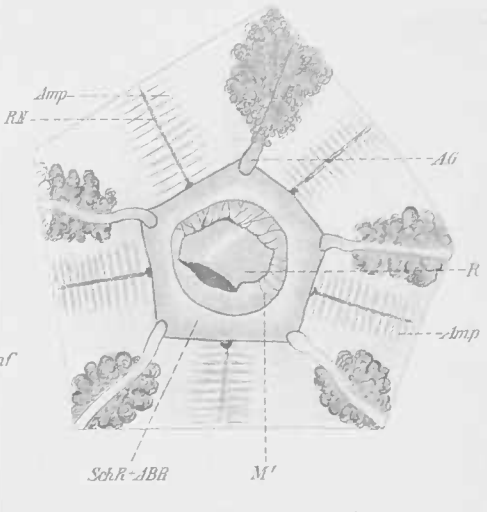


Fig. 9.

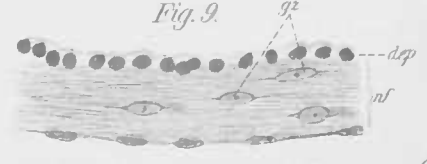




Fig. 2.

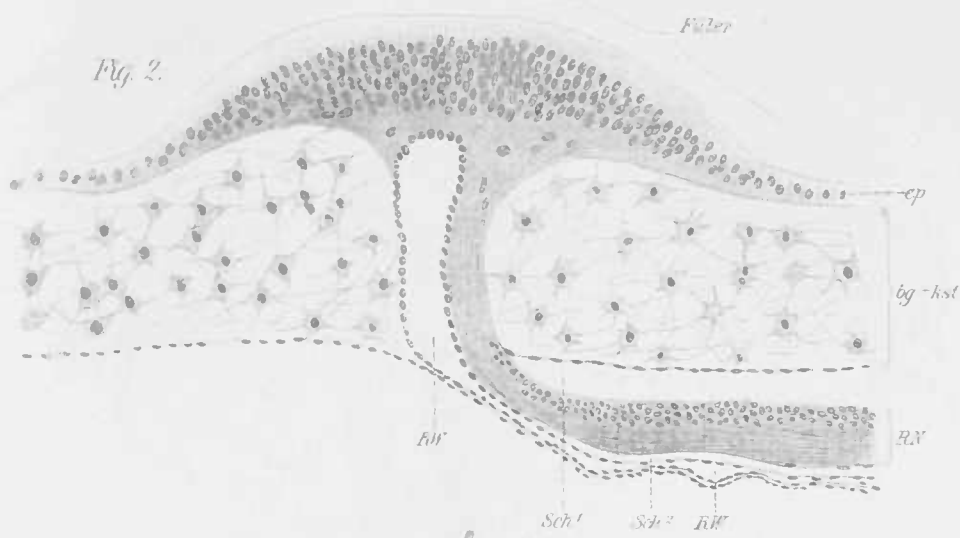


Fig. 5.

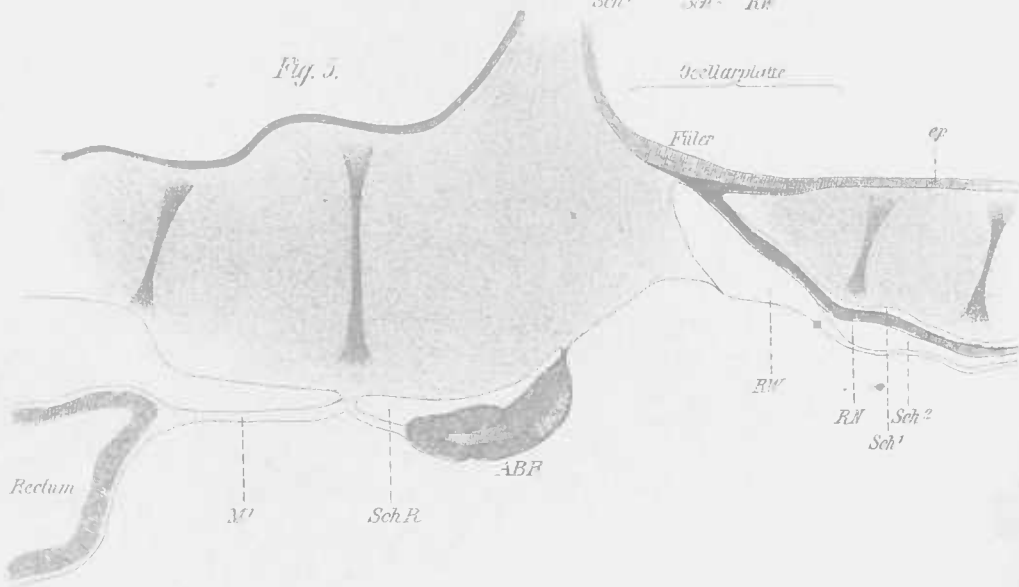


Fig. 6.

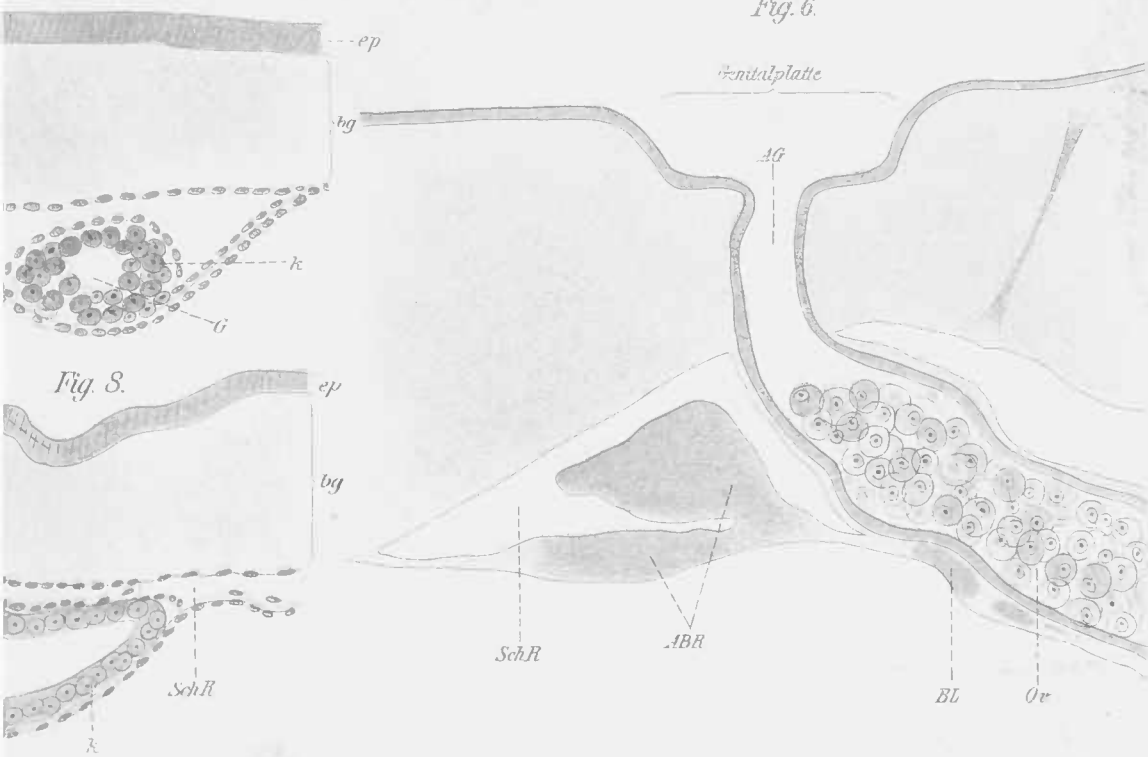


Fig. 8.

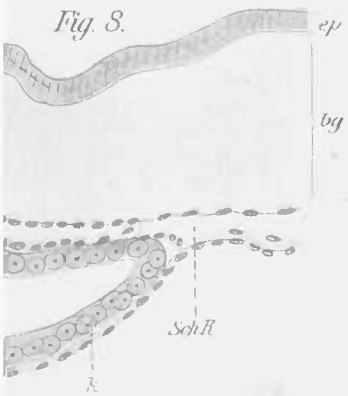






Fig. 1.

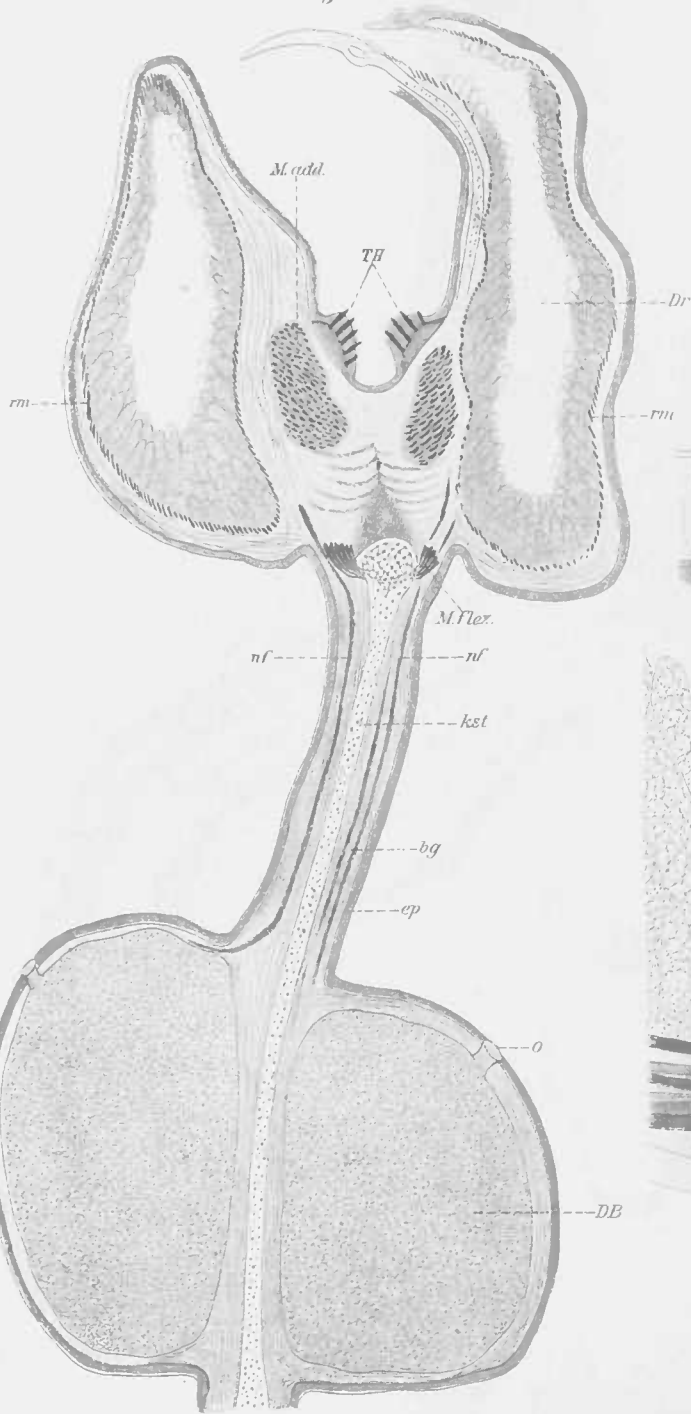


Fig. 2.



Fig. 3.

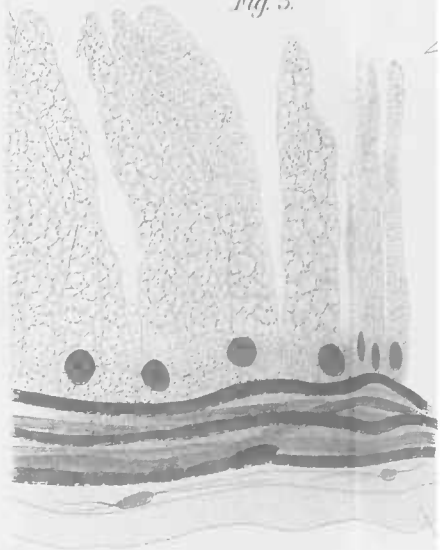


Fig. 11 a-c.

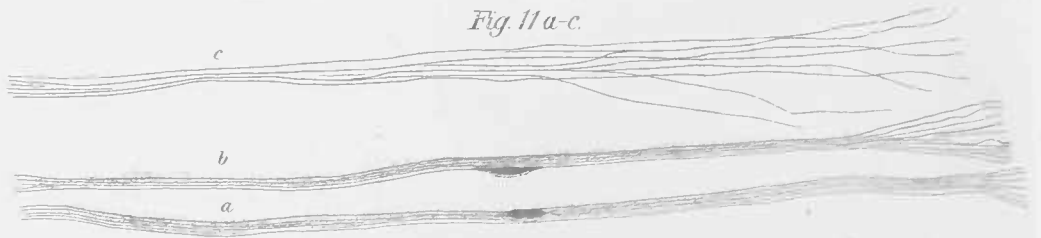


Fig. 2.



Fig. 6.

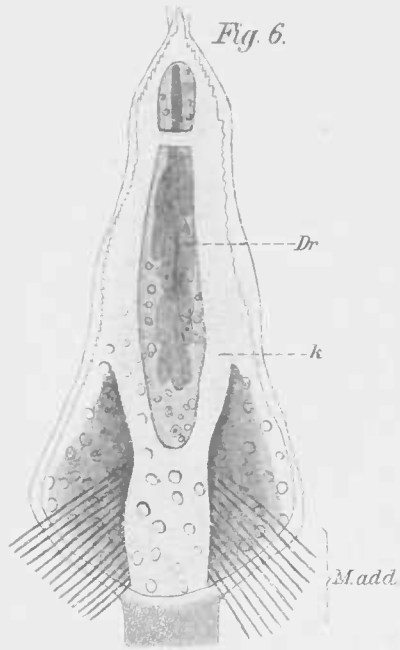


Fig. 7.

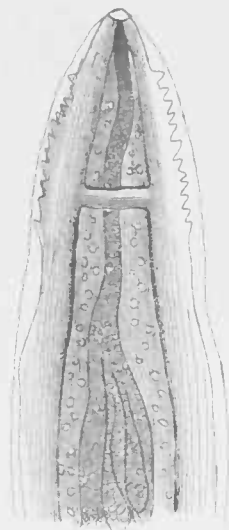


Fig. 5.



Fig. 4.

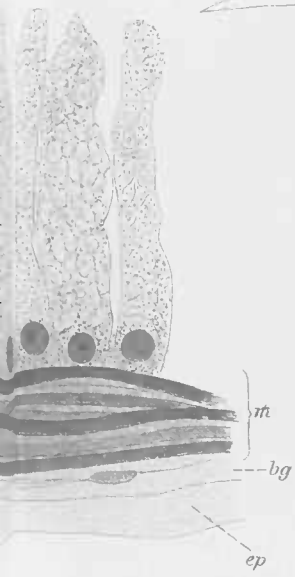
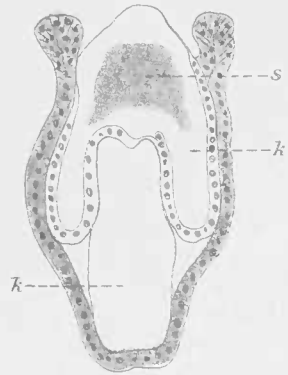


Fig. 8.

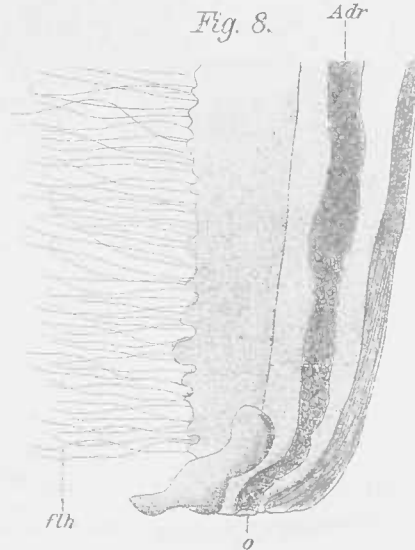


Fig. 9.

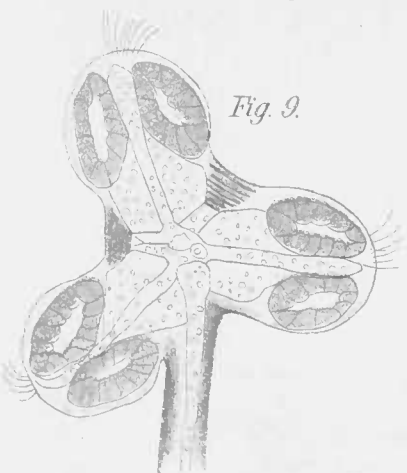


Fig. 10.

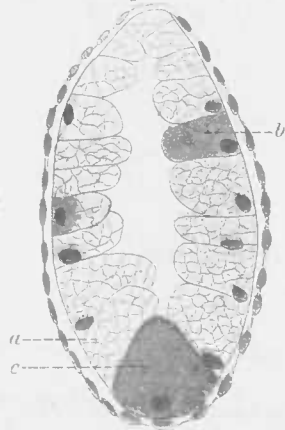






Fig. 10

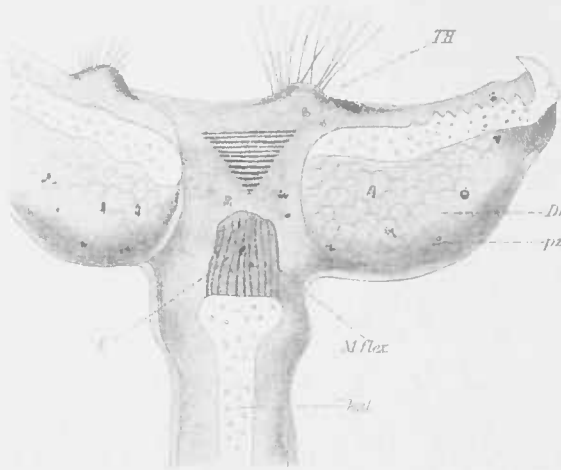


Fig. 5.

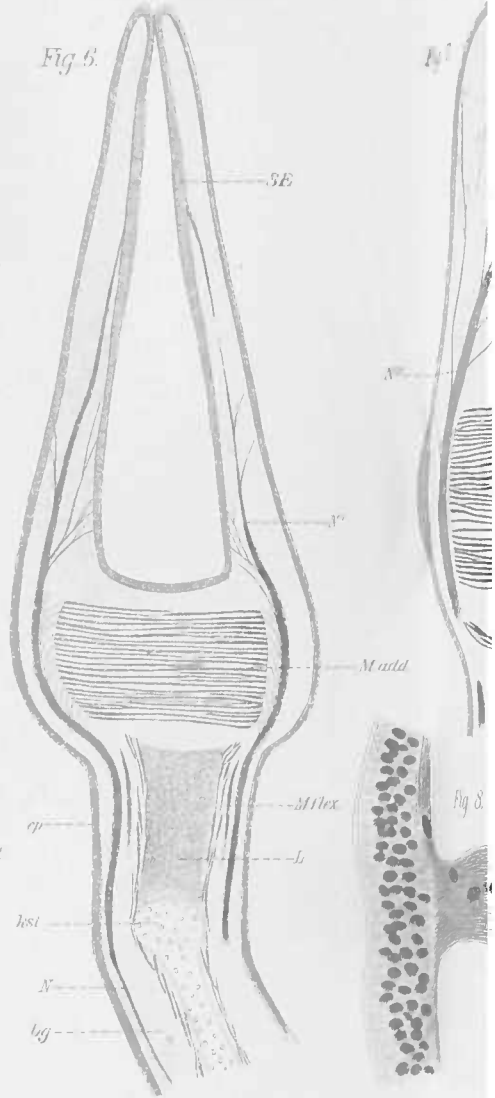


Fig. 5.

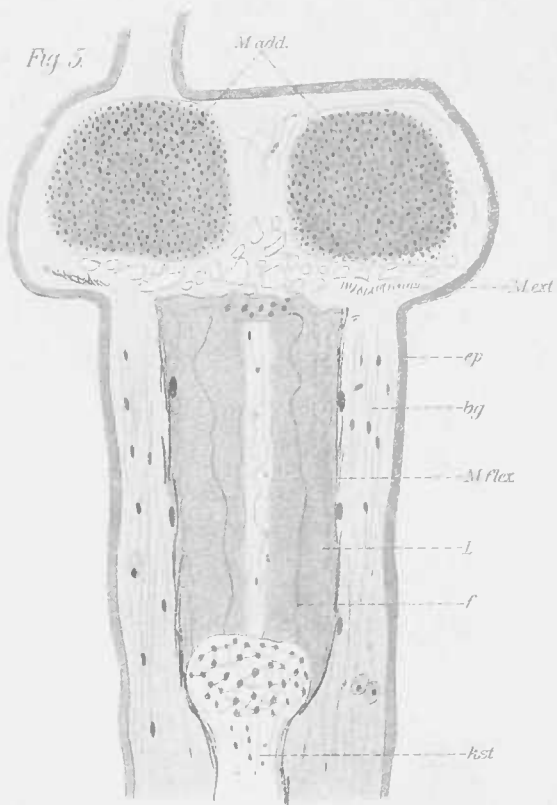


Fig. 2.

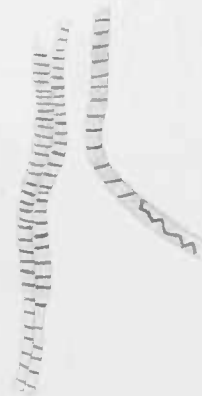


Fig. 3.

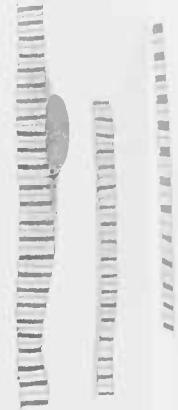


Fig. 12.

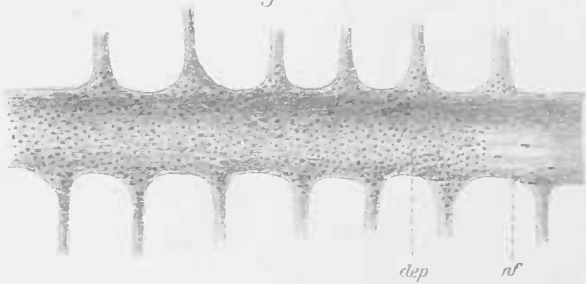




Fig. 7.

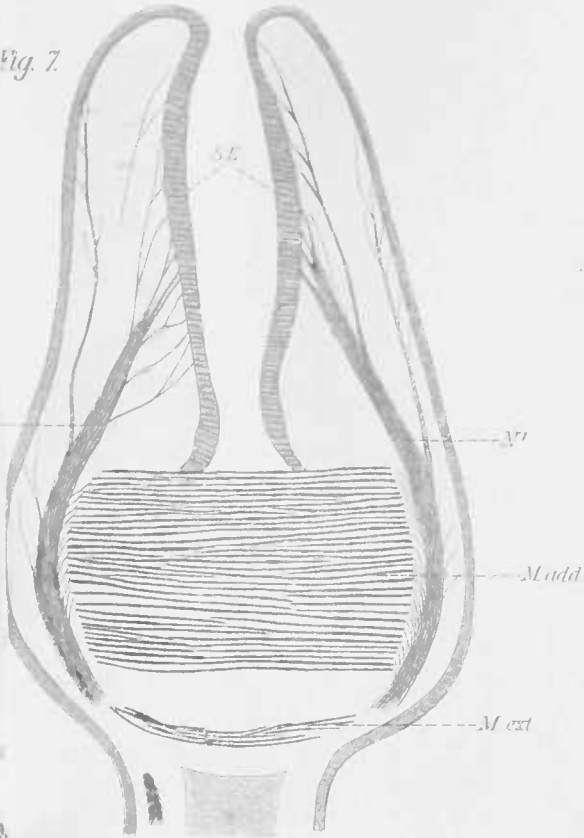


Fig. 13.

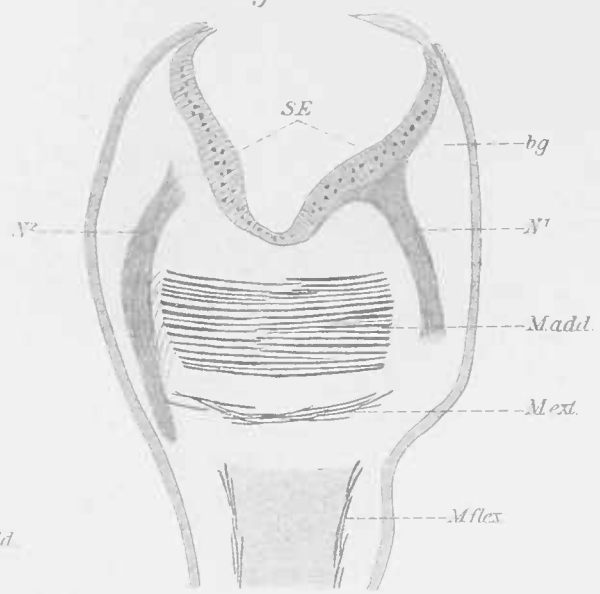


Fig. 8.

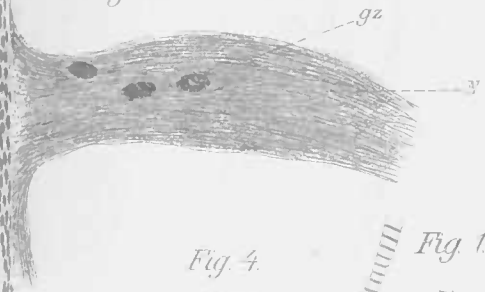


Fig. 11.

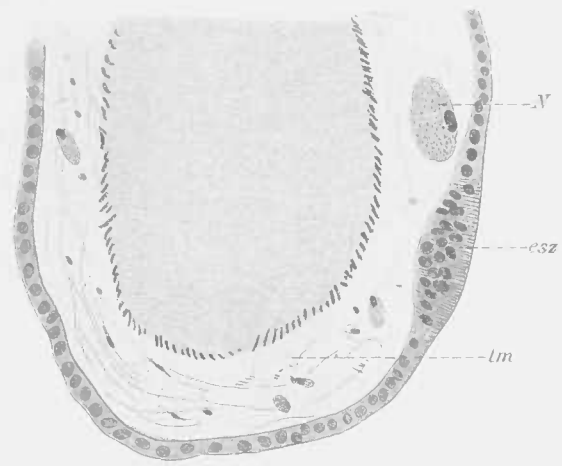


Fig. 4.



Fig. 1.



Fig. 9.







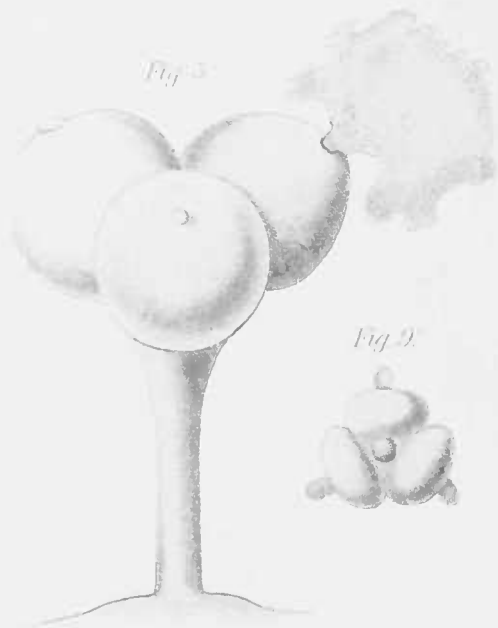


Fig. 5



Fig. 9

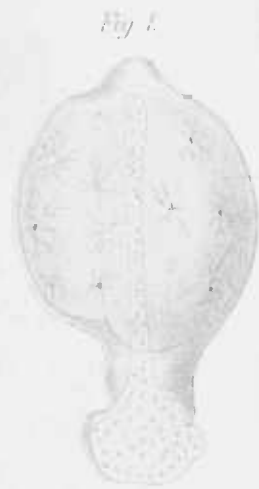


Fig. 7



Fig. 4



Fig. 8

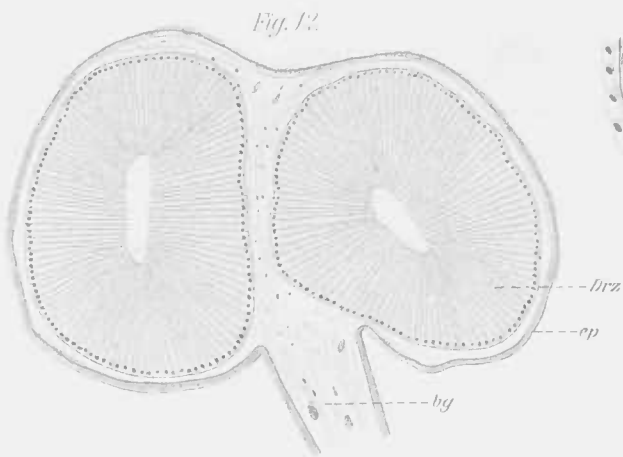


Fig. 12

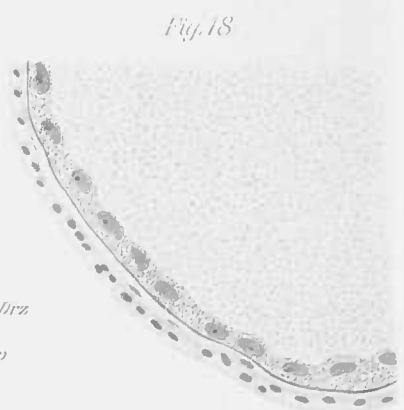


Fig. 18

Fig. 11

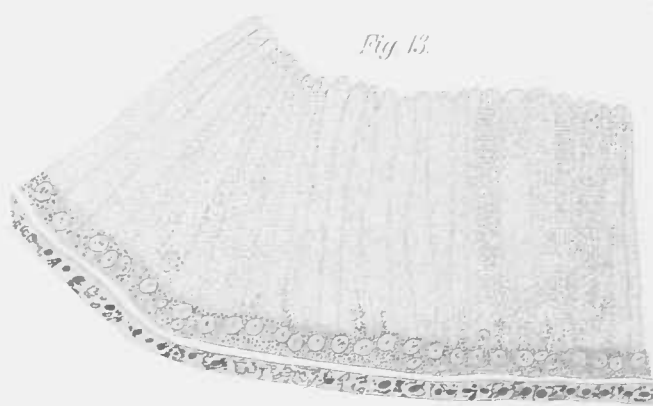


Fig. 13

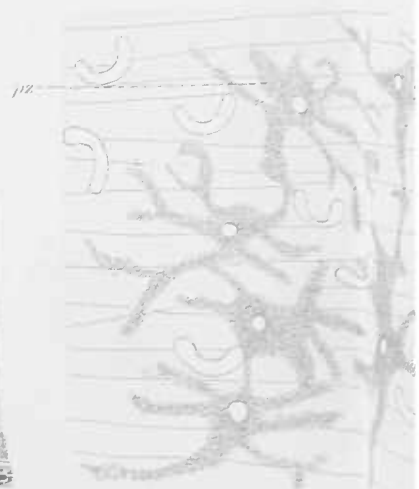


Fig. 11

Fig. 1



Fig. 2

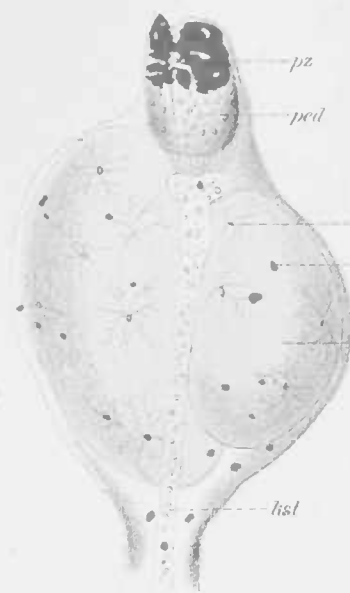


Fig. 6

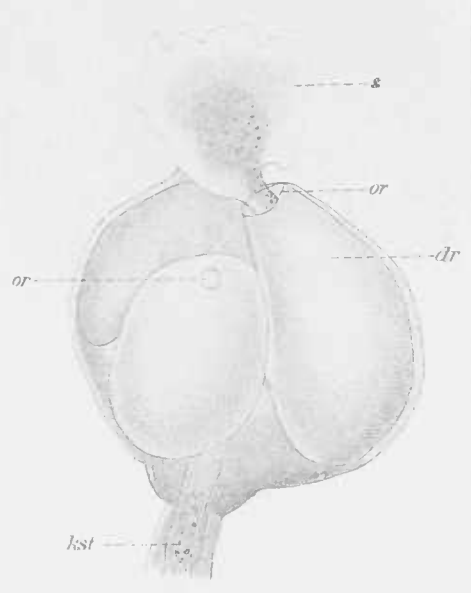


Fig. 7

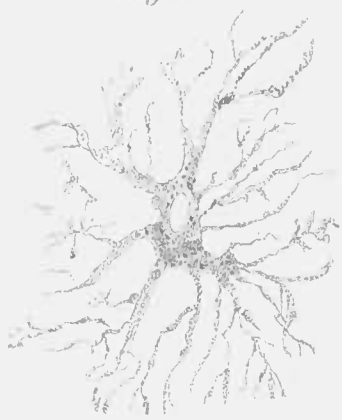


Fig. 17

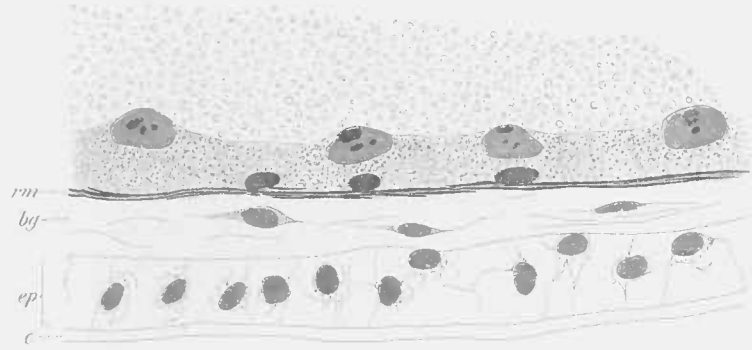


Fig. 14



Fig. 16

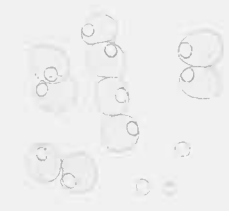


Fig. 10

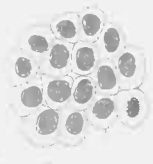
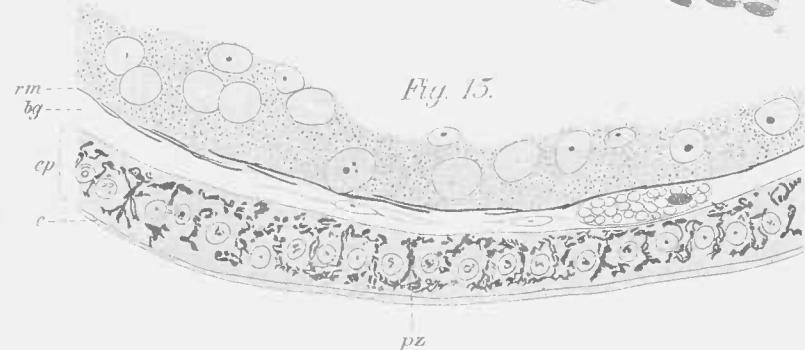


Fig. 15







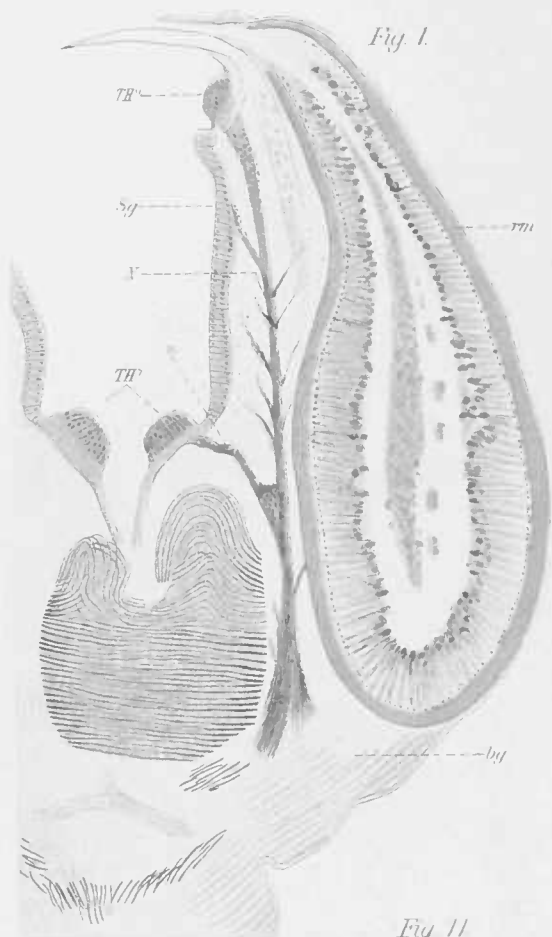


Fig. 1.



Fig. 2.

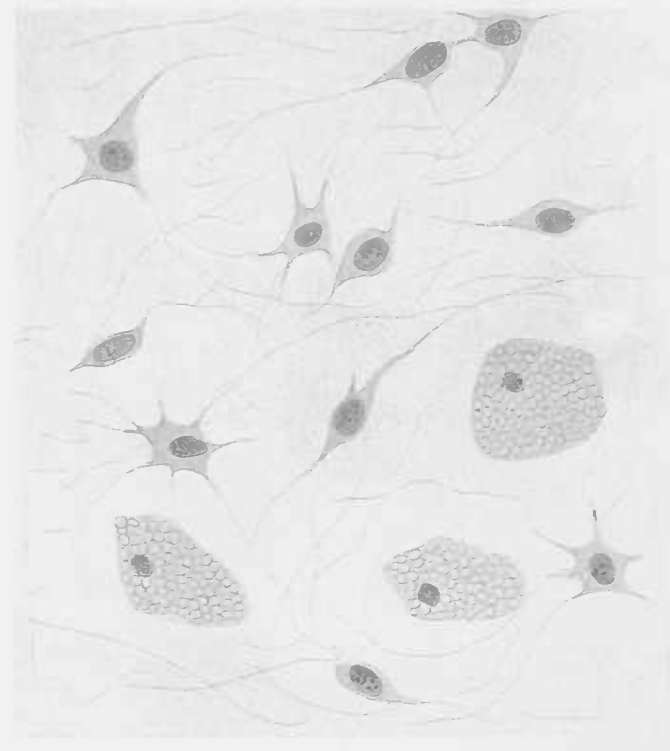


Fig. 11.



Fig. 12.

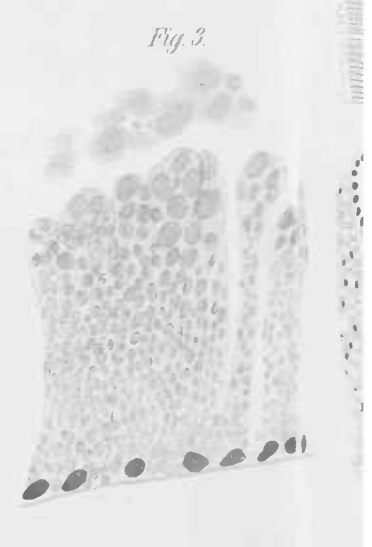


Fig. 3.



Fig. 6.



Fig. 4.

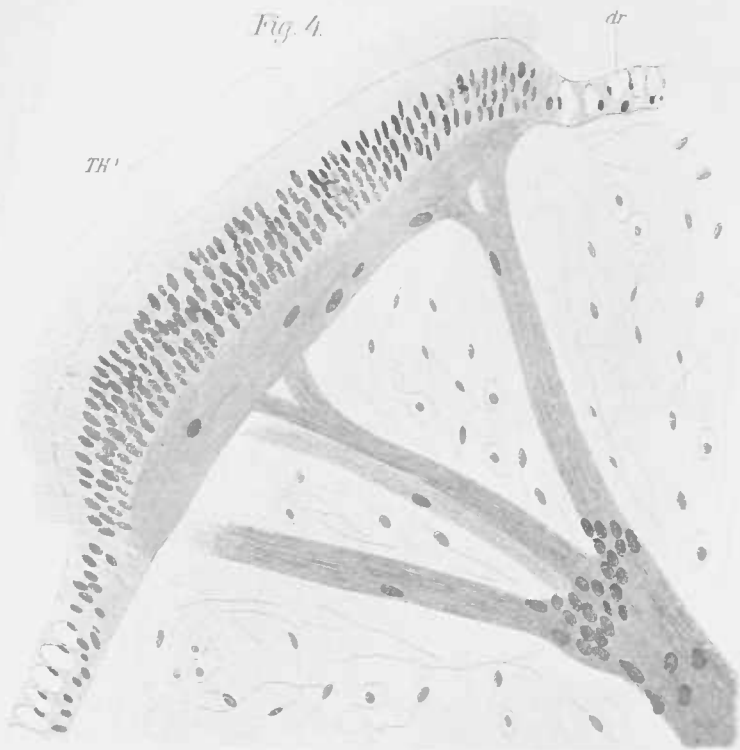


Fig. 5.

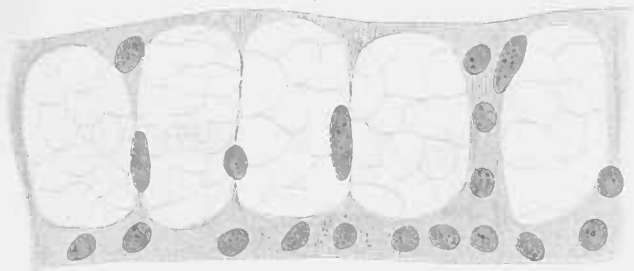


Fig. 10.

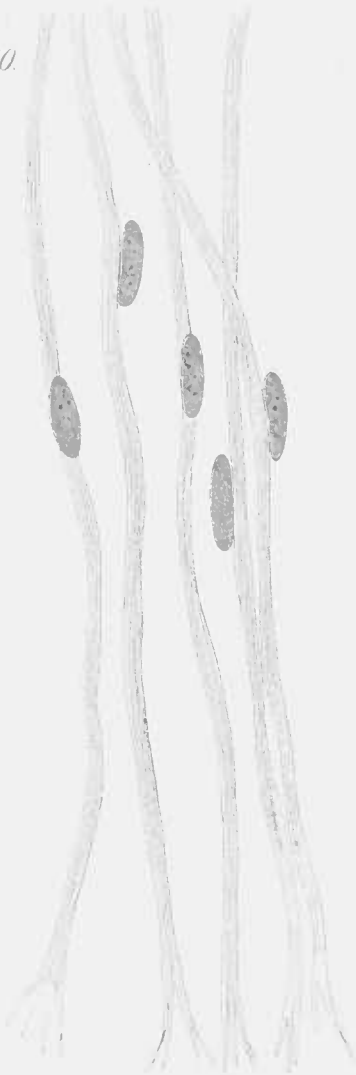


Fig. 7.

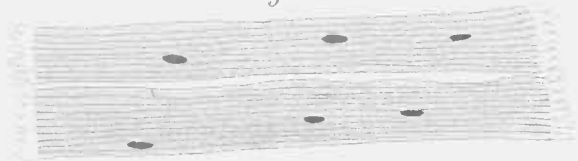
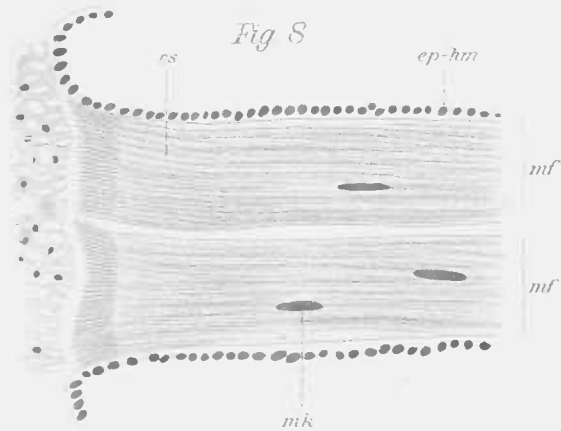


Fig. 9.

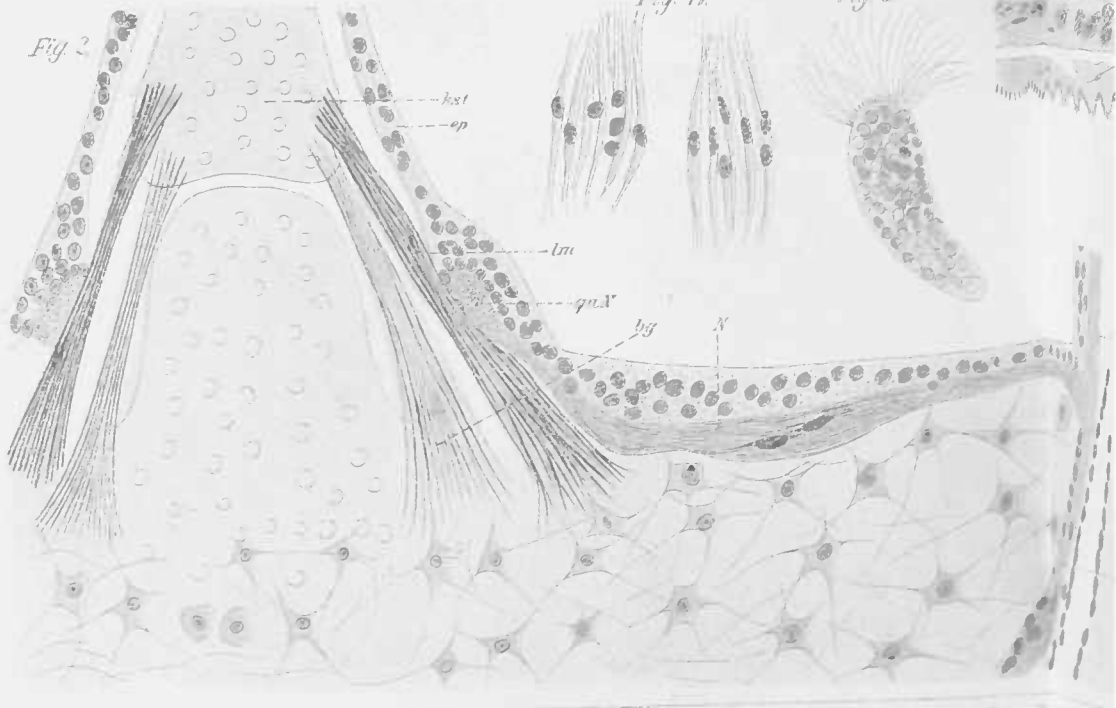
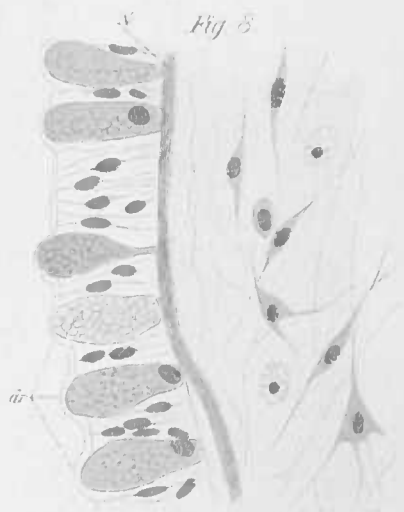
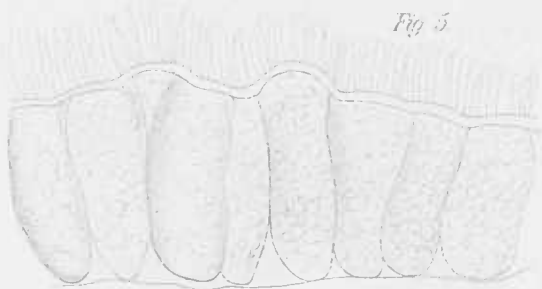
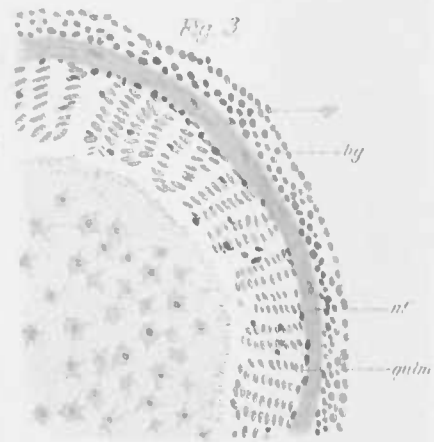
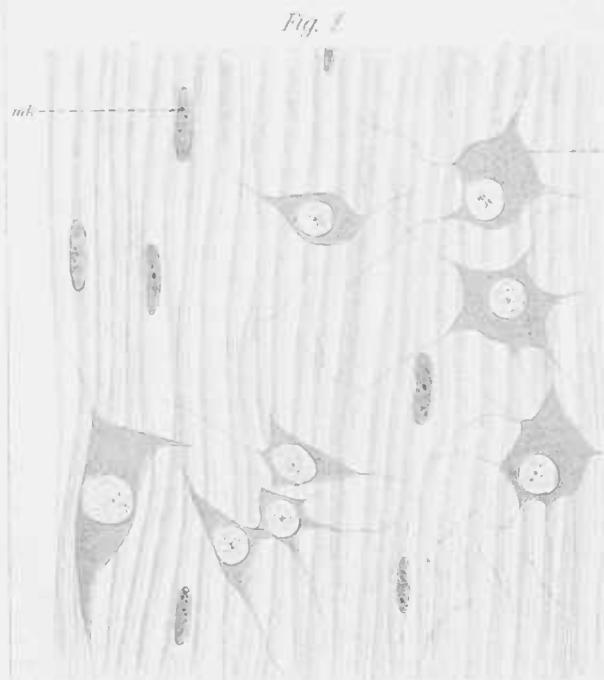


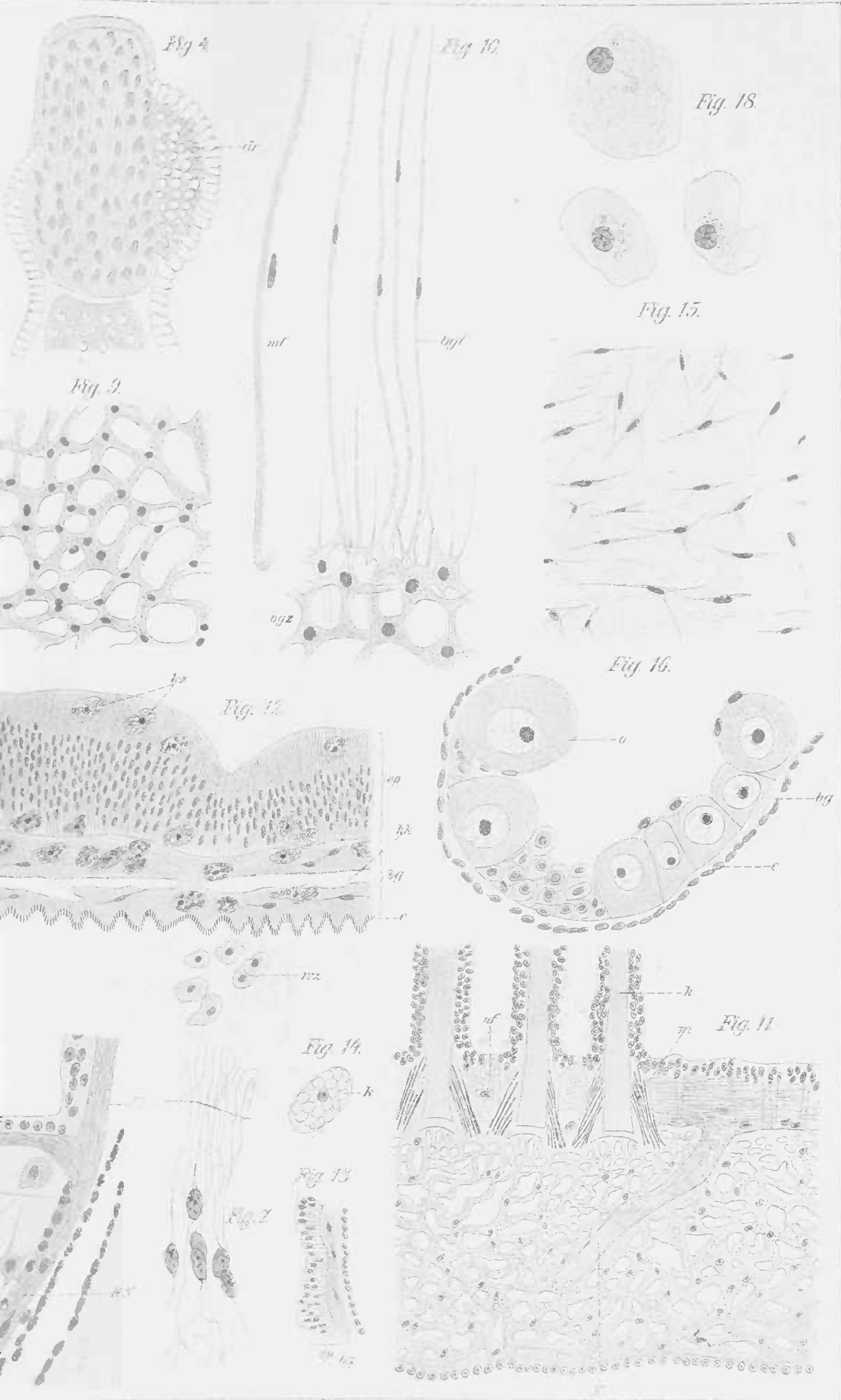
Fig. 8.















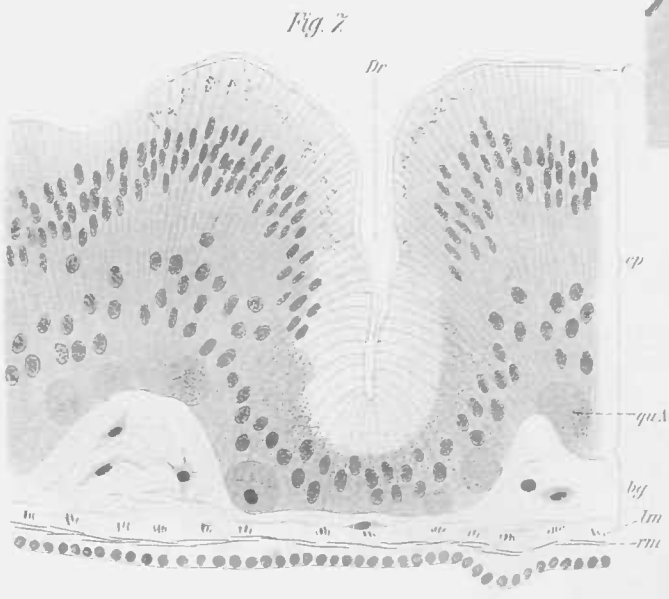
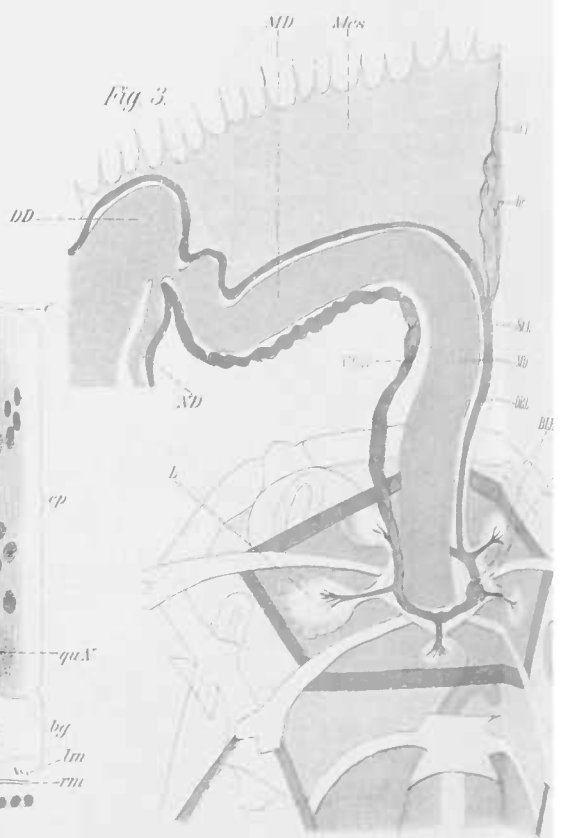
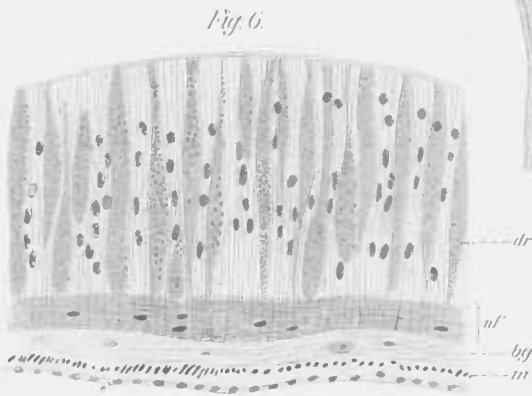
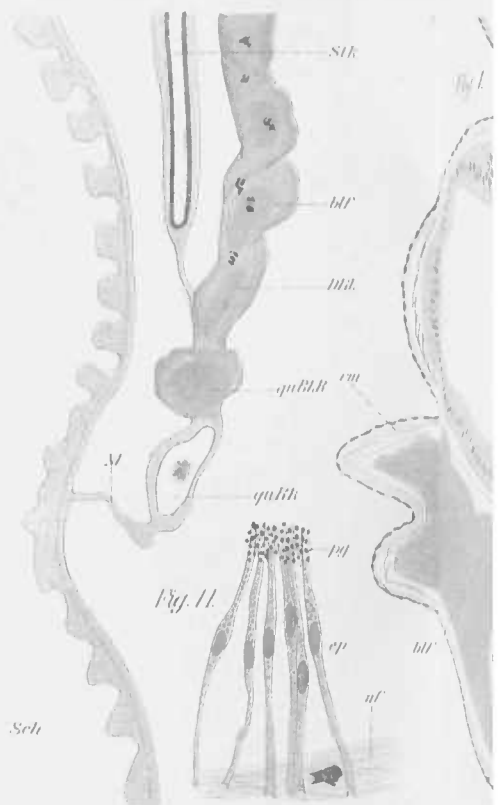




Fig. 1.



Fig. 8.



Fig. 10.

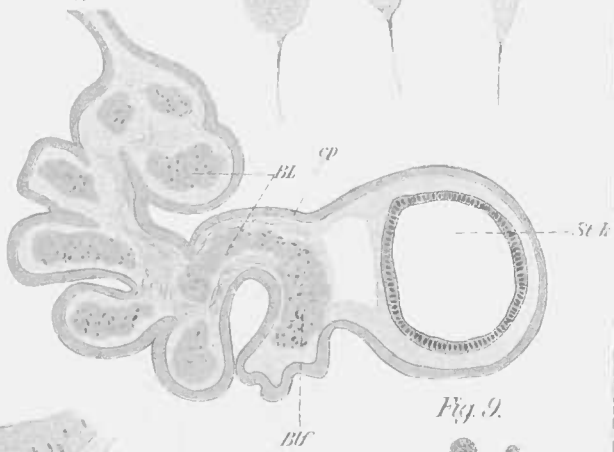


Fig. 5.

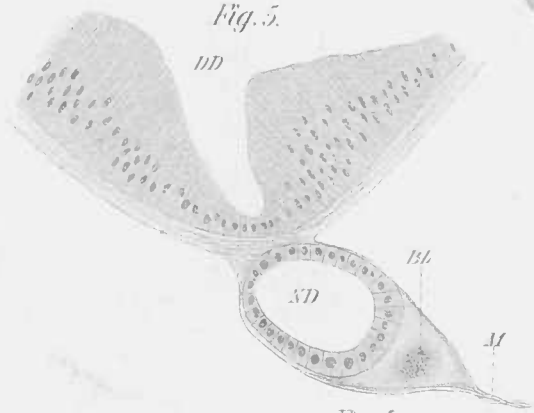
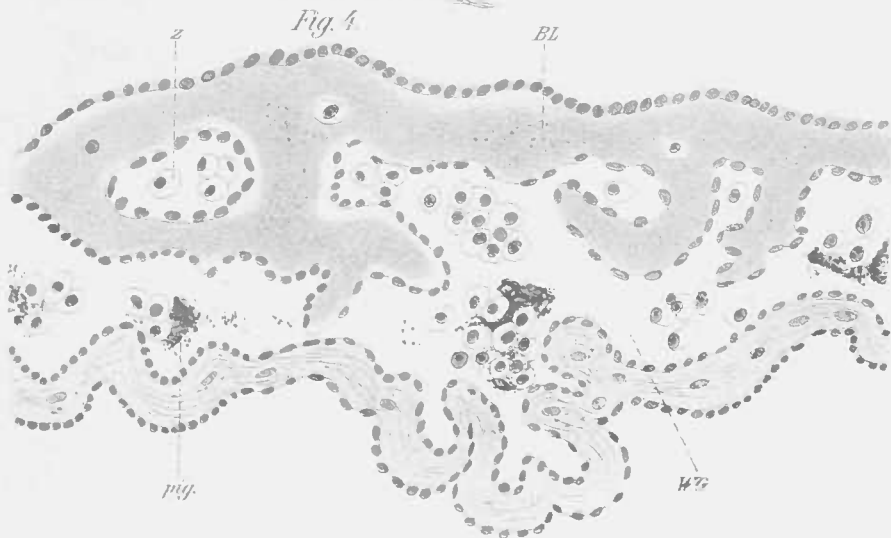


Fig. 9.



Fig. 4.







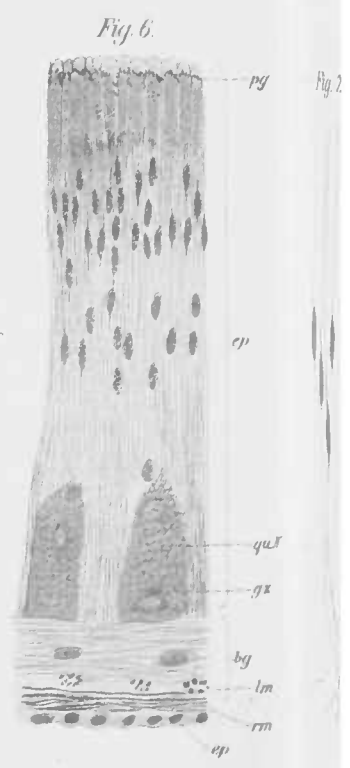
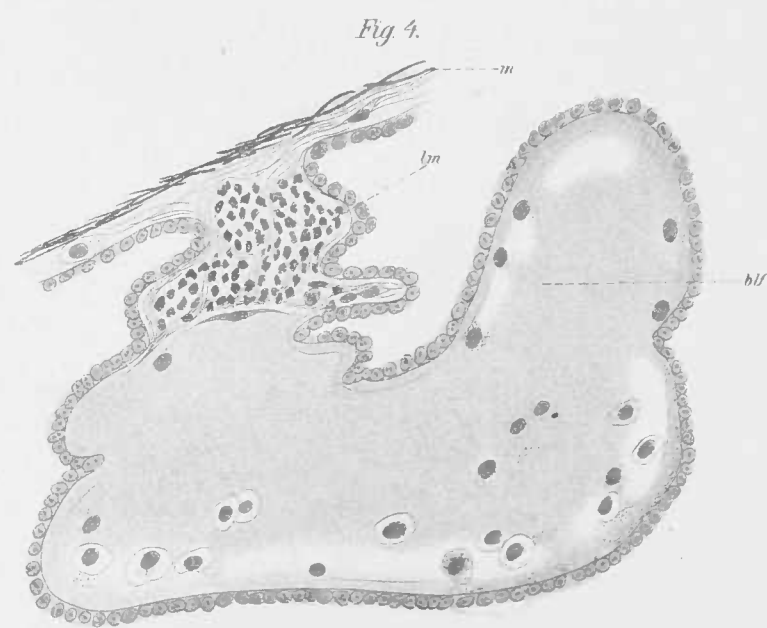
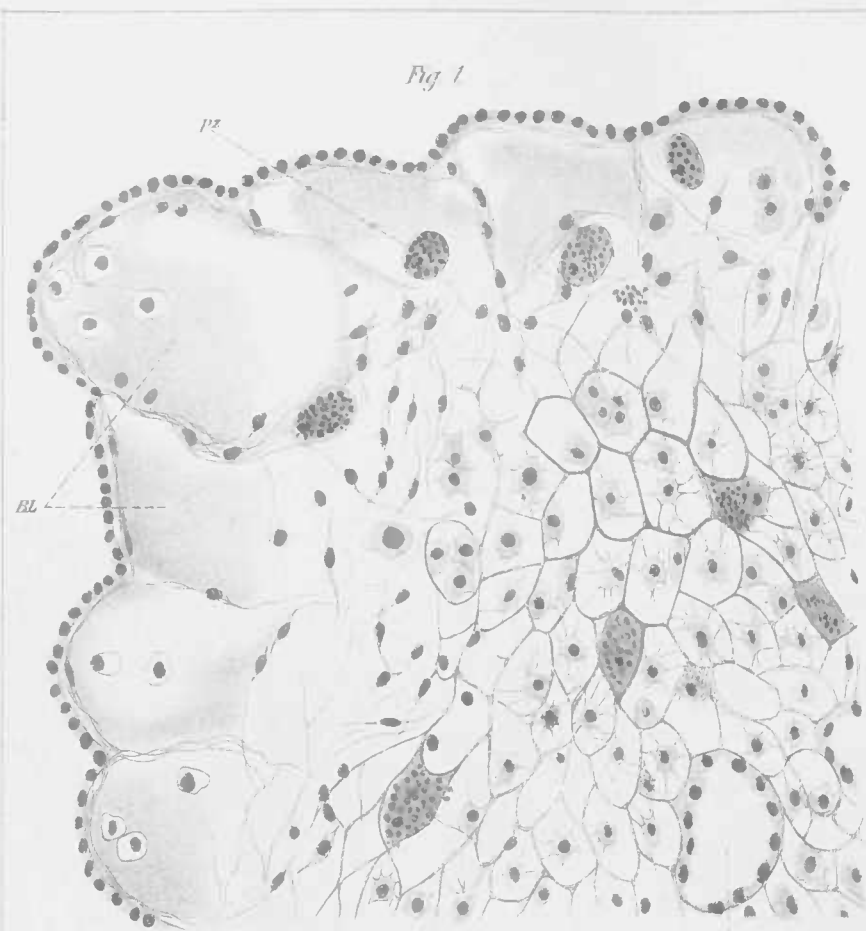


Fig. 2.

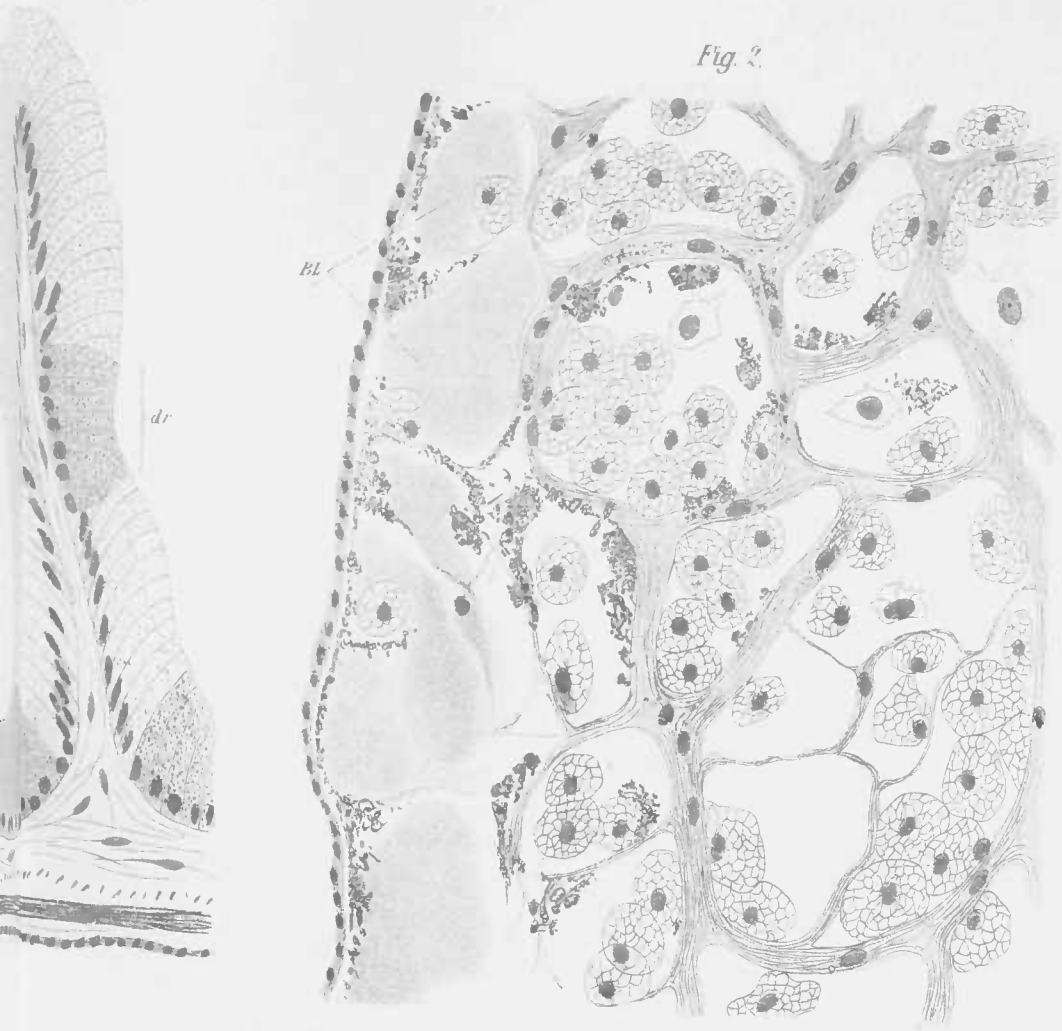
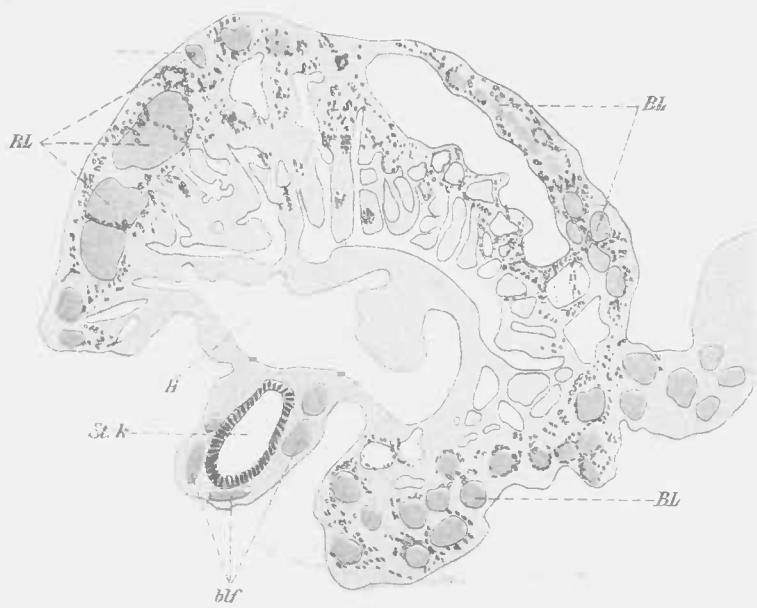


Fig. 7.



Fig. 3.







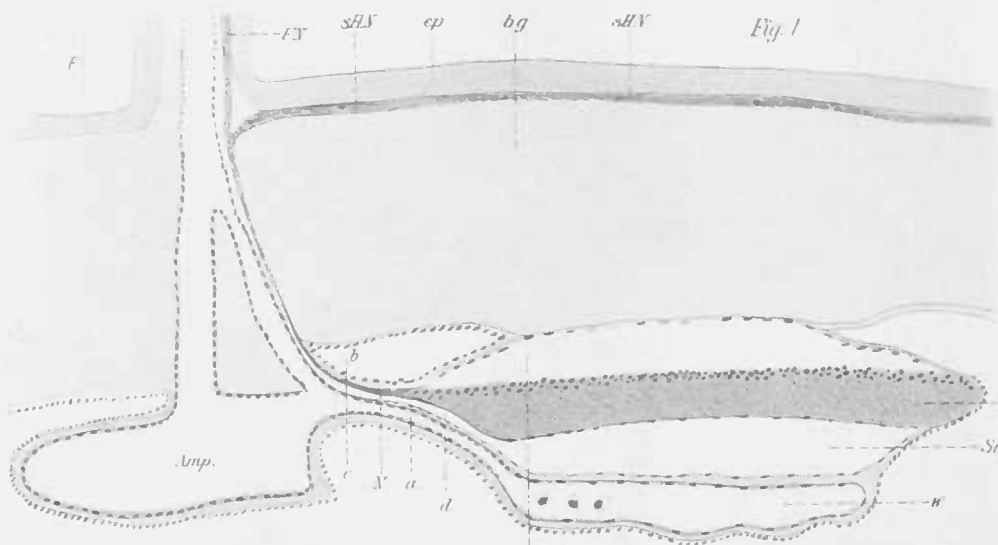


Fig. 1

Fig. 2

Sch'

Fig. 6.

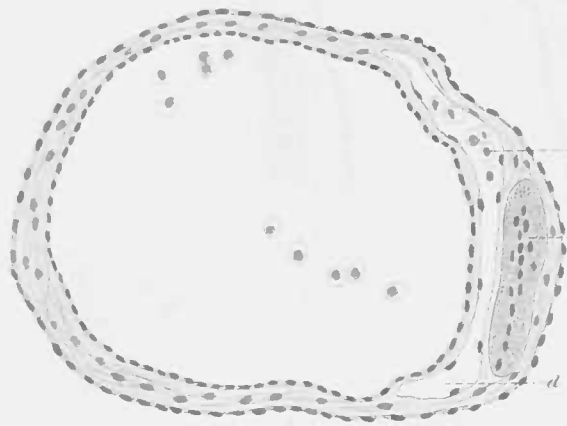


Fig. 13.

Fig. 9

Fig. 7.

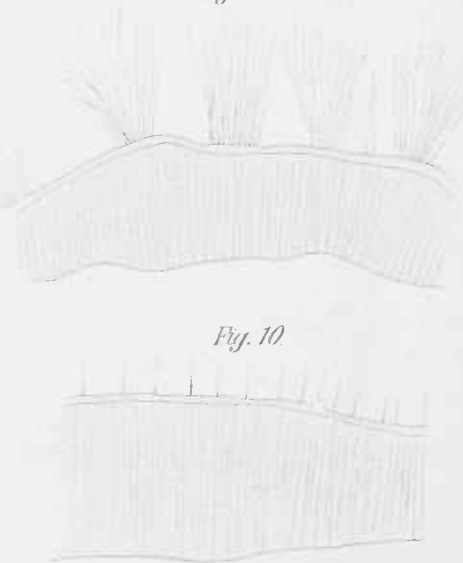


Fig. 10

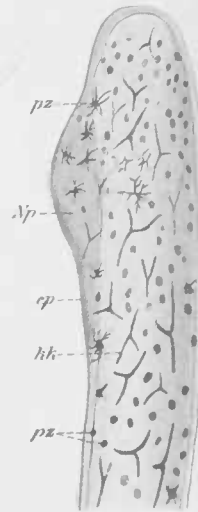


Fig. 8.

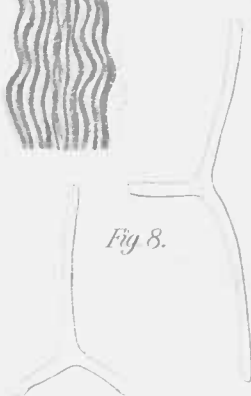




Fig. 4



Fig. 5.

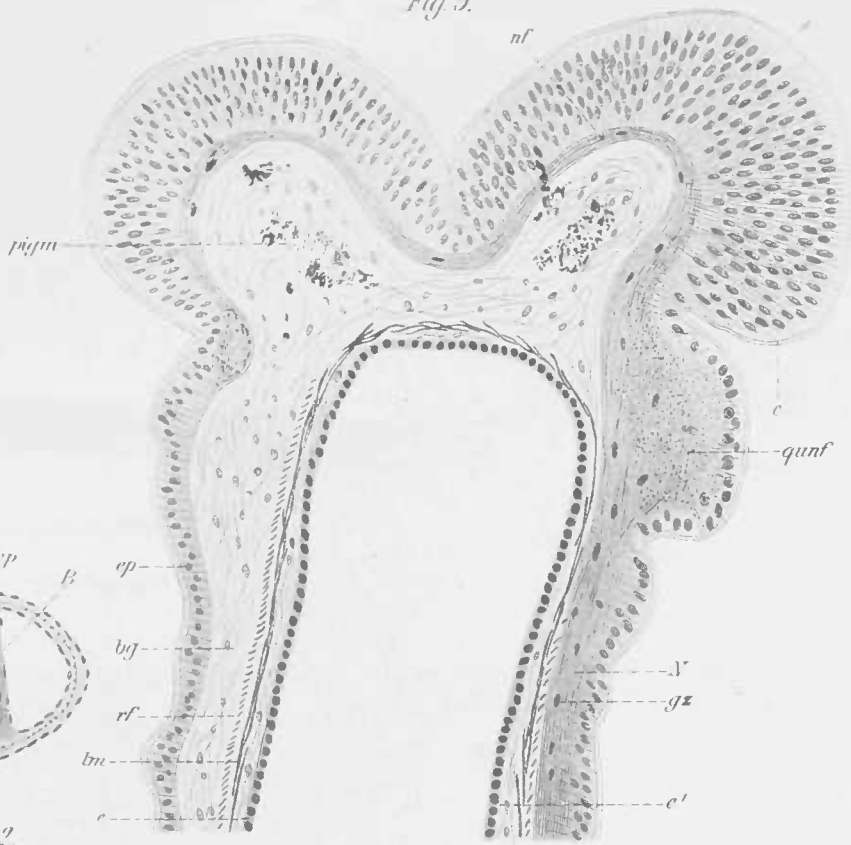


Fig. 3.

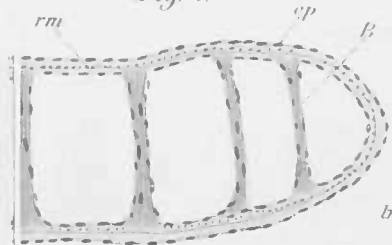


Fig. 12.

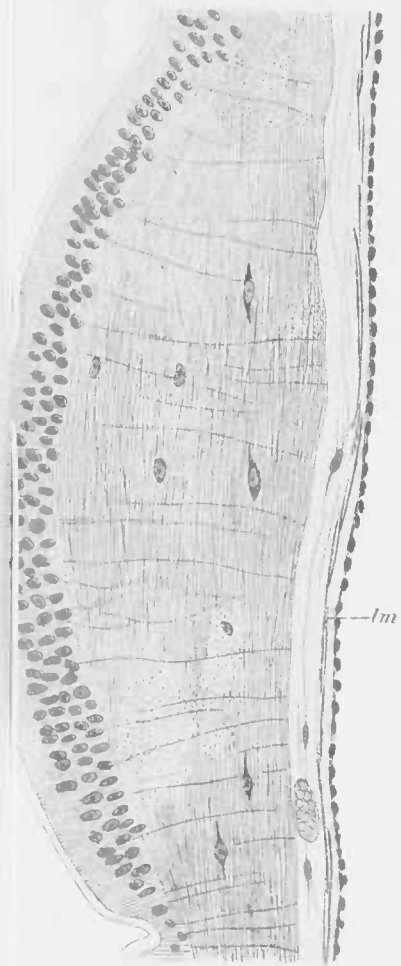
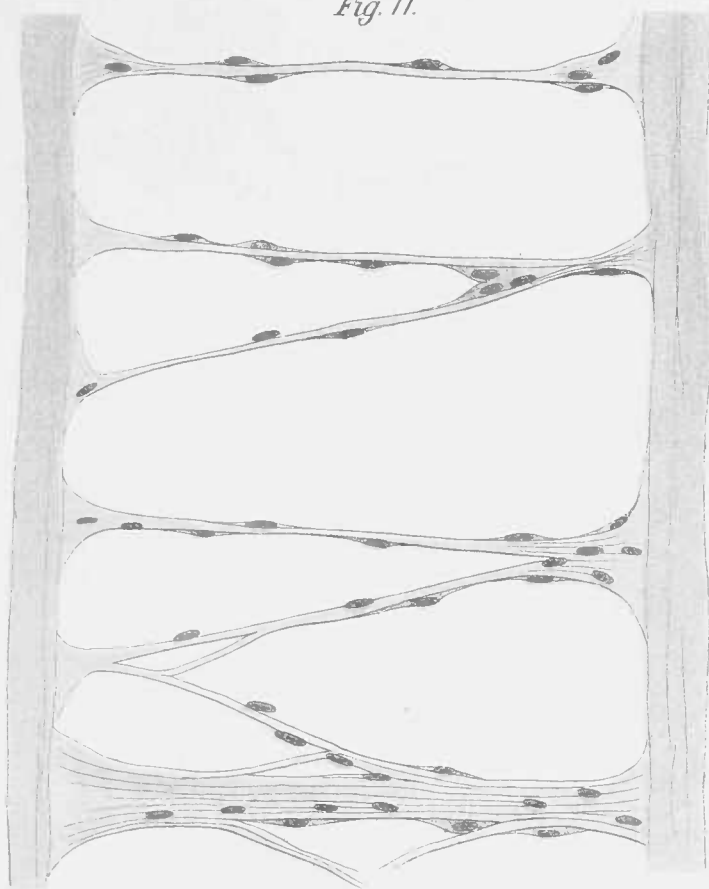
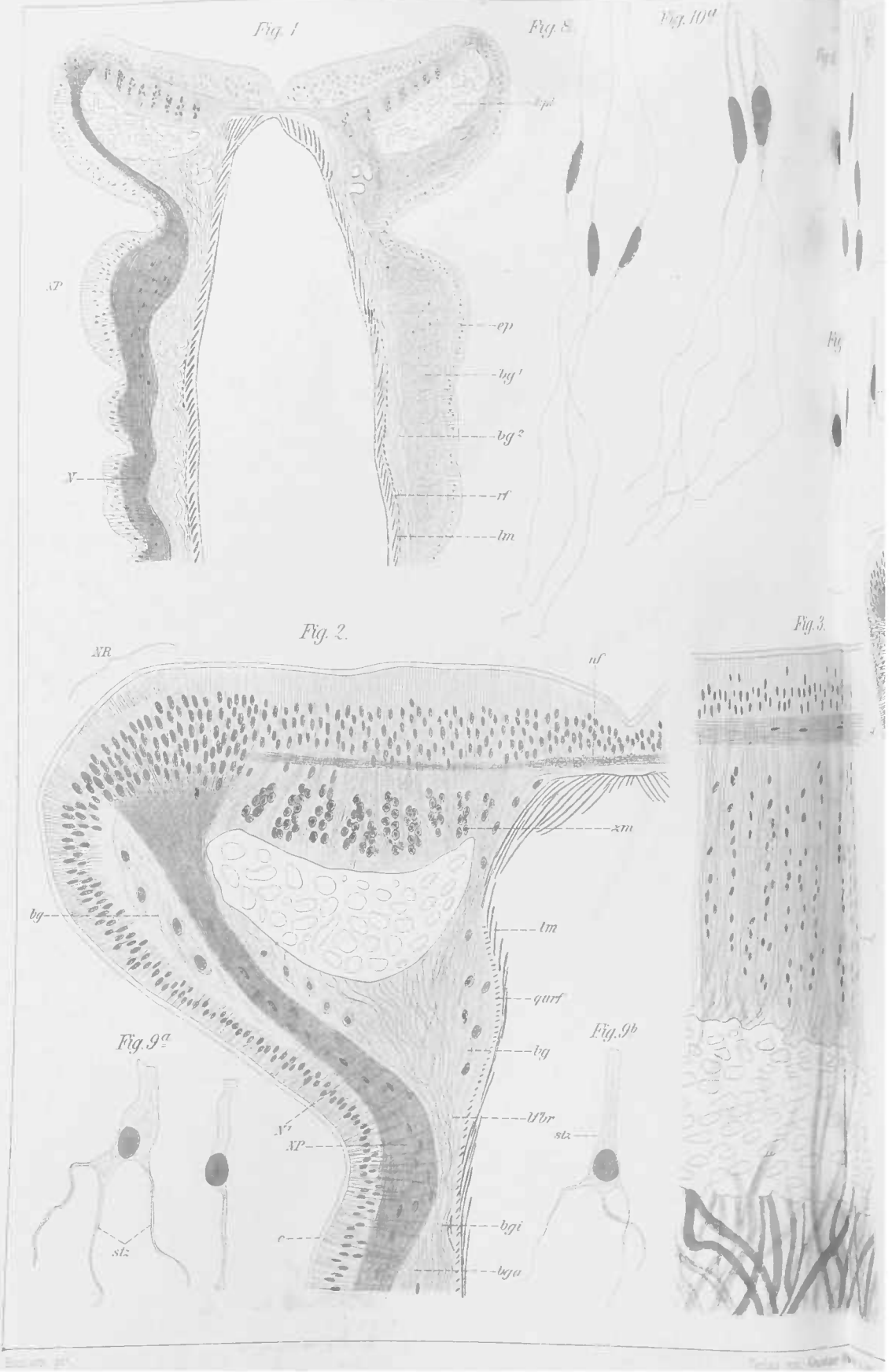


Fig. 11.









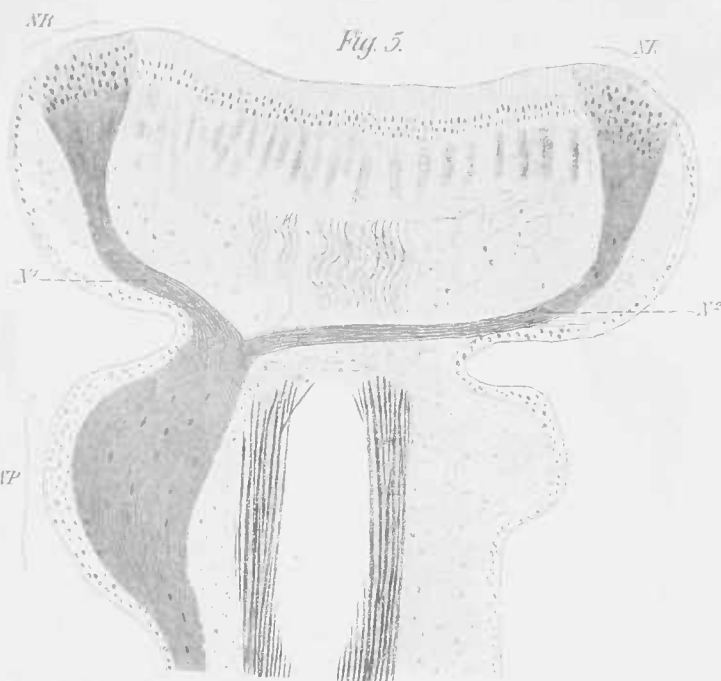


Fig. 5.

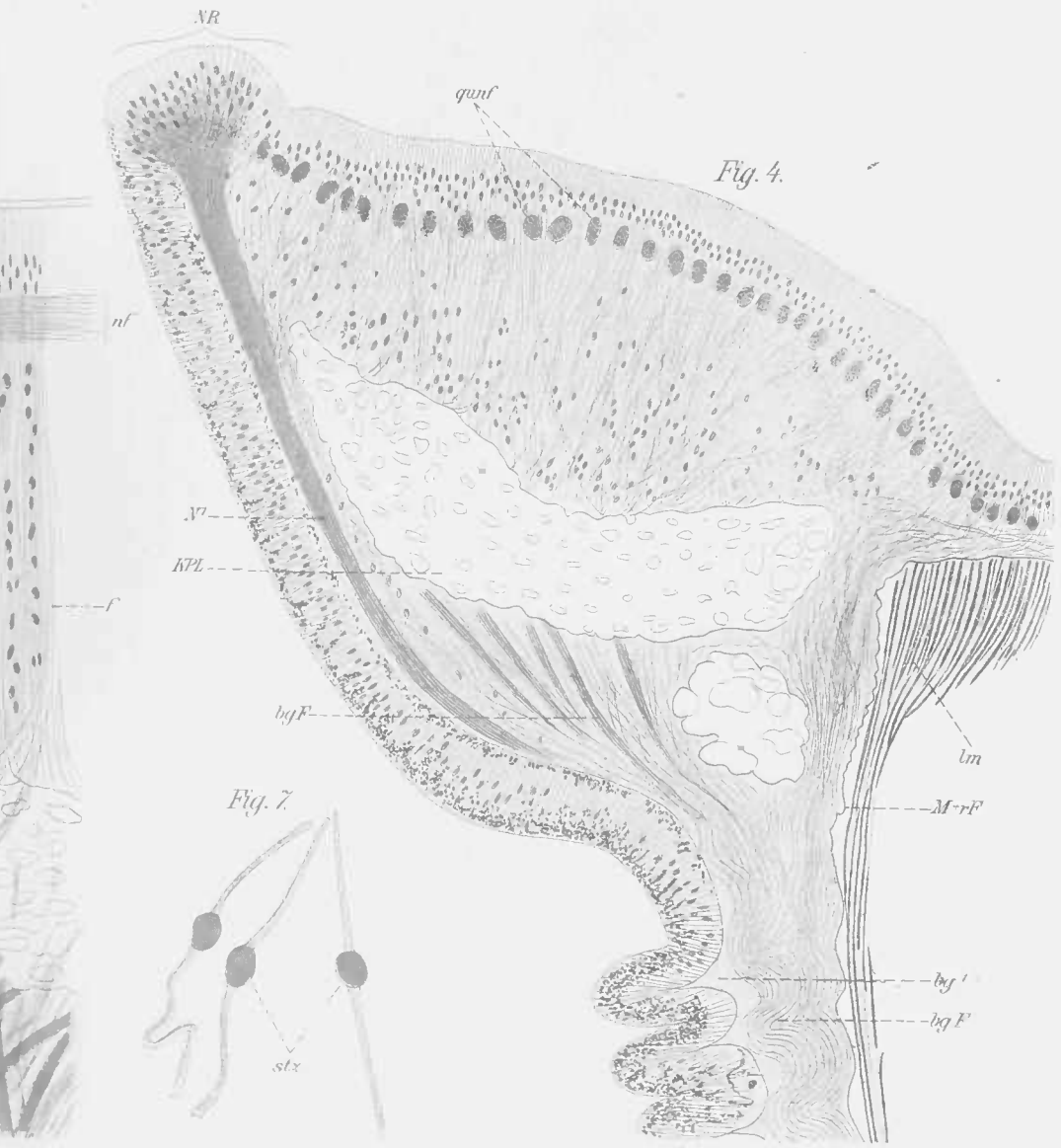
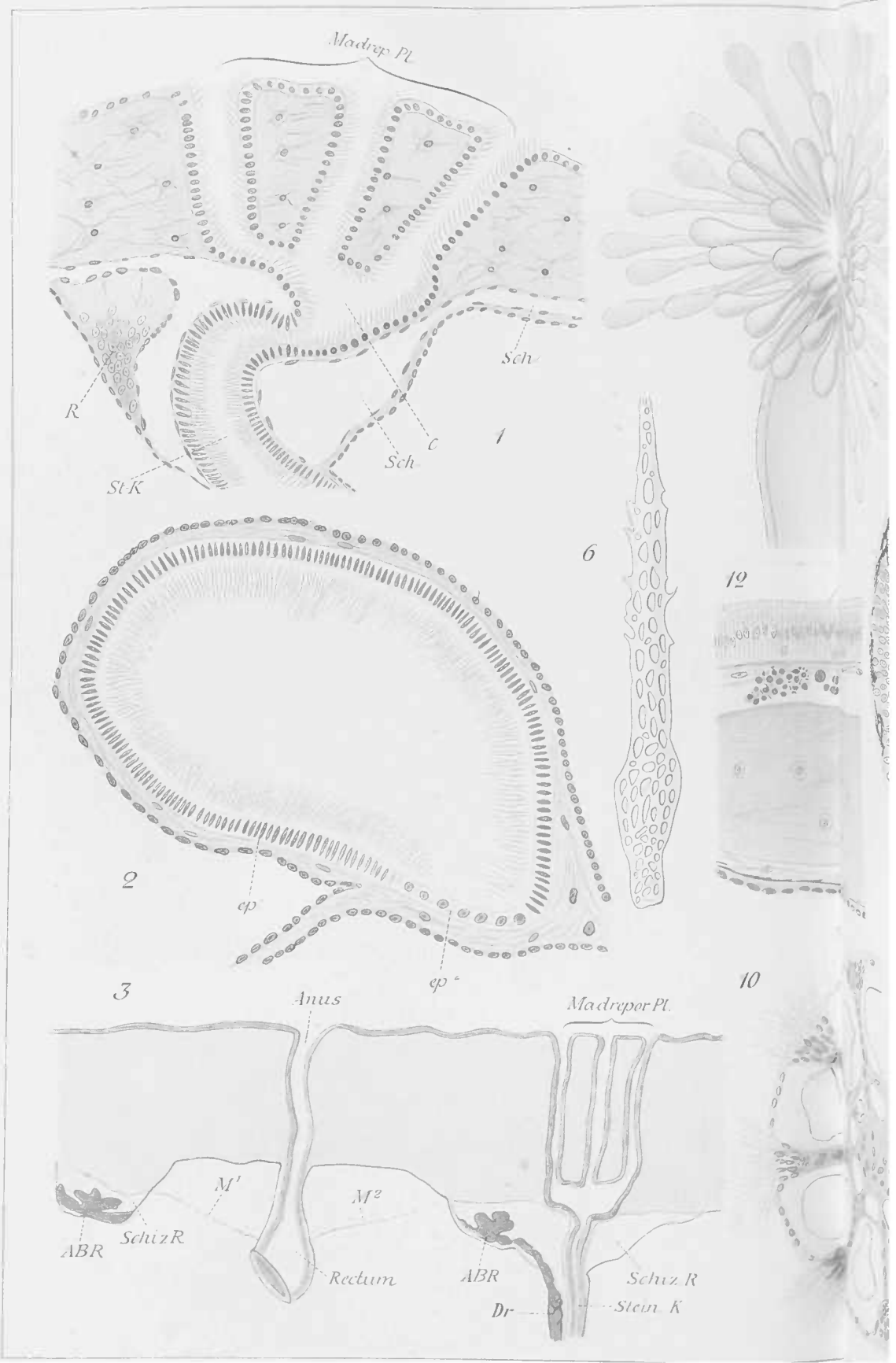


Fig. 4.

Fig. 7.





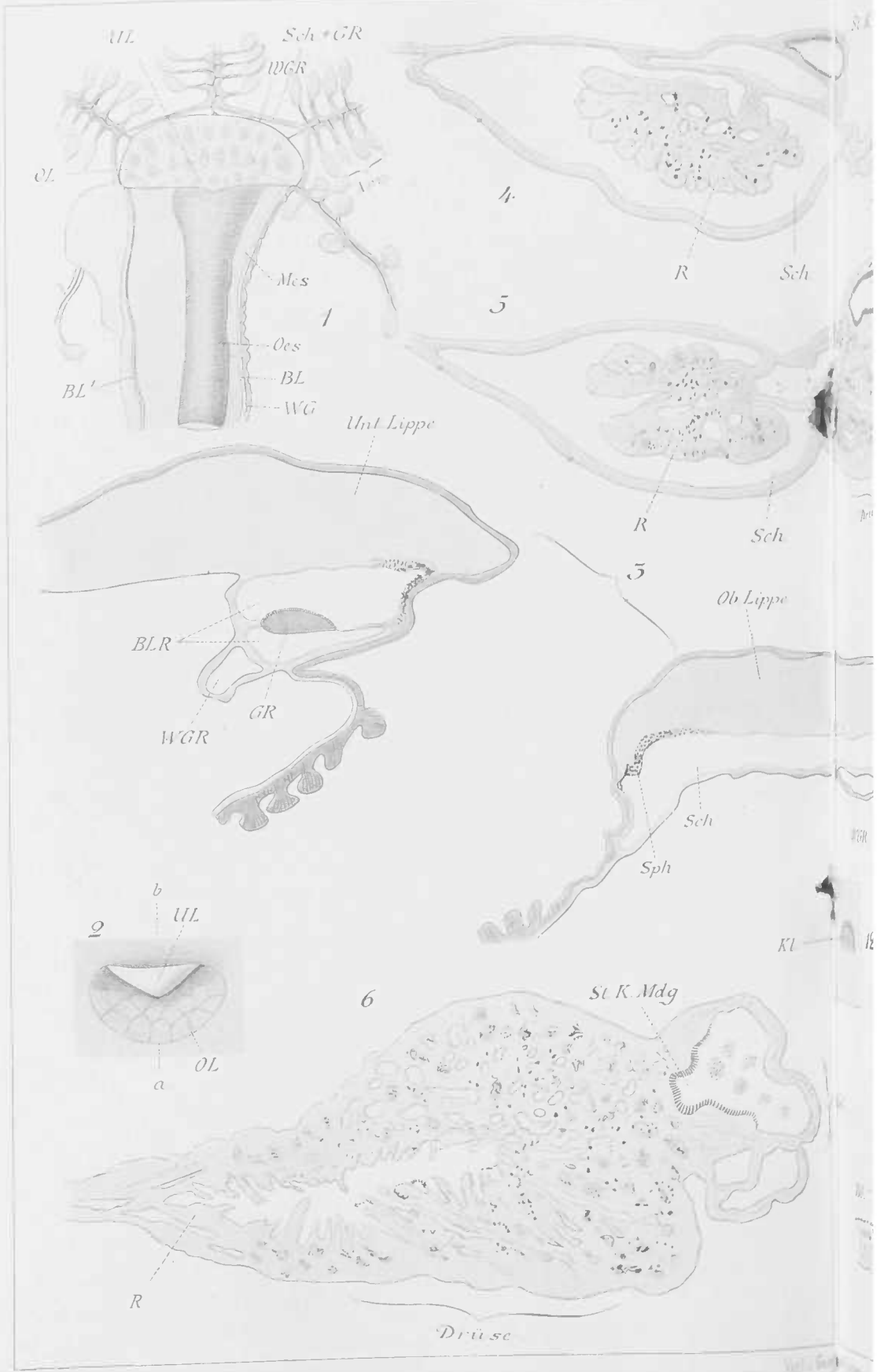


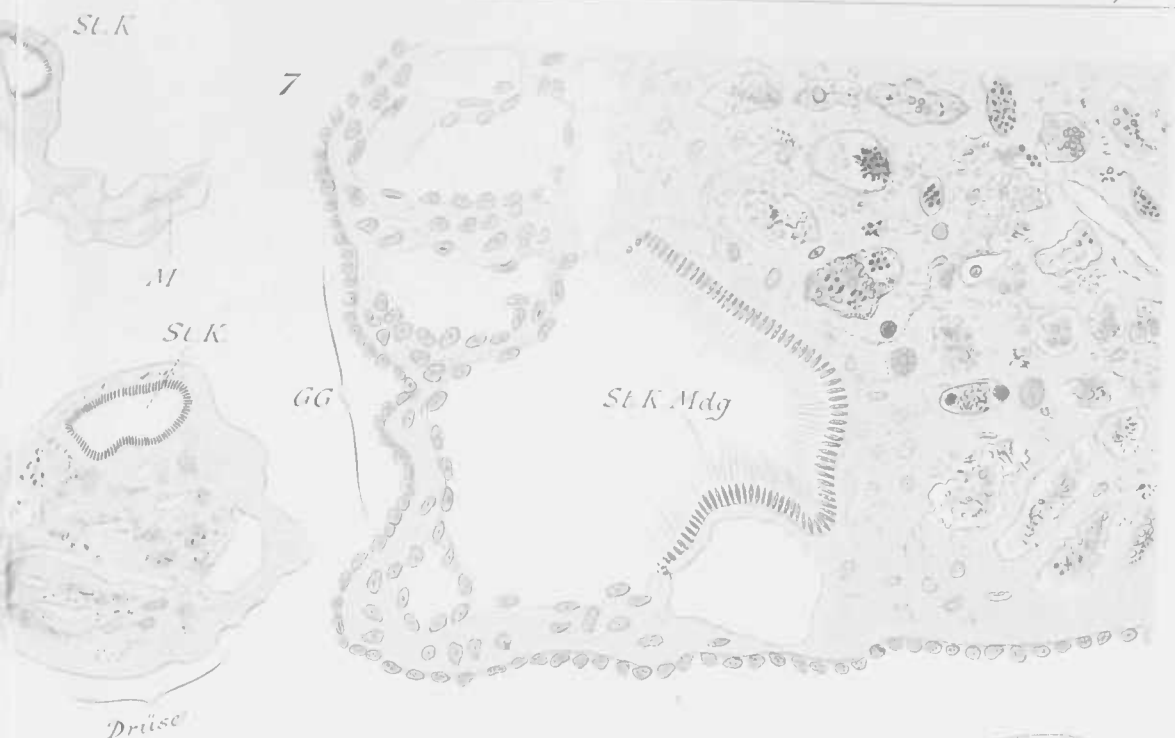






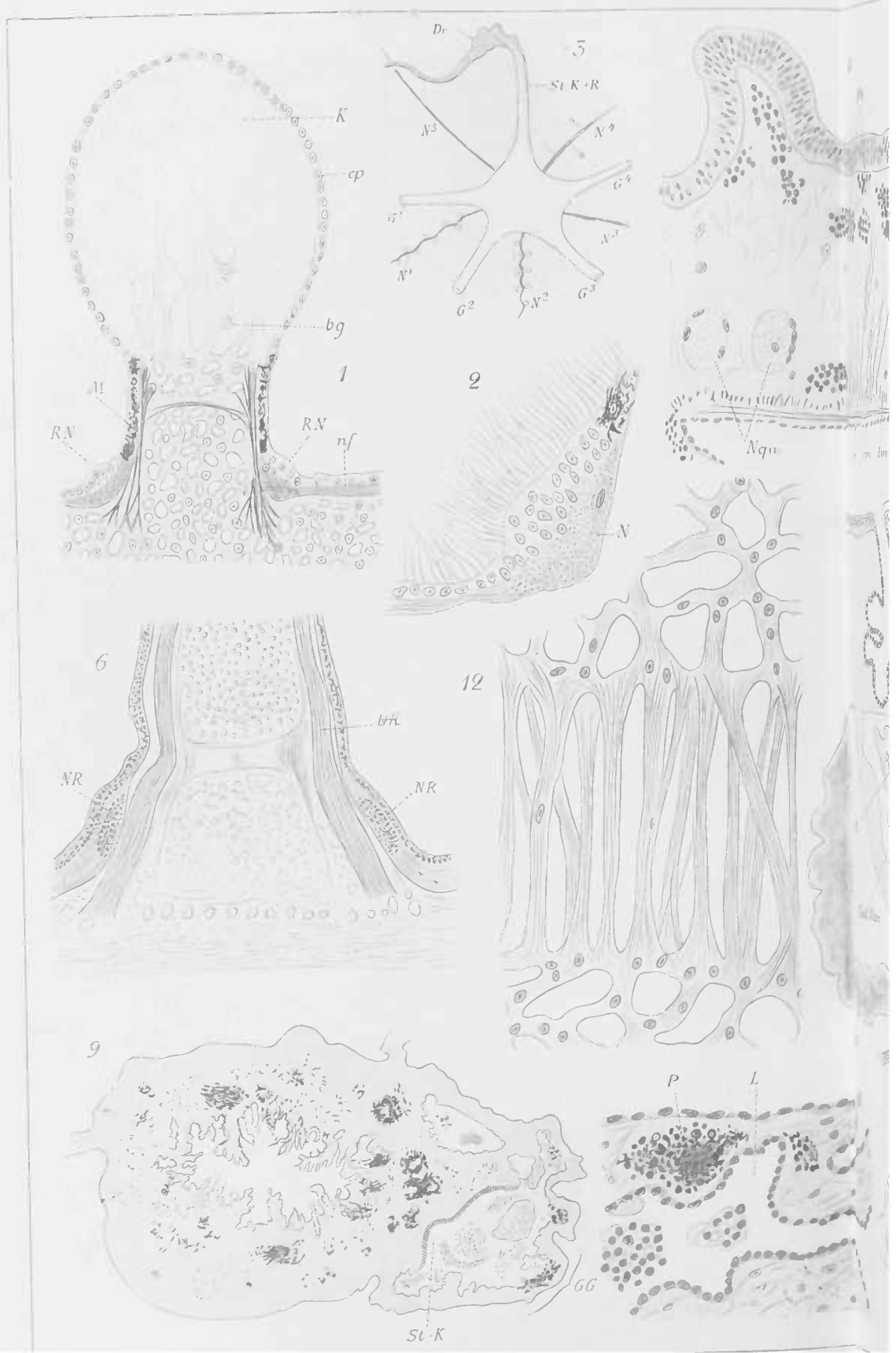


















Beiträge  
zur  
Histologie der Echinodermen.

Heft 4 (Schluss-Heft).

Anatomie und Histologie  
der  
Ophiuren und Crinoiden.

Von

**Dr. Otto Hamann,**

Dozent der Zoologie an der Universität in Göttingen.

Mit 12 Tafeln und 2 Holzschnitten.



**Jena,**  
Verlag von Gustav Fischer.  
1889.



# Inhalt.

	Seite
Einleitung	1
<b>1. Teil. Die Ophiuren.</b>	
<b>Kapitel 1. Das Nervensystem.</b>	
1. Allgemeine Anordnung	5
2. Die gegliederten radiären Nervenstämme	6
Anatomie derselben	6
Der feinere Bau	9
Der ventral-periphere Zellbelag und seine Ganglien	10
Der dorsal-periphere Zellbelag	11
3. Die vom radiären Nervenstamm entspringenden Nervenzüge, ihr Verlauf und ihre Ganglien	12
Nervi laterales primi und Ganglion pedale	12
Nervus ventralis, Ganglion ventrale, Nervus pedalis	13
N. apicalis, N. muscular. intervertebral. II.	14
N. laterales secund., N. intervertebral. I.	14
N. laterales tert.	15
4. Der Gehirnring	17
5. Die vom Gehirnring austretenden Nervenzüge	18
9. Die Hautnerven und die Nervenendigungen	19
7. Die Sinnesknospen der Füßchen von <i>Ophiothrix fragilis</i>	21
8. Das Nervensystem von <i>Ophiothrix fragilis</i>	22
9. Die Fühler und das Ende der radiären Nervenstämme	26
10. Die beweglichen Haken von <i>Ophiothrix fragilis</i>	26
11. Der Bau der Füßchen und die Nervenendigungen in denselben von <i>Ophioglyphia albida</i>	27
12. Die Mundfüßchen	28
13. Die Keulenstacheln von <i>Ophiomastix annulosa</i>	29
<b>Kapitel 2. Die Leibeshöhle (Enterocoel).</b>	
1. Die Wimperstreifen der Rückenwand	30
2. Der Rückenporus	31
3. Die Septen und Aufhängebänder	32

Kapitel 3. Das Wassergefäßsystem.		Seite
1.	Gefäßring und radiäre Stämme	32
2.	Steinkanal und Madreporenplatte	34
3.	Die Polischen Blasen	36
Kapitel 4. Das Schizocoel (Perihämalräume). (Längskanäle der Nervenstämme)		
1.	Lage und Bau derselben	37
Kapitel 5. Das Blutlakunensystem.		
1.	Der ventrale Blutlakunenring und seine radiären Äste	39
2.	Der dorso-ventrale Lakunenring	42
3.	Die von letzterem zum Darm führende Lakune	44
Kapitel 6. Die Genitalröhren und die Reifungsstätten der Urkeimzellen auf den Genitaltaschen.		
1.	Die Bursae mit den Genitalsäckchen	44
2.	Der Verlauf der Genitalröhren	46
3.	Die Entstehung der Genitalsäckchen	47
4.	Die weiblichen, die männlichen Genitalsäckchen	48
Kapitel 7. Der Darmtraktus.		
1.	Allgemeiner Bau	49
2.	Die Wimperzellen und ihr Bau	50
Kapitel 8. Das drüsige Organ.		
1.	Gestalt und Bau	53
Kapitel 9. Muskulatur und Bindesubstanz.		
1.	Doppelt schräg gestreifte Fasern	53
2.	Glatte, längsgestreifte Fasern	55
3.	Bindesubstanzfibrillen	55
<b>2. Teil. Die Crinoiden.</b>		
Kapitel 1. Das Nervensystem.		
Einleitung		61
1.	Das Zentralorgan des dorsalen Nervensystems	64
2.	Die fünf dorsalen Hauptnervenstämme und ihr Verlauf in den Armen (Chiasma nerv. brachial.)	68
3.	Die Nerven der Cirrhen	71
4.	Das ventrale (orale) Nervensystem, sein Zentralorgan, der mesodermale pentagonale Schlundring	72

	Seite
5. Die Verzweigungen des ventralen Nervensystems in den Armen und den Pinnulae	74
6. Das Nervensystem von <i>Antedon Eschrichtii</i>	76
7. Der epitheliale Nervenplexus	79
a) die Ambulacralnerven der Tentakelrinnen ( <i>Anted. rosac.</i> )	79
b) der Verlauf der Ambulacralnerven in der Scheibe	82
8. Die Nervenendigungen in der Haut	83
a) die Sinnespapillen auf den Tentakeln	83
b) die Nervenendigungen in der Haut der Arme	84
9. Das Nervensystem von <i>Antedon carinata</i>	85
10. <i>Pentacrinus decorus</i>	87

### Kapitel 2. Das Wassergefäßsystem.

1. Die Körperwand des Kelches	88
2. Die Topographie der Ambulacralgefäße	90
Ringkanal und die Steinkanäle	92
Die Kelchporen oder Porenkanäle	94

### Kapitel 3. Die Leibeshöhle. Das Enterocoel.

1. Ihr Bau im Kelch, Armen und Pinnulae	96
2. Die Wimpersäckchen der Pinnulae	99
3. Das sogenannte gekammerte Organ	101
4. Das gekammerte Organ ein Enterocoelhohlraum?	106

### Kapitel 4. Schizocoelräume und Blutlakunensystem.

1. Die Längskanäle der Arme	107
2. Genitalkanal	109
3. Blutlakunensystem des Darmtraktes und der Leibeshöhle	109
4. Der Zusammenhang zwischen Enterocoel und Schizocoel	111

### Kapitel 5. Das drüsige Organ (Dorsalorgan).

1. Bau derselben	113
2. Seine Verbindung mit den Genitalröhren	116

### Kapitel 6. Die Genitalröhren und die Reifungsstätten in den Pinnulae.

1. Genitalröhren und Urkeimzellen	117
a) Lagerung in den Armen	117
b) Lagerung im Kelch	118
2. Die Reifungsstätten der Urkeimzellen in den Pinnulae	119
3. Die Reifung der Eier von <i>Anted. Eschrichti</i>	121
4. Die Genitalöffnungen	121

### Kapitel 7. Muskulatur und Bindesubstanz.

1. Epithelmuskelzellen	122
2. Die glatten längsgestreiften Muskelfasern	124

	Seite
3. Die spindligen Muskelfasern	126
4. Die Bindesubstanz	127
5. Die blasigen Zellen	128
6. Die Sacculi oder runden Körper	128

Kapitel 8. Der Darmtraktus.

1. Bau desselben	129
2. Der Enddarm und die Afterröhre	129

**3. Teil. Allgemeiner Teil.**

Kapitel 1.

Kurze Zusammenfassung der in Heft 1—4 enthaltenen Hauptresultate unter Rücksichtnahme auf einige während der Arbeit erschienene Abhandlungen	132
Das Nervensystem	132
1. Ambulacral-Nervensystem	134
2. Das ambulacrale und mesodermale Nervensystem der Cri- noiden und sein Ursprung	136
3. Das periphere Nervensystem und die Sinnesorgane	139
4. Das Nervensystem im Darmtraktus	140
Die übrigen Organe	141

Kapitel 2. Zur Stammesgeschichte.

1. Die Verwandtschaftsverhältnisse	144
2. Die Pentactula-Hypothese	145

Anhang	149
Tafelerklärung	153

---



Herrn  
Professor Karl Möbius  
in Berlin

erlaubt sich diese Ophiuren-Studien zu widmen

der

**Verfasser.**



Die Resultate, zu welchen ich bei der Untersuchung der Ophiuren gekommen bin, sind mir nur ermöglicht worden durch Ihre Güte, hochverehrter Herr Professor, welche Sie mir während eines Aufenthaltes in Kiel in so reicher Weise zu Teil werden ließen, indem Sie mir die Mittel Ihres Institutes und zugleich einen Arbeitsplatz in demselben zur Verfügung stellten. So konnte ich in kurzer Zeit nicht nur ein reiches Arbeitsmaterial sammeln, sondern auch dasselbe nach den verschiedensten Methoden konservieren, indem mir die mannigfaltigsten Reagentien zur Hand waren.

Wenn ich diese Abhandlung, welche vornehmlich die an *Ophioglypha albida* Forb., der Ophiure des Kieler Busens, angestellten Untersuchungen wiedergibt, Ihnen mir erlaube zu widmen, so bitte ich, diese wenn auch nur geringe Gabe als ein Zeichen meiner bleibenden Dankbarkeit annehmen zu wollen!

---



## Einleitung.

Mit der Anatomie und Histologie der Ophiuren und Crinoiden schließe ich zunächst diese Beiträge ab. Bei der Beurteilung der Resultate bitte ich immer vor Augen zu haben, daß das Material — und dies gilt besonders von den Crinoiden — wochenlang entkalkt werden mußte, so daß feinere Details nicht beschrieben werden konnten. Zudem waren die Tiere teilweise vor mehreren Jahren konserviert, und zwar fast ausschließlich in Alkohol.

Von der Station zu Neapel bezog ich folgende Arten: *Ophioglyphia lacertosa*; *Amphiura virens* und *squamata*; *Ophioderma longicauda*; *Ophiothrix fragilis*; *Ophiomyxa pentagona*.

Sämtliche Arten waren vorzüglich erhalten und von Herrn SALVATORE LO BIANCO nach verschiedenen Methoden konserviert. Sie wurden in  $\frac{1}{3}$  ‰ Chromsäure entkalkt.

Zu besonderem Danke bin ich Herrn Prof. MÖBIUS verpflichtet, durch dessen Güte ich in kurzer Zeit große Mengen der *Ophioglyphia albida* erhielt. Da es mir vergönnt war, im Kieler zoolog. Institut in den Sommerferien 1884 arbeiten zu können, konnte ich sofort den Erfolg der Konservierung durch das Mikrotom kontrollieren. Im Sommer 1886 sammelte ich von neuem in Kiel Material, welches mit Sublimat, Pikrinschwefelsäure, Alkohol und  $\frac{1}{2}$  ‰ Chromsäure konserviert wurde. Alle übrigen Methoden ließ ich bei Seite, nur Osmiumsäure wurde ab und zu angewendet. Da die Ophiuren der Ostsee bedeutend weniger Kalk enthalten

als die der Nordsee, benutzte ich *Ophioglypha albida* später ausschließlich zur Untersuchung.

Eine ausgezeichnete Sammlung von Crinoiden verdanke ich der Güte von P. H. CARPENTER, welchem ich nicht genug meine Dankbarkeit versichern kann. Vor allem habe ich *Antedon Eschrichtii* benutzen können, da der Zustand der Tiere ein sehr guter war, während andere Arten weniger sich zu feinerer Untersuchung eigneten. Ich erhielt folgende Arten zugesendet: *Antedon Eschrichtii*, *carinata*, *Magellanica*, *antarctica*; *Actinometra parvicirra*, *paucicirra*, *nobilis*, *valida*; *Pentacrinus decorus*, *W. Thomsoni*.

Nur einen Teil meiner Resultate über die Crinoiden kann ich hier niederlegen, hoffe aber bei Gelegenheit in Anschluß an andere Arbeiten dieselben veröffentlichen zu können.

Göttingen, 8. August 1888.

I. Teil.

Die Ophiuren.

---





## Kapitel 1.

### Das Nervensystem.

Die Untersuchungen der Physiologen <sup>1)</sup> über die Bewegungen der Ophiuren haben so merkwürdige Resultate zu Tage gefördert, welche sogar eine gewisse Intelligenz dieser Tiere annehmen lassen, daß man von vornherein auf ein hoch organisiertes Nervensystem zu schließen berechtigt war. Einen kleinen Teil der Ergebnisse, zu welchen ich nun bei der Untersuchung dieses Organsystems gelangt war, habe ich bereits früher <sup>2)</sup> in Kürze mitgeteilt.

Es giebt wohl kaum eine andere Gruppe von niederen Wesen, welche mit den Ophiuren hinsichtlich der Entwicklung des peripheren Nervensystems einen Vergleich bestehen könnten, und unter den Echinodermen selbst nehmen sie mit den Crinoiden die erste Stufe ein; sie sind die am höchst entwickeltsten Formen, wenn man gegen den Satz nichts einzuwenden hat, daß je höher das Nervensystem entwickelt erscheint, auf einer desto höheren Stufe das Tier steht.

Die Betrachtung des Nervensystems beginne ich mit einer Schilderung des grob anatomischen Verhaltens, um dann sofort auf die feineren Verhältnisse einzugehen, soweit diese bei der Kleinheit und Einfachheit der Nervenfasern u. s. w. sich jetzt eruieren lassen.

---

1) PREYER, Über die Bewegungen der Seesterne, eine vergleichend physiologische Untersuchung, in: *Mitteil. d. zool. Stat. zu Neapel*, 1886, Bd. 7, sep. b. Friedländer, Berlin.

2) HAMANN, Vorläufige Mitteilungen zur Morphologie der Ophiuren, 1—4, in: *Nachrichten von der königl. Gesellschaft d. Wissenschaften u. der Georg-Augusts-Universität zu Göttingen*, 1887, No. 14. (Sitzung am 2. Juli.)

---

## 1. Allgemeine Anordnung.

Das Zentral-Nervensystem einer Ophiure setzt sich zusammen aus fünf Radial-Nervenstämmen in den Armen, welche, in der Scheibe angekommen, sich dichotomisch teilen und indem immer je zwei Äste mit einander verschmelzen, den Gehirnring bilden, welcher somit eine Kommissur zwischen den radiären Stämmen darstellt. Vom Gehirn strahlen Nervenzüge aus in die Darmwandung und zu den die Mundöffnung umgebenden Füßchen u. s. w., während aus den radiären Stämmen sämtliche Nerven zu den Füßchen der Arme (Strahlen), zur Muskulatur derselben u. s. w. sich abzweigen. Was die Lagerung des zentralen Nervensystems betrifft, so liegen der Nervenring wie die fünf Radial-Nervenstämme in Kanälen, und zwar in Schizocoelräumen (vergl. das Kapitel über die blutführenden Räume), in welchen die Nervenstämme selbst suspendiert sind.

## 2. Die gegliederten radiären Nervenstämme.

Wir treffen bei den Ophiuren so typisch gegliederte Nervenketten an, wie sie uns beispielsweise die Gliedertiere, speziell die Anneliden zeigen.

Der erste, welcher den gegliederten Bau erkannt und beschrieben hat, ist SIMROTH<sup>1)</sup> gewesen. Es war *Ophiactis viridis*, welche ihm zur Untersuchung vorlag. Merkwürdigerweise bestreitet LUDWIG die Angaben dieses Forschers, er hat niemals etwas derartiges beobachten können. Ich glaube dies auf Rechnung des Materials setzen zu müssen, da die Gliederung der radiären Nerven nicht nur bei der genannten Art, sondern bei allen von mir untersuchten Formen nicht deutlicher ausgeprägt sein kann, als sie es in der That ist.

Daß die Gliederung des Nerven eine noch viel größere ist, als SIMROTH vermutet hat, werde ich sogleich zeigen, indem ich der Reihe nach die aus ihm entspringenden paarigen Nervenzüge beschreiben werde. Auch hier sehen wir eine Sonderung in Ganglien und sie verbindende Nervenzüge eingetreten.

Der radiäre Nervenstamm kann mit einem Bande verglichen

---

1) SIMROTH, Anatomie und Schizogonie v. *Ophiactis virens*, in: Z. f. wiss. Zool., Bd. 27, 1876.

werden, welcher, wie durch SIMROTH, TEUSCHER, LUDWIG u. a. bekannt ist, über den Ventralplatten der Arme gelegen, von der Spitze derselben an bis zum Schlund in gerader Linie verläuft. Er liegt, wie die Figuren 1—9 auf Taf. I, welche Querschnittsbilder durch einen Arm wiedergeben, erkennen lassen, in einem Hohlraum, einem Längskanal, und trennt diesen durch seine Lage in zwei Hälften. Die Figuren 2—9 sind einer Serie von aufeinander folgenden Schnitten entlehnt, welche die Gestalt des Nervenstammes innerhalb eines Armgliedes erkennen lassen. Man sieht, wie die Gestalt des Nervenstammes eine sehr wechselnde ist. Vergleicht man hierzu noch ein Längsschnittbild durch einen Arm, wie es die Figuren 1 und 2 auf Tafel II zeigen, so wird die Lage des Nerven in seinem Längskanal *Sch* noch klarer.

Die letztgenannten Figuren geben zugleich ein deutliches Bild von der Gliederung des Nervenstammes. Wir sehen, wie ganglionäre Anschwellungen abwechseln mit Stellen, wo nur eine einzige Zellschicht die exzentrische Peripherie des Nerven bedeckt, und wie gerade hier — der Mitte eines Wirbels entsprechend — Nervenzüge in bogenförmiger Anordnung in den zentral gelegenen Wirbel eintreten und zur Zwischenwirbel-Muskulatur zu ziehen (mit *Nm* in der Figur 1 bezeichnet).

Haben wir uns jetzt über den gröberen Bau orientiert, so will ich zunächst den feineren Bau der Nervenstämme schildern, um hieran die in bestimmten Zwischenräumen abtretenden Nervenzüge, ihre Lagerung und Bau anzuschließen und dann den zentralen in der Scheibe gelegenen Nervenring in gleicher Weise besprechen. Untersucht man den Nervenstamm auf Längsschnitten, so zeigt sich, daß derselbe aus feinsten parallel zueinander verlaufenden Fibrillen besteht, wie sie in gleicher Weise auch bei den übrigen Echinodermen-Gruppen beschrieben wurden. Diese feinsten, kaum meßbaren Fibrillen nehmen Farbstoffe wenig oder gar nicht auf, bräunen sich aber, mit Osmiumsäure behandelt, und treten dann deutlich hervor in einer Weise, wie es Figur 6 auf Taf. II zur Darstellung bringt. Auf der unteren Fläche, das heißt der ventralen oder besser oralen, sind Zellen aufgelagert — nicht Kerne — wie bisher angegeben wurde. Ehe ich aber zur näheren Betrachtung dieser Zellen übergehe, muß ich hervorheben, daß auf der dorsalen Fläche sich ebenfalls Zellen vorfinden, welche aber von der eigentlichen Nervenmasse durch eine dünne hyaline Membran getrennt sind, welche im ganzen Verlaufe des Nervenstammes sich findet, in gleicher Weise wie im Gehirnring.

Auf der hyalinen Membran liegen diese Zellen aber nicht unmittelbar auf, sondern es lassen sich zwischen derselben und den Zellen feinste Fasern erkennen, welche in gleicher Richtung wie die Nervenfibrillen verlaufen. Der Beweis, daß diese Fasern echte Nervenfibrillen und daß die aufliegenden Zellen echte Ganglienzellen sind, soll sofort von mir erbracht werden.

Jene schon vorhin erwähnten bogenförmig in die zentralen Wirbel aufstrahlenden Nervenzüge (vergl. Fig. 1 auf Taf. II) entspringen nämlich nicht aus der jenseits der hyalinen Membran gelegenen Nervenfasermasse *nf*<sup>1</sup>, sondern sie werden von diesen oberflächlich peripher verlaufenden Nervenfibrillen gebildet, wie ein Längsschnittbild zeigt. In Fig. 6 auf Taf. II ist die hyaline Membran mit *hM* bezeichnet, die periphere Nervenfasermasse mit *nf*<sup>2</sup>, die großen ihr aufliegenden Ganglienzellen mit *gz*<sup>2</sup>. Ich habe hunderte von Schnitten mit diesen Nervenzügen in ihrem Ursprung untersucht und nie bei ihrer Bildung eine Beteiligung der ventral gelegenen, durch die Membran getrennten Nervenfibrillen gesehen. Weiter aber kann man beobachten, wie bei dem Ursprung seitlicher Nervenzüge sich ebenfalls Fibrillen der peripher gelegenen Fibrillenmasse beteiligen, wie Fig. 5 auf Taf. II erkennen läßt.

LANGE<sup>1)</sup> hat zuerst auf diese Zellen der dorsalen Fläche aufmerksam gemacht. Auch fand er die Fasern auf. Diese Zellen und Fasern sind nach ihm die einzigen nervösen Elemente und das eigentliche Nervenband ist für ihn kein zum Nervensystem gehöriger Bestandteil! Diese irrige Annahme hat LUDWIG<sup>2)</sup> bekämpft. Für ihn ist das Nervenband allein nervöser Natur, die Zellen und Fasern, welche peripher der dorsalen Fläche des Nervenbandes aufgelagert sind, haben nichts mit Ganglienzellen zu thun.

Daß nun aber thatsächlich sowohl das Nervenband als seine ihm aufgelagerten Elemente dem Nervensystem zuzuzählen sind, das werde ich noch im Einzelnen zu beweisen haben. Ein Blick aber auf die Figuren 1, 4, 6 auf Taf. II dürfte schon von der Wahrheit meiner Annahme überzeugen.

Dieselbe Zusammensetzung, wie der radiäre Nerv sie zeigt,

---

1) LANGE, Morphol. Studien an Echinodermen.

2) LUDWIG, Neue Beiträge zur Anatomie der Ophiuren, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 34, 1880, pag. 333.

treffen wir beim Gehirnring wieder an, es besteht somit eine Kontinuität sämtlicher nervösen Elemente.

Der feinere Bau des Nervenstammes ist an den Stellen am einfachsten, an welchen keine Ganglien liegen, das heißt zwischen je zwei Wirbeln, also im Bereich der Intervertebralmuskeln (vergl. Fig. 1, Taf. II). Figur 1, 2, 3 und 4 auf Taf. I zeigen Querschnitte durch diesen Teil eines Armes. Die Nervenfasermassen sind quer durchschnitten und treten dann in Gestalt einer feinkörnigen Masse auf.

Zwischen je zwei Wirbeln liegt dem Nervenstamm oralwärts nur eine Schicht von Zellen auf, wie der stark vergrößerte Querschnitt Fig. 10 auf Taf. II erkennen läßt. Auf der dorsalen oder apicalen Seite treten die querdurchschnittenen, in geringer Anzahl vorhandenen (dorsalen) Nervenfibrillen auf und ihnen aufgelagert Zellen, Ganglienzellen  $gz^2$ . In der Mittellinie des Nervenstammes verläuft das radiäre Blutgefäß, welche auf Taf. I in allen Figuren zu sehen ist und in Fig. 10 auf Taf. II stärker vergrößert wiedergegeben ist (*bl*).

Eine bisher den Beobachtern entgangene Erscheinung ist folgende. Vom Blutgefäß *bl* aus ziehen, die Nervenfasermasse  $nf^1$  senkrecht durchsetzend, grobe Stränge bis zu den ventral-peripher gelagerten Zellen. Welcher Natur sind diese Stränge? Nervöser Natur sind sie nicht, da sie sich mit neutraler Karminlösung in anderer Weise als die Nervenfibrillen färben und mit Osmiumsäure behandelt einen anderen Ton annehmen als die echten Nervenfasern.

Da nun aber diese Fortsätze nur in der Mittellinie des Nervenstammes sich an dieser Stelle finden, so könnte man daran denken, sie als feinste Blutcapillaren in Anspruch zu nehmen. So oft und so viele Präparate ich aber auch untersucht habe, immer erhielt ich die Überzeugung, daß diese Fortsätze an der hyalinen dorsalen Membran sich anheften und solide Gebilde seien. Weiter aber ist noch folgendes in Betracht zu ziehen. Diese Fortsätze lassen sich, wie auch die Figuren 10 und 11 auf Taf. II zeigen, bis zu dem ventral-peripheren Zellbelag verfolgen, ja hängen mit diesem zusammen.

Da es nicht angeht, bei der Klein- und Feinheit des Nervenstammes Mazerationspräparate anzufertigen, welche sichere Resultate bieten könnten, brachte ich Querschnitte in Glycerin und isolierte durch Klopfen auf das Deckglas die einzelnen Elemente des Nerven. Fig. 12 auf Taf. II zeigt zwei Zellen, welche in direktem Zusammenhang mit je einem Fortsatz stehen

und ich nenne diese Zellen Stützzellen. Sie sind dazu da, sowohl den Nervenfibrillen selbst als auch dem Blutgefäße eine feste Stütze zu geben.

Nebenher will ich erwähnen, daß ich auf mit Chromsäure gehärteten und mit WEIGERT'scher Nerven Färbung behandelten Schnitten diese Fortsätze oft spiralig aufgerollt vorfand, so daß es gerechtfertigt scheint, ihnen eine gewisse Elastizität zuzuschreiben.

Alle Zellen, welche nicht solche Fortsätze ausgeschieden haben, nehme ich als Ganglienzellen in Anspruch. Es besteht somit der ventral-periphere Zellbelag zwischen je zwei Wirbeln aus einer Schicht von teils Ganglien-, teils Stützzellen. Diese Zellen selbst bespreche ich weiter unten im Zusammenhang ebenso wie die dorsal-peripher gelagerten.

Untersuchen wir den Radiär-Nervenstamm da, wo ein Füßchenpaar liegt und sich aus ihm Nervenzüge zu diesen abzweigen, so sehen wir, daß der ventral-periphere Zellbelag noch immer einschichtig ist und selbst jenseits des Füßchens (Fig. 3 auf Taf. I) diesen Bau beibehält. Je weiter wir aber jetzt die folgenden Schnitte durchmustern, desto verändert sind die Bilder, die sich uns jetzt bieten: Wir treffen einen ventral-peripheren mehrschichtigen Zellbelag an, der ziemlich unvermittelt auftritt und die Mitte des Wirbels einnimmt (vergl. Fig. 1 und 2 auf Taf. II und Fig. 6 ebenda). Zu gleicher Zeit ist die allgemeine Gestalt des Nerven, wie sie der Querschnitt zeigt, verändert (Fig. 5 auf Taf. I).

In gleicher Weise finden wir nun auch den dorsal-peripheren Zellbelag verdickt, wie dieselben Figuren zeigen, besonders aber Fig. 5 und 6 auf Taf. II.

#### Der ventral-periphere Zellbelag und seine Ganglien.

Wir haben denselben bereits betrachtet, soweit er einschichtig erschien und im Bereich der jedesmaligen Intervertebralmuskeln gelegen war. Im Bereich der Wirbel sehen wir denselben mehrschichtig und ist der Übergang zwischen den einschichtigen und mehrschichtigen Zellenlagen, wie schon erwähnt, ein meist sehr unvermittelter, wie Fig. 6 auf Taf. II überzeugen kann.

Der mehrschichtige Zellbelag kann, da er sich aus Ganglienzellen zusammensetzt, als die ventral-peripheren Ganglien der radiären Nervenstämme zusammengefaßt werden.

Bei schlechter Konservierung sieht man auf Quer- wie Längsschnitten nur Kerne, und es scheint, als beständen diese Ganglienknoten nicht aus Zellen. Gut konserviertes Material zeigt aber, daß Zellgrenzen vorhanden sind und daß die Ganglienzellen einen hellen Leib besitzen, während tingierbare Substanz oft nur im nächsten Bereich des Kernes liegt.

Die Ganglienzellen besitzen einen kugligen Kern, welcher 0,003—0,004 mm im Durchmesser mißt und ein Netzwerk sehr deutlich zeigt.

Die Zellsubstanz ist sehr hell und nur im nächsten Bereich des Kernes findet sich eine geringe Menge feinkörniger tingierbarer Substanz und nur in seltenen Fällen färbte sich der Ganglienzellenleib vollkommen (vergl. Fig. 5 auf Taf. IV). Der Leib selbst erscheint auf Klopffpräparaten stachlig oder sternförmig, die Fortsätze sind stets abgerissen. Immerhin läßt sich soviel feststellen, daß die Ganglienzellen multipolar sind.

Stützzellen kommen in diesen Ganglienknoten nicht vor; sie treten an der Grenze derselben auf, da, wo das Ganglion abgeflacht ist und in den einschichtigen Zellbelag übergeht, welcher im Bereich der Intervertebralmuskeln liegt.

#### Der dorsal-periphere Zellbelag und seine Nervenfasern und Ganglien.

Daß die Zellen, welche dem radiären Nervenstamm auf seiner dorsalen (apicalen) Fläche aufgelagert liegen, Ganglienzellen sind, habe ich bereits betont. Wir treffen diese Zellen ebenfalls wie die ventralen in bestimmte Territorien eingeteilt, Ganglien bildend. Zwischen den Ganglien verlaufen die Nervenfasern, von nur wenigen Zellen bedeckt. Die Ganglien sind denen der ventralen Fläche parallel gelagert, also im Zentrum des Wirbels, während die Zwischenwirbelpartie frei von ihnen ist. Die Ganglien sind paarig angeordnet, wie Querschnittsbilder Fig. 4, 5, 6 auf Taf. I, erkennen lassen. Das hat seinen Grund darin, dass die Blutlakupe in der Mittellinie des Nervenstammes (parallel zu diesem) verläuft und so nur rechts und links von ihr Platz für die Nervenfasern mit ihrem Zellbelag ist. Die Ganglien bestehen aus höchstens zwei bis drei Lagen von Zellen, welche da, wo der Intervertebralnerv entspringt (Fig. 6, Taf. II), diesen ein Stück begleiten. Die Nervenfasern sind, wie Längsschnitte zeigen, von gleicher Beschaffenheit, Feinheit und Zartheit wie die ventral liegenden. Die Ganglienzellen besitzen einen großen Leib, der

glasig hell erscheint und sich deutlich abhebt, so dass man an eine Membran denken könnte, welche ihn umhüllte. Eine solche ist aber nicht vorhanden. Vom kugligen Kern aus sieht man oft sehr deutlich feinkörnige Stränge durch die helle Zellsubstanz sich erstrecken, ebenso wie um den Kern eine feingranulierte färbbare Masse angehäuft liegt. Daß diese Zellen feine Fortsätze besitzen, läßt sich schwer erkennen, immerhin ist es mir mehrere Male gelungen, ihre sternförmige oder spindelige Gestalt zur Anschauung zu bringen. Die Größe dieser Zellen beträgt ungefähr 0,01 mm, die ihres Kernes 0,004 mm.

Während wir so die Ganglienzellen als peripher gelagert erkannt haben, ist noch hervorzuheben, daß, allerdings sehr selten, hier und da regellos Ganglienzellen zwischen der Hauptmasse der Nervenfibrillen angetroffen werden. Sie unterscheiden sich insofern von den übrigen, als man solche mit ovalem Kern antrifft. Diese dürften wohl bipolaren Zellen angehören. Zwischen den beiden Ganglien besteht eine Verbindung, welche schon LANGE gesehen und abgebildet hat. Diese Kommissur erstreckt sich als aus Nervenfibrillen bestehend quer über die Blutlücke, und zwar liegt sie da, wo die Intervertebralnerven entspringen, wie derselbe Autor richtig beobachtet hat.

### **3. Die vom radiären Nervenstamm entspringenden Nerven- züge, ihr Verlauf und ihre Ganglien.**

Um die in regelmäßigen Abständen vom radiären Nervenstamm austretenden Nervenzüge zur Anschauung zu bringen und ihr Verhalten in ihren Verzweigungen darzulegen, habe ich auf Tafel I eine Reihe von aufeinanderfolgenden Bildern gegeben, die sämtlich mit der Camera gezeichnet worden sind.

Den einzelnen Nerven habe ich ebenso wie den in ihrem Verlauf vorkommenden Ganglien besondere Namen gegeben, um damit die Regelmäßigkeit ihres Vorkommens anzudeuten.

*Nervi laterales primi.* Unter dieser Bezeichnung fasse ich die paarigen Nervenzüge zusammen, welche da austreten, wo die Füßchen gelagert sind, also im Bereich der Zwischenwirbelmuskeln (vergl. Fig. 2, Taf. I).

Das nach einer stärkeren Vergrößerung in Fig. 1 auf Taf. IV gezeichnete Bild giebt die Art und Weise dieses Austrittes des ersten Lateralnerven wieder. Es formieren sich aus der zentralen



Nervenmasse, die quer durchschnitten ist, an den Seitenenden Nervenfibrillen zu einem Bündel und ziehen, ventralwärts von Ganglienzellen aus dem ventral-peripheren Zellenbelag begleitet, bis zum Füßchen. Weiter beteiligen sich aber bei der Bildung dieses Nerven Fibrillen des dorsal-peripheren Belages, wie sich auf Schnittserien leicht verfolgen läßt.

An dem Füßchen angekommen, umgreifen sie dasselbe, indem es zur Bildung eines Ganglions kommt, welches ich als Ganglion pedale zu bezeichnen vorschlage. Dieses Ganglion liegt in der Bindesubstanz, in welche der Lateralnerv — nach seinem kurzen Verlauf im radiären Schizocoelkanal — eingetreten ist.

Ein Querschnitt durch das Ganglion zeigt, daß seine Fasern zirkulär verlaufen. Die Ganglienzellen, welche peripher liegen, lassen dieselbe Gestalt wie die in den Nervenstämmen erkennen. Nur hier und da sieht man eine Zelle zwischen den Nervenfasern gelagert.

Von diesem Ganglion pedale entspringen verschiedene Nerven. Zunächst erwähne ich einen Nervenzug, welcher ventralwärts sich wendet und der Wandung des Schizocoelkanals eng anliegend verläuft.

1) Der Nervus ventralis. Beide Nerv. ventrales, der der rechten und der der linken Seite, treffen sich in der Medianlinie der Ventralseite und hier kommt es zur Bildung eines Ganglions, des Ganglion ventrale (Fig. 1, Taf. I *G.v.*). Dieses Ganglion mit seinen großen Zellen kann in zwei Teile zerfallen, gewöhnlich aber zeigt sich eine gemeinsame Masse. Fig. 8 auf Taf. II zeigt dasselbe stärker vergrößert. Die Zellen sind anscheinend unipolar und läßt sich nur ein Fortsatz, welcher ventralwärts gewendet ist, erkennen. Die Ganglienzellen färben sich mit neutraler Karminlösung rosa, ihre Größe kann mit 0,007 mm, die ihres kugligen Kernes mit 0,005 angegeben werden. Von diesem Ganglion ventrale strahlen Nervenzüge von geringem Durchmesser (0,004 bis 0,003 mm) ventralwärts, um nach mehrfachen Verzweigungen, die verkalkte Bindesubstanz durchsetzend, im Epithel der Ventralfläche zu enden (Fig. 2, Taf. I und Fig. 5, Taf. III). In welcher Weise dies geschieht, weiter unten.

Vom Ganglion pedale nehmen aber außer je einem Ventralnerven noch folgende Nerven ihren Ursprung:

2) Ein Nervus pedalis, welcher in das Füßchen eintritt und in später zu beschreibender Weise bis zur Spitze desselben

verfolgt werden kann. Er besteht aus einem Bündel Nervenfasern, denen Ganglienzellen meist peripher aufgelagert sind und ist auf dem Querschnitt rundlich bis eiförmig. Weiter nimmt

3) ein *Nervus apicalis* aus dem pedalen Ganglion — und zwar aus dem der Dorsalseite zugekehrten Fläche — seinen Ursprung und zieht immer dem Coelomepithel angelagert nach der Rückenfläche, um sich hier in verschiedene Nervenzüge aufzulösen, die ihrerseits zum Rückenepithel ziehen, wie Fig. 2 und 1 auf Taf. I zeigen. Zur Bildung eines Ganglions wie auf der Ventralseite kommt es nicht, da die beiderseitigen Nervenzüge nicht zusammentreffen und verschmelzen. Weiter nehmen ihren Ursprung

4) ein *Nervus musc. intervertebralis*, welcher in den Wirbel eintritt und sich hier verzweigt, teilweise aber in einem Ganglion, dem Ganglion intervertebrale zu enden scheint, von welchem aus weitere Nervenzüge austreten und die Intervertebralmuskeln versorgen. Da aber mit diesem Ganglion noch die Nervenfasern des *Nervus musc. intervertebralis* zusammenhängen, so komme ich bei Besprechung des letzteren nochmals auf dasselbe.

5) Als *Nervi laterales II* bezeichne ich Nervenzüge, welche teils vom Pedalganglion, teils aber unmittelbar hinter demselben aus dem Nervenstamm austreten, wie Fig. 4 Taf. I lehrt. Der Austritt dieser Nerven ist in Fig. 6 Taf. III in ihrer weiteren Verzweigung sehr gut zu sehen. Unmittelbar nach ihrem Ursprung teilt sich die Nervenmasse in eine Anzahl von baumförmig ausstrahlender Nervenzüge, welche teils in der verkalkten Bindestanz nach dem Rücken, teils nach der Seite, teils nach der Ventralseite ziehen. Ihr Ziel ist das Körperepithel. Einzelne Züge treten auch in den Wirbel selbst ein und lassen sich hier verfolgen bis zum Epithel der radiären Wassergefäße, zu deren Muskulatur (s. unten) sie herantreten.

Hervorzuheben ist, daß bei der Bildung der *Nervi laterales II* sich Nervenfasern und Zellen des dorsal-peripheren Belages beteiligen.

An der Stelle, an welcher diese Nerven entspringen, ist der ventrale Belag des Nervenstammes bereits stark verdickt, man erkennt 2—3 Lagen von Ganglienzellen, das heißt, wir sind bereits im Bereich des Wirbels und eines vertebralen Ganglions des Nervenstammes. Die nächsten Schnitte, Fig. 5 und 6 auf Taf. I zeigen dies deutlich. Auf diesen Schnitten sehen wir überall noch

die Verzweigungen unserer Nerven, wie sie in baumförmiger Verästelung zum Körperepithel streben. Im Zentrum der vertebralen Ganglien erhebt sich ein Nervenpaar, die *Nervi musculorum intervertebraliu m I* (Fig. 5, Taf. I). Sie laufen parallel zu einander dorsalwärts und treten in den Wirbel ein. Auf den folgenden Schnitten trifft man sie in Gestalt zweier annähernd kuglicher Gebilde an, indem sie querdurchschnitten sind und in einem Bogen verlaufen, den folgenden Intervertebralmuskeln zustrebend. Ihr Verlauf ist auf einem Längsschnitt durch den Arm (Fig. 1, Taf. II) am besten zu erkennen. Sie enden, wenigstens der größte Teil ihrer Fasern, im Ganglion intervertebrale, durch welches eine Verbindung mit dem *Nerv. muscul. interv. II* hergestellt wird, denn auf Fig. 9 folgt fast unmittelbar Fig. 1 (Taf. I), also ein Querschnitt unmittelbar vor dem Ursprung der Füßchen geführt.

Diese *Nervi muscul. intervertebr. I* entspringen nicht aus der zentralen Nervenfasermasse, sondern aus dem dorsal-peripheren Belag, und zwar ist hier dieser Belag ungemein verdickt, er bildet ein Ganglion (Fig. 5, Taf. I und Fig. 1, Taf. II). Wie sich im einzelnen dieser Ursprung gestaltet, zeigt ein Längsschnitt durch den Nervenstamm. In Fig. 6, Taf. II ist der dorsale Zellbelag mit *nf<sup>2</sup>* bezeichnet, der Nerv mit *Nmi I*. An seiner Basis sehen wir die großblasigen Ganglienzellen angehäuft, während der Nervenzug selbst durch den Schizocoel-Längskanal hindurchsetzt und in die verkalkte Binde substanz eintritt. Der Durchmesser dieses Nervenzuges beträgt an allen Stellen 0,008 mm; die Breite des radiären Nervenstammes an der Stelle des Ursprunges 0,17 mm; die Höhe 0,05 mm; die Höhe des ventral-peripheren Ganglions 0,02 mm.

Als weitere vom radiären Nervenstamm selbst sich abzweigende Nerven führe ich auf:

*Nervus lateralis III*, rechts und links je einer (Fig. 7, Taf. I). Es sind die schwächsten der Lateralnerven. Ihre Verzweigung beginnt bald nach ihrem Eintritt in die seitlichen Körperteile und strahlen sie sich mehr und mehr verästelnd bis zu der Haut, dem Körperepithel. Einzelne der Aeste nehmen ihren Weg zum Epithel der ventralen Seite. Kurz nach dem Austritt dieser Nerven, welcher noch im Bereich eines Ganglions des ventralen Zellbelages geschieht, tritt der Nervenstamm in den Bereich der Intervertebralmuskeln ein.

Über den Verlauf der zum Epithel ziehenden Nervenäste ist noch einiges hinzuzufügen. Betrachtet man Fig. 1 auf Taf. II, so

sieht man, wie das Epithel der Ventralseite vor allem versorgt wird durch die Nerven, welche vom Ganglion ventrale ausgehen, und daß der zwischen je zwei Ganglien liegende Teil der Ventralseite besonders nervöser Natur ist. Zwischen diesen beiden hauptsächlich mit Nervenendigungen versehenen Stellen sind nur im geringeren Maße solche vorhanden. Von welchen Nervenzügen diese herrühren, ist bereits besprochen.

Weiter ist aus Fig. 2 auf Taf. II der eigentümliche Verlauf der *Nervi apicales* ersichtlich, welche nach der dorsalen Medianlinie des Armes zu streben und fortwährend Äste zum Hautepithel entsenden. Diese besonders nervösen Stellen der Rücken- wie Bauchfläche entsprechen in ihrer Lage denen der ventralen Seite, sie liegen ebenfalls zwischen je zwei Wirbeln und lassen sich am lebenden Tiere als die besonders prominierenden Stellen der Rücken- wie Bauchfläche bezeichnen.

Zu diesen Nerven kommen noch zehn Nervenäste hinzu, welche LUDWIG<sup>1)</sup> aufgefunden hat und welche zu den Bursae führen, die *Nervi bursarum*. Sie entspringen aus dem Ganglion pedale des zweiten Mundfüßchenpaares.

---

Von den soeben beschriebenen Nerven war bekannt ein sog. Füßchennerv, wie er von den Autoren genannt wird und durch TEUSCHER<sup>2)</sup> als der *Nerv. intervertebralis I* abgebildet worden. Über seinen Ursprung aber erfahren wir nichts genaueres. LUDWIG<sup>3)</sup> hat dann den Verlauf dieses Nerven geschildert. Nicht übereinstimmen kann ich mit ihm, wenn er die Nerven zu den Mundfüßchenpaaren vom radiären Nervenstamm herleitet. Sie entspringen unstreitig vom Gehirnring und habe ich sie bei Besprechung desselben zu beschreiben.

Der ventrale periphere Zellbelag wird in ganzer Ausdehnung von einer hyalinen, sich nicht färbenden Membran gegen den Schizocoelkanal abgegrenzt; diese ist in Fig. 6 auf Taf. III mit *M.* bezeichnet. Bei Besprechung der Schizocoelräume komme ich nochmals auf dieselbe.

---

1) LUDWIG, Neue Beiträge zur Anatomie der Ophiuren, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 34, 1880.

2) TEUSCHER, Jenaische Zeitschrift, Bd. 10.

3) LUDWIG, Morpholog. Stud. an Echinod., in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 31, 1878.

#### 4. Der Gehirnring.

Der Gehirnring liegt nicht mit den radiären Nervenstämmen in einer Ebene, sondern höher als diese und steigen die letzteren, ehe sie denselben bilden, aufwärts, wie Fig. 3 auf Taf. II zeigt. Dieser Längsschnitt durch das ganze Tier zeigt am besten den Verlauf des Gehirns unmittelbar in der Nähe des Schlundes. Er wird da, wo die fünf Mundfüßchen liegen, nur von einer geringen Menge verkalkter Binde substanz überdeckt, wie Fig. 1, Taf. II zeigt.

Der Gehirnring liegt wie die radiären Stämme in einem Hohlraum, einem zirkulär verlaufenden Schizocoel-Ringkanal. Er ist nicht im Zentrum desselben quer aufgehängt, sondern liegt meist so, daß der Kanal als einlumig erscheint, und oralwärts direkt an die Binde substanz zu stoßen scheint (Fig. 1, Taf. III).

Querschnitte durch den Gehirnring zeigen, daß der ventrale Zellbelag in zwei Anhäufungen oder Ganglien getrennt ist. Ein solches Bild giebt der Gehirnring unmittelbar nach dem Eintritt eines Nervenstammes (Fig. 4, Taf. III). Dabei ist der dorsale Zellbelag mit seinen großblasigen Zellen und seinen Nervenfasern, welche ebenfalls zirkulär verlaufen, sehr gut zu beobachten.

Ein Querschnitt an der Stelle, wo eins der fünf Mundfüßchen entspringt (Fig. 1 auf Taf. III), zeigt beide Ganglien in ungleicher Gestalt. Das dem Darne zugekehrte ist gut ausgebildet, während das zweite weniger hervortritt, dafür aber viele Ganglienzellen im Innern der konzentrisch verlaufenden Nervenfasermasse liegen. Fig. 2, Taf. IV zeigt hingegen wiederum beide Anhäufungen von Zellen deutlich hervortretend.

Feinerer Bau. Während in den radiären Nervenstämmen die Zellen mit ihren kugeligen Kernen keine besondere Differenz im Bau zeigten, können wir im Gehirnring zwei verschiedene Formen von Zellen unterscheiden, welche man wohl beide als Ganglienzellen zu deuten haben wird, da Stützfasern von keiner Zelle ausgeschieden sind. Sie fehlen im Gehirnring vollständig. Beide Zellformen unterscheiden sich zunächst durch ihre Größe. Die einen sind peripher gelagert, von kleinerer Gestalt und besitzen einen kugeligen Kern, welcher sich tief dunkel färbt.

Die zweite Zellform zeichnet sich durch ihren großen Leib aus, dessen feinkörnige Substanz mäßig den Farbstoff aufnimmt, und durch einen großen Kern, von ebenfalls kugliger Gestalt.

Dieser Zellkern färbt sich nur wenig und sind so diese Zellen leicht von den übrigen zu unterscheiden. Dabei liegen sie mehr zentral, umhüllt von den kleineren Zellen (Fig. 4, Taf. III).

Die Zellgrenzen der kleineren Zellen sind sehr schwer zu erkennen und kann ich über ihre Form wenig aussagen. Der Kern mißt 0,003 mm.

Die großen Ganglienzellen, wie sie Fig. 5 auf Taf. IV zeigt, besitzen eine ovale Gestalt und lassen einen oder mehrere Fortsätze, welche der Nervenfasermasse zugekehrt sind, erkennen. Ihre Größe variiert zwischen 0,007 mm und 0,01 mm. Ihr Kern mißt 0,004 mm. Beide Kernformen zeigen ein Kernnetz sehr deutlich erhalten.

Die Ganglienzellen des dorsalen Belages zeigen dieselben Formen wie in den radiären Nervenstämmen. Sie sind an einzelnen Stellen angehäuft, ohne daß aber eine besondere Regel sich aufstellen ließe (Fig. 2 auf Taf. III).

Diese beiden Zellformen, welche schon im letzten Abschnitt des Nervenstammes hervortreten, sind bisher noch nicht beobachtet worden. Es unterscheidet sich somit der Gehirnring vom Nervenstamm ganz wesentlich im Bau (ausgenommen *Ophiothrix fragilis*).

### 5. Die vom Gehirnring austretenden Nervenzüge.

Vom Gehirnring treten eine ganze Reihe größtenteils bisher unbekannter Nervenzüge aus, so zunächst zehn Nervenzüge zu den zehn oberen Mundfüßchen; zwischen diesen gelegen fünf Nervenzüge zu den inneren adoralen Muskeln (*Musc. interr. adoral. intern.*) und zu den äußeren (*Musc. interr. adoral. extern.*).

Außerdem treten zehn Nervenzüge vom Gehirnring aus in die Wandung des Schlundes ein (Fig. 2, Taf. III). Es verlaufen diese Nervenzüge der Bindesubstanzschicht des Darmes aufliegend zwischen den basalen Fortsätzen der Schlundepithelzellen.

Verfolgen wir den Austritt der Nervenzüge, welche zu den *Muscul. interr.* ziehen, so sehen wir, wie der größte Teil ihrer Nervenfasern aus der zentralen Masse des Gehirnringes austreten und wie Ganglienzellen ihnen peripher aufliegen. Es kommt zur Bildung eines Ganglions, das heißt einer Anhäufung von Ganglienzellen nicht weit nach dem Ursprung des Nerven, wie Fig. 2 auf Taf. IV zeigt, und hierauf tritt eine Gabelung ein, indem die einzelnen Züge zu den inneren Interradialmuskeln ziehen und diese

geradezu umspinnen ( $n^1$  und  $n^2$  in Fig. 2). Diesen Nervenzug will ich als Nerv. muscul. interr. intern. bezeichnen im Gegensatz zu einem zweiten, dem Nerv. muscul. interr. extern., welcher sich direkt zu den äußeren Muskeln (*Mie* in Fig. 2) wendet und diese umspinnt. Auch hier kommt es zur Bildung eines Ganglions. Beim Ursprung des letzten Nerven beteiligen sich unstreitig auch Fasern und Zellen des dorsalen Belages neben solchen der zentralen Nervenmasse.

**Geschichtliches.** Der Bau des Gehirnringes mit seinen zweierlei Ganglienzellen war bisher unbekannt, denn auch der letzte<sup>1)</sup> Untersucher der Ophiuren ließ die ferneren Verhältnisse absichtlich unberücksichtigt.

KOEHLER hält den dorso-peripheren Zellbelag für bindegewebiger Natur, sowohl im Gehirnring wie in den radiären Nervenstämmen.

Ich glaube aber, daß er, sobald gezeigt worden ist, daß die dorsalen Intervertebral-Nerven ihren Ursprung allein aus diesem Zellbelag mit seinen Fasern nehmen, nicht anstehen wird, seine Ansicht fallen zu lassen und mir beizupflichten.

Über die Arbeit von APOSTOLIDÉS<sup>2)</sup>, soweit sie das Nervensystem anlangt, habe ich folgendes zu bemerken. Seine Angaben stehen mit denen sämtlicher übriger Forscher in Widerspruch, wie KOEHLER schon hervorhebt. Auf seine Resultate einzugehen verlohnt nicht der Mühe, da Figuren wie Fig. 4 auf Taf. X nur gewonnen werden können, wenn man nicht gut konserviertes Material vor sich hat. Ob das, was uns in Abbildungen gezeigt wird, überhaupt das Nervensystem darstellt, ist mir überdies noch sehr fraglich.

## 6. Die Hautnerven und die Nervendigungen.

Der Ursprung der zur Haut ziehenden Nervenzüge ist bereits geschildert worden, so daß ich nur hier die Verzweigungen in der verkalkten Binde substanz bespreche.

Ein Blick auf das Querschnittsbild Fig. 6 auf Taf. III zeigt, in welcher Weise die bisher noch unbeschrieben gebliebenen Nerven sich verästeln und zur Haut strahlen.

---

1) KOEHLER, Appareil circulatoire des Ophiures, in: *Annal. d. scienc. natur.*, 7. Sér., Bd. 2, 1887.

2) APOSTOLIDÉS, Anatomie et Développement des Ophiures, in: *Arch. Zool. expér.*, T. 10, 1882.

Die einzelnen Nervenbündel von feinsten eng miteinander verbundenen Nervenfasern verlaufen in der Bindesubstanz, welche unverkalkt geblieben ist und in den Lücken und Hohlräumen der Kalkplatten liegt. Alle die hellen Stellen in der Figur werden von dem Kalkskelett eingenommen, welches durch Säurebehandlung entfernt worden ist. Man hat sich die unverkalkte Bindesubstanz als ein Maschennetz vorzustellen, in welchem die Maschen von dem Kalkskelett eingenommen, die Fäden aber die restierende Bindesubstanz vorstellen. In letzterer eben verlaufen die Nervenzüge.

Der Durchmesser derselben, annähernd kreisrund, schwankt zwischen 0,01 und 0,004 mm. Große Ganglienzellen, welche die fixen Bindesubstanzzellen an Größe des Kernes überragen, liegen ihnen peripher aufgelagert und da, wo eine Teilung eines Nerven eintritt, gewöhnlich in größerer Anzahl. Es lassen sich alle Nervenzüge bis zum Körperepithel verfolgen; hier enden sie in eigentümlicher Weise.

Das Körperepithel, die Epidermis besteht mit Ausnahme weniger getrennt zu besprechender Stellen aus einer Schicht von Zellen, welche annähernd kubisch geformt sind. Am erwachsenen Tiere sind die Zellgrenzen nicht mehr wahrnehmbar und die Zellkerne von kugliger Gestalt lagern in einer feinkörnigen Substanz. Ja es kann sogar vorkommen, daß die Epidermis von der Cutis, der verkalkten Bindesubstanzschicht kaum zu trennen ist, weil eine Basalmembran fehlt.

An gut konservierten Tieren ist ein einschichtiges Epithel stets zu unterscheiden. Erkennt man ein solches nicht, so ist das Material nicht in zur Untersuchung dienlichem Zustande.

Eine Cuticula, welche je nach der Konservierungsflüssigkeit bald stark, bald in geringerem Maße hervortritt, überzieht das Epithel und fehlt nur an wenigen Stellen. Ihre Dicke beträgt 0,002 mm; die Höhe des Epithels 0,005 mm.

An denjenigen Orten nun, wo ein Nervenzug in senkrechter Richtung zum Epithel tritt, ist derselbe verdickt. Der Nervenzug endet, indem er sich trichterförmig ausbreitet und Fasern nach den verschiedenen Richtungen im Umkreis der Zellenanhäufung ausstrahlen, während ein Teil in den Epithelzellen zu enden scheint. In welcher Weise die Endigung vor sich geht, ist bei der Kleinheit des Objektes nicht zu erkennen und Mazerationspräparate ließen mich vollständig im Stich. Da ich nun aber in den Füßchen und an anderen Stellen des Körpers bessere Resultate erhalten



habe, so kann man vielleicht mit Recht schließen, daß die allgemein und am öftersten vorkommende Nervenendigung nicht verschieden sein möge von der an speziellen Stellen sich findenden.

Am Eingange und im Innern der Geschlechtstaschen (Bursae) ist das Körperepithel stark verdickt. Hier stehen Wimperzellen oft in Trupps angeordnet, welche durch ihre sich tief dunkel färbenden Zellkerne hervortreten, da die Kerne der gewöhnlichen Epithelzellen mit neutraler Karminlösung sich nur hellrosa färben. Diese Zellen haben eine zylindrische Gestalt und verjüngen sich basalwärts in feine Fortsätze. Fig. 7 auf Taf. III giebt eine Nervenendigung im Wimperepithel einer Bursa wieder.

Die schönsten Nervenendigungen kann man aber an den Füßchen von *Ophiothrix fragilis* sehen.

## 7. Die Sinnesknospen der Füßchen von *Ophiothrix fragilis*.

Die Füßchen dieser Art sind, wie man schon bei schwacher Lupenvergrößerung erkennt, über und über bedeckt mit Hervorragungen, welche sich kegelförmig von der Spitze desselben bis zur Basis erheben.

Die Füßchen sind am Spiritusmaterial weiß-gelblich gefärbt; in ihren Enden ist Pigment von nicht mehr bestimmbarer Farbe angehäuft.

Wie man an vollständig ausgestreckten Füßchen sieht, stehen die Sinnesknospen in Reihen angeordnet, welche sich in bestimmten Zwischenräumen folgen. Geht der Querschnitt mitten durch eine solche Reihe, so bekommt man alle diese Sinnesorgane quer durchschnitten. Dies ist natürlich selten der Fall, da die Füßchen immer mehr oder minder gekrümmt sind. Fig. 3 auf Taf. IV giebt einen Querschnitt durch ein Füßchen lediglich zur Orientierung der einzelnen Schichten wieder. Zwischen den Sinnesknospen besteht die Haut aus einschichtigem Epithelbelag. Unterhalb des Epithels folgt die Bindesubstanzschicht, in welcher die Knospen mit ihrem inneren Teile liegen. Eine hyaline elastische Membran grenzt diese Schicht ab gegen die Längsmuskelschicht und das den zentralen Hohlraum auskleidende Epithel. In jedem Füßchen verläuft ein Nervenzug, von der Basis bis zur Spitze in einer geraden Linie, in der Bindesubstanzschicht der elastischen Membran gelagert (*N* in Fig. 3, Taf. IV).

Dieser Nervenzug, welcher in Fig. 4 auf Taf. IV vergrößert dargestellt ist, besteht aus feinsten, parallel zur Fußaxe verlaufenden

Fasern und einem peripheren Ganglienzellenbelag. Auch zwischen den Fasern können Zellen vorkommen.

Zwei Sinnesknospen zeigt dieselbe Figur 4 der Länge nach durchschnitten. Ihre Gestalt kann wohl mit der eines Kegels verglichen werden. Die Spitze, welche kuglig aufgetrieben ist, läßt noch an den Spirituspräparaten feine, offenbar meist abgebrochene Stäbchen erkennen, Sinnesborsten, wie wohl mit Recht zu sagen ist.

Der vordere Abschnitt dieser Knospen zeigt eine Längsstreifung, welche auf die Gestalt der Zellen, die die Knospe zusammensetzen, ein Licht zu werfen geeignet ist. Die große Menge der Zellkerne, welche in mehreren Reihen übereinander gelagert, den basalen Teil der Sinnesknospe ausfüllen, gehören zu fadenförmigen Zellkörpern, welche in einer kaum hervortretenden Anschwellung den ovalen Kern tragen. Basalwärts setzen sich diese Zellen in feinste Fasern fort, Nervenfibrillen, welche in Gestalt eines Nervenbündels an der Basis austreten und nach dem Zentrum des Füßchens zustreben (*kn* Fig. 4).

Die Sinnesknospen liegen in Reihen angeordnet, wie ich schon hervorhob. Entsprechend dieser Lage treten in jeder Reihe aus dem Hauptnerven, welcher zur Fußachse parallel lagert, rechts und links Nervenfibrillen aus, welche konzentrisch verlaufen. Zu diesen ziehen die einzelnen Nervenzüge der Sinnesknospen, wie Fig. 3 und Fig. 4 auf Taf. IV zeigt. Der Ringnervenzug ist mit *rn*, der von einer Knospe kommende mit *kn* gekennzeichnet, der Hauptnerv mit *hn*. Die Länge dieser Knospen beträgt bis 0,1 mm, ihre größte Breite 0,05 mm, die Breite des ganzen Füßchens im unteren Teile etwa 0,4 mm. Da die einzelnen Nervenzüge keineswegs leicht zu erkennen sind, so hat man verschiedene Methoden zu ihrem Nachweise anzuwenden, besonders gut zeigen Osmium-Pikrokarmminpräparate dieselben.

### 8. Das Nervensystem von *Ophiothrix fragilis*.

Viele der bei der vorigen Art nicht ganz deutlich hervortretenden Verhältnisse lassen sich bei dieser größeren Form besser erkennen. Die einzelnen vom radiären Nervenstamm entspringenden Nerven sind kompakter, größer und die Ganglienzellen sowohl im ventralen wie dorsalen Belag mit ihren Fasern in mancher Hinsicht besser zu studieren.

Der radiäre Nervenstamm zeigt wie bei der vorigen Art einen gegliederten Bau. Er zerfällt in Strecken mit ganglionären

Anschwellungen und solche, wo nur ein einfacher einschichtiger Zellenbelag vorhanden ist. Der bilaterale Bau des Nervenstammes tritt bei dieser Gattung aber noch weit deutlicher hervor. Man kann im Bau der Ganglien eine sich an allen Stellen des Nervenstammes gleichbleibende Anordnung in der Lagerung der Ganglienzellen erkennen. Es sind diese nicht in einer gleichmäßig starken Anhäufung vorhanden, wie es bei *Ophiol. alb.* der Fall war (vergl. Fig. 5, Taf. II), sondern in Trupps gesondert, welche auf dem Querschnitt als Pyramiden in die zentrale Nervenfasermasse hineinragen (Fig. 6, Taf. IV), und zwar in der Weise, wie es die Fig. 6 zeigt. Jederseits von der Mittellinie sind zwei Anhäufungen zu erkennen, welche in der Mitte des Ganglions am stärksten hervortreten, an den Enden desselben nach und nach verstreichen. Eine solche Lagerung hat SIMROTH<sup>1)</sup> bei *Ophiactis virens* beschrieben. Für mich lag besonders deshalb ein Grund vor, diese Angaben nachzuprüfen, weil sie von LUDWIG<sup>2)</sup> ebenso wie der radiäre Bau überhaupt bestritten worden sind. SIMROTH beschreibt fünf solche Ansammlungen. Es herrscht also hiernach eine Verschiedenheit bei den verschiedenen Formen vor. In diesem ventralen Zellenbelag kann ich sehr deutlich eine periphere Schicht kleinerer Zellen von den großen zentral gelagerten Ganglienzellen unterscheiden. Die kugligen Zellkerne der ersteren messen 0,003 mm, die der letzteren 0,006 mm.

Der dorsale Zellenbelag und seine Fasern. Konnte ich schon bei den kleinen *Ophiogl. alb.* nachweisen, daß aus den Fasern derselben sich die Intervertebralnerven bilden, so ist der Beweis hierfür bei dieser großen Form noch deutlicher zu erbringen. Fig. 7 auf Taf. IV zeigt, wie stark die Ansammlung dieser dorsal-peripheren Nervenfasern *nf* ist. Auch hier liegen die Ganglienzellen hauptsächlich peripher dem austretenden Nerven zug auf.

Stützzellen treten in dem ventralen Zellenbelag da auf, wo die Nerven zur Bildung des Ganglion basale — an der Fußbasis gelegen — austreten. Der austretende Nerven zug ist ventralwärts von einer Schicht Stützzellen überlagert, während dorsalwärts und zwischen seinen Fasern Ganglienzellen liegen. Das Ganglion

---

1) SIMROTH, Anat. u. Schizoz. d. *Ophiactis virens*, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 27, 1887.

2) LUDWIG, Neue Beitr. z. Anat. d. Ophiuren, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 34, 1880.

basale ist auf dem Querschnitt halbkreisförmig und besitzt eine periphere Schicht von Ganglienzellen, deren Kerne deutlich hervortreten, während ihre Grenzen wenig oder gar nicht zu erkennen sind. In jedem Ganglienknoten des ventralen Ganglienzellenbelages sind in der Mittellinie Stützfasern ausgespannt, wie Fig. 9 auf Taf. IV zeigt.

Die peripheren Nervenzüge besitzen im Verhältnis zu denen der Ophiogl. alb. einen weit mäßigeren Bau und verzweigen sich nicht in der dort geschilderten Weise. Während bei letzterer Art die Nervenendigungen überall auf der Haut beobachtet wurden, so sind bei *Ophiothrix* dieselben auf die Stacheln zu liegen gekommen, welche auf der Schale als kurze gedrungene oder längere Gebilde stehen, und auf den Armen als lange, schwach bedornete, an den Enden abgestumpfte Organe in Trupps sitzen.

Zu jedem dieser Stacheln zieht ein starker Nervenzug. Vor seinem Eintritt in der verkalkten Binde substanz bildet derselbe ein Ganglion von ungemeiner Größe. Der Nervenzug tritt in den Stachel ein und verläuft in dessen bindegewebiger Achse, Äste radienartig nach allen Seiten der Haut aussendend. Um den weiteren Verlauf dieser Nerven zu schildern, ist die Kenntnis des Baus der Stacheln nötig.

#### Der Bau der Stacheln von *Ophiothrix fragilis*.

Untersuchen wir die entkalkten Stacheln auf Längsschnitten, so erhalten wir folgendes Bild:

Die Epidermis setzt sich an der Basis der Stacheln auf diese fort und ist überall deutlich getrennt von der Cutis. Die Binde substanzschicht ist in der Weise angeordnet, daß sie als axialer Strang die Stacheln durchsetzt und gleichsam durch radienartig verlaufende Fäden in ihrer Lage befestigt wird. Diese Fäden oder Stränge gehen unter rechten Winkeln vom axialen Stamm ab und treten in Verbindung mit der geringen Binde substanzschicht, welche basal von der Haut liegt.

Bei einem Stachel von 0,2 mm Durchmesser ist der axiale Nervenzug 0,01 mm dick.

Das Ganglion, welches vor seinem Eintritte sich findet, hat eine Breite von 0,05 mm bei einer Länge von etwa 0,1 mm!

Von der Fläche betrachtet zeigt das Epithel des Stachels eine eigentümliche Ansicht. Außer den gewöhnlichen Epithelzellen, deren mit Karmin hellrosa gefärbte Kerne hervortreten,

treten in eiförmige Gruppen gesonderte Zellen vor, deren Kerne sich tief dunkel färben. Diese Zellen sind die nervösen Endzellen. Zu ihnen treten feinste Nervenäste hinzu. In welcher Weise diese Endigung geschieht, habe ich bei der Kleinheit des Objekts nicht zu enträtseln vermocht. Aber anzunehmen, daß die Endigung eine andere sei, als ich sie in den Sinnesknospen der Füßchen beschrieben habe, dazu liegt kein Grund vor (Fig. 10 und 11, Taf. VI).

Der Verlauf der von den radiären Nervenstämmen sich abzweigenden Nervenäste. Die metamere Gliederung der Nervenstämmen habe ich bereits dargelegt und ich möchte in Kürze den Verlauf eines Nervenastes geben. Im Bereiche der Intervertebralmuskeln tritt aus dem Nervenstamm jederseits ein kräftiger Nervenast aus, welcher eine Höhe von 0,04 mm besitzt, während der Nervenstamm nur 0,07 mm hoch ist (Fig. 1 auf Taf. V). An dieser Figur tritt der schwachen Vergrößerung wegen die Beteiligung der dorsalen Fasermasse bei der Bildung der Nerven nicht mit hervor. Um diese zu zeigen, habe ich in Fig. 9 auf Taf. IV einen Querschnitt durch den Nervenstamm gegeben, da wo der zum Ganglion basale austretende Nerv entspringt. Auch sind auf dieser Figur die Stützfasern in der Mitte des Nerven zu sehen.

Dieser Nerv. lateral. tritt in die verkalkte Binde substanz ein, um alsbald ein im spitzen Winkel der ventralen Mittellinie zu laufendes dünnes Nervenbündel abzugeben. Die übrige Masse läuft im Bogen in den Seitenwirbeln dem Coelomepithel nahe bis zum Rücken. Von Zeit zu Zeit tritt ein kräftiger Ast aus, um zu den Stacheln zu ziehen. Eine kurze Strecke nach dem Ursprung liegt das schon erwähnte Ganglion,  $g$ ,  $g^1$ ,  $g^2$ , welches allen diesen Nerven ohne Ausnahme zukommt. Eine dichotomische Teilung dieser Nerven findet statt, wenn auch seltener; meist treten sie ohne weitere Verzweigung in den Stachel ein. Von einem so zierlichen Ausstrahlen der Lateralnerven, wie ich es bei *Ophiogl. albid.* aufgefunden habe, ist hier also nicht die Rede.

Ein in den Stachel eintretender Nervenzug mit seinem Ganglion ist in Fig. 11 auf Taf. IV wiedergegeben. Das Ganglion setzt sich zusammen aus peripher gelagerten, dunkelkernigen Zellen, welche eng aneinander gepreßt liegen und sämtlich multipolär sind, wie man an feinen Schnitten erkennt. Zwischen den Fasern selbst liegen bipolare Ganglienzellen, deren spindliger Zellkern deutlich hervortritt, während die Zells substanz, welche den Kern umhüllt, fast ganz reduziert ist. Außer diesen zwischen den Fasern gelegenen

Zellen — welche in allen vom radiären Nervenstamm entspringenden Nervenästen sich finden — trifft man peripher gelagerte ebenfalls an, wie die gleiche Figur 11 zeigt.

### 9. Der Fühler und das Ende des radiären Nervenstammes. (*Ophiothrix fragilis*.)

Betrachtet man die Enden der Arme, so zeigen sich dieselben zugespitzt. An Spirituspräparaten sind die Spitzen bei unserer Art weißlich. Die letzten Glieder jedes Armes tragen, wie bekannt ist, Haken neben ihren bedornten Stacheln. Diese Haken stehen paarweis angeordnet seitlich neben den Füßchen. Ihren Bau, ihre Muskulatur und Nerven schildere ich unten. An jedem Ende eines Armes liegt ein unpaarer Fühler auf der Ventralseite. Er wird überdacht und umhüllt von einer gewölbten Kalkplatte, wie das am besten Fig. 3 auf Taf. V veranschaulicht. Der Fühler selbst ist weit hervorstreckbar. Er kann sich so stark verkürzen, daß er vollständig von der Platte überdeckt wird. Diese liegt selbstverständlich in der Bindesubstanz der Rückenwand und ist von einem Plattenepithel überzogen.

Im Fühler endet das radiäre Wassergefäß blind. Seine Wandung setzt sich aus denselben Schichten zusammen wie die der Füßchen, nur ist dieselbe sehr dünn. Ein Längsschnitt durch das Armende zeigt den Verlauf des radiären Nervenstammes und seinen Übergang in den Fühler in Fig. 2 auf Taf. V.

Zunächst fällt die ungemein stark ausgeprägte Gliederung des Nervenstammes auf. Weiter sind die Ganglien selbst im Vergleich zu ihren Verbindungsästen sehr verdickt, sie folgen sich in kürzeren Zwischenräumen, da die Armglieder verkürzt sind. Will man daher die Gliederung des Nervensystems demonstrieren, so eignen sich die Armenden hierzu vorzüglich.

Was den feineren Bau anlangt, so sei bemerkt, daß die Zellen des ventralen Zellenbelages, welche zwischen je zwei Ganglien liegen, Stützfasern ausgeschieden haben. Am Fühler bildet der Nervenstamm ein basales Ganglion, von dem aus ein Nervenzug in die Wandung desselben eintritt und in Epithelsinneszellen der Spitze endet.

### 10. Die beweglichen Haken von *Ophiothrix fragilis*.

Am erwachsenen Tiere ist das Armende in der Länge von ungefähr einem Centimeter von Haken besetzt, wie sie Fig. 4 auf

Taf. V wiedergibt. Über diese Gebilde finde ich keine nähere Beschreibung vor. Daß sie, wie ich sogleich zeigen werde, beweglich sind, ihre eigene Muskulatur haben, ist unbekannt. Mit diesem Nachweise aber fallen diese von den Systematikern schlechthin als Haken bezeichneten Organe zusammen mit jenen von LUDWIG bei *Trichaster elegans* aufgefundenen Gebilden, welche er als einarmige Pedizellarien beschrieben hat. Diese einarmigen Pedizellarien treten sehr frühe an dem jungen *Ophiothrix* auf. In der mikroskopischen Sammlung des hiesigen Institutes befindet sich ein von KEFERSTEIN in Bergen gefundenes Tier, welches kaum einen halben Centimeter mißt. Dieses zeigt an sämtlichen Armgliedern diese Organe von derselben Gestalt wie die unserer Art. Der bewegliche zweistachlige Haken ist 0,13 mm lang; während an der erwachsenen *Oph. frag.* die Länge 0,16 mm beträgt.

Fig. 4 ist nach einem Längsschnitt durch einen halb entkalkten Haken entworfen. Das Epithel überzieht denselben und ist zwischen den beiden gekrümmten Spitzen und unterhalb der kleineren verdickt. Die übrige Masse besteht aus Binde substanz, in der die Haken ausgeschieden sind. Zwei Muskelgruppen, ein Beuger und ein Strecker inserieren am Haken und dem basalen Kalkstück. Sie bestehen aus glatten Muskelfasern.

Unterhalb des Epithels diesem anliegend verläuft ein Nerven zug. Er entspringt aus einem Ganglion, einer peripheren Ansammlung von Ganglienzellen und tritt in den Haken ein, wie die Figur zeigt. Von ihm gehen Nervenfasern ab zur Muskulatur, sowie zu den verdickten Epithelpartien.

### **11. Der Bau der Füßchen von *Ophioglypha albida* und die Nervenendigungen in denselben.**

Die Füßchen dieser Art zeigen einen einfacheren Bau als die der *Ophiothr. fragil.* Wir finden jene Sinnesknospen gleichsam nur angedeutet vor, indem es nur zu allerdings schwach ausgebildeten papillenähnlichen Anhäufungen der Epithelzellen kommt.

Die um die Mundöffnung stehenden Füßchen besitzen einen abweichenden Bau, was das Epithel anbetrifft. Im übrigen wird ihre Wandung aus denselben Schichten gebildet. In jedes Füßchen führt ein Ast des radiären Wassergefäßes, um in dem konisch zugespitzten Endteil blind zu enden. Die Wandung selbst ist dünn (Fig. 1 auf Taf. IV) und setzt sich zusammen 1) aus dem

äußeren Körperepithel, 2) einer sehr gering entwickelten Binde-  
substanzschicht, von welcher nach innen zu 3) eine elastische  
Membran aufliegt. Unterhalb derselben folgt 4) eine aus Längs-  
muskelfasern bestehende Muskelschicht, während den Hohlraum  
selbst ein einschichtiges Epithel auskleidet.

Das äußere Körperepithel besteht am vollständig ausge-  
streckten Füßchen bis auf bestimmte Stellen aus einer Schicht von  
ungefähr kubischen Zellen, deren Grenzen gegeneinander aber sehr  
schwierig zu beobachten sind. Gegen die Spitze zu nimmt dieses  
Epithel stellenweise an Dicke zu, indem Zellenanhäufungen sich  
finden. An der Spitze selbst haben die an den Armen sitzenden  
Füßchen ein äußerst verdicktes Epithel. Es mißt hier 0,01 mm  
gegen 0,004 mm an den basalen Stellen. Lange fadenförmige Zellen,  
welche den Kern in verschiedener Höhe tragen können, setzen  
dasselbe hier zusammen. Basalwärts laufen diese Zellen in feinste  
Fasern aus, wie ich an allerdings nur mangelhaften Mazerations-  
präparaten mich überzeugen konnte. Diese Fortsätze treten in  
die basal gelegene, an der Spitze stark verdickte Nervenfaserschicht  
ein. Diese Epithelsinneszellen, denn solche haben wir doch ohne  
Zweifel vor uns, trifft man nur am vorderen Ende des Füßchens,  
wie Fig. 1 auf Taf. IV erkennen läßt.

## 12. Die Mundfüßchen.

Die Mundfüßchen zeigen eine stärkere Entwicklung des Epithels.  
Ein Längsschnitt durch ein solches in Fig. 16 auf Taf. V zeigt  
die verschiedenen Schichten, welche die Wandung dieser konisch  
zugespitzten Füßchen zusammensetzen. Auf das Epithel folgt eine  
Binde-substanzschicht, welche nach der Längsmuskulatur zu durch  
eine glasig helle Membran abgegrenzt ist, welche bei Kontraktion  
der Wandung in feinste Falten gelegt ist. Der Hohlraum, welcher  
die Achse erfüllt, endigt blind in der Spitze und wird von an-  
nähernd kubischen Wimperzellen ausgekleidet, während amöboide  
Zellen in seiner Flüssigkeit flottieren. Ein Nervenzug, welcher  
auf dem Querschnitt in Fig. 7, Taf. V dargestellt ist, tritt in die  
Wandung ein und verläuft in der Epithelschicht. Er ist mit *N*  
bezeichnet. Das Epithel besteht aus fadenförmigen Zellen, welche  
an der Spitze ihre größte Länge erreichen. Der Nervenzug bildet  
an der Basis dieser Zellen ein Nervenpolster, welches aus feinsten  
Nervenfibrillen besteht, zwischen denen kleinere Ganglienzellen  
hervortreten. An den Epithelzellen lassen sich auf Mazerations-



präparaten feinste basale Fortsätze erkennen, welche in die Nervenschicht eintreten. Sie zeigen dasselbe Lichtbrechungsvermögen wie die Nervenfibrillen und unterscheiden sich auch in ihrem übrigen Bau nicht von diesen, deshalb nehme ich diese Zellen als Epithelsinneszellen in Anspruch.

### 13. Die Keulen-Stacheln.

(*Ophiomastix annulosa* M. u. Tr.)

Bei den Gattungen *Astroschema* Ltk. und *Ophiocreas* Lym., *Ophiomastix* u. a. finden sich auf den Armen neben den gewöhnlichen Stacheln solche von keulenförmiger Gestalt vor, welche die ersteren an Größe überragen. Sie stehen bei den genannten Gattungen auf der ventralen Seite, bei anderen auf der dorsalen.

Unter den im Besitze des Göttinger Museums befindlichen Ophiuren zeigten eine große Anzahl diese Keulenstacheln ausgezeichnet konserviert, so daß eine Untersuchung ihrer Gewebe möglich war.

Das abgerundete keulenförmige Ende zeigte an sämtlichen Exemplaren einen weißen Anflug, welcher, wie ich sofort zeigen werde, der Ausdruck des an der Spitze unmäßig verdickten Epithels ist. Schabt man Fetzen dieses Epithels ab und untersucht es nach Färbung mit neutraler Karminlösung in Glycerin, so erkennt man die 0,4 mm langen feinen Epithelzellen sehr deutlich, während basalwärts eine feine Fasermasse — Nervenfasern — angetroffen werden.

Zerzupfungs- und Klopfpräparate lassen weiter stark glänzende Zellen hervortreten, Drüsenzellen. Sie haben einen schlauchförmigen Bau (Fig. 14) und sind mit stark lichtbrechenden Körnchen angefüllt. Basalwärts verjüngt sich die Zelle und hier liegt der eiförmige Kern, unterhalb dessen sich dieselbe in einen feinen Fortsatz verlängert, der oft kleine Varikositäten zeigt. Neben diesen Drüsenzellen bildet die größere Masse des Epithels feinste ungemein lange haarförmige Zellen — Epithelsinneszellen. Solche Zellen sind in Fig. 14, Taf. IV wiedergegeben. Ihr Zelleib ist ungemein schwächlich, ihr Kern liegt etwa zur halben Höhe der Zelle. Der basale Fortsatz ist auf guten Präparaten weit in die basale Fasernschicht zu verfolgen. Er ist sehr zart und leicht abreißbar. In welcher Weise diese Zellen mit den Drüsenzellen zusammen das Epithel bilden, zeigt dieselbe Figur. Was nun die basale Nervenfaserschicht anlangt, so ist dieselbe leicht von

der unter ihr — zentralwärts — liegenden Bindegewebsschicht zu unterscheiden, da ihre Fasern einen gänzlich anderen Habitus als die Bindegewebsfasern haben. Zwischen den Nervenfasern eingestreut liegen Ganglienzellen, und zwar sowohl bi- wie multipolare. Der Kern der Ganglienzellen übertrifft an Größe den der Epithelzellen.

An der Peripherie dieses Epithels ist eine Cuticula an allen (in Alkohol) konservierten Präparaten vorhanden. Ob aber nicht im Leben dieses Epithel mit Wimperhaaren und starren Sinneshaaren versehen ist, bleibt fraglich.

---

## Kapitel 2.

### Die Leibeshöhle.

(Enterocoel.)

#### 1. Die Wimperstreifen der Rückenwand in Armen und Scheibe.

Die Leibeshöhle stellt in der Scheibe einen großen Raum dar, in welchem der Darm, die Bursae gelegen sind. Stränge bindegewebiger Natur durchziehen dieselbe und heften die in ihr gelegenen Organe an die Körperwand an.

In den Armen sind die Fortsetzungen der Leibeshöhle nur in Gestalt von engen Räumen vorhanden, da die Wirbel den größten Teil derselben ausfüllen, wie die Querschnittsbilder auf der Tafel I lehren. In keinerlei Zusammenhang stehen die Enterocoelräume mit den Schizocoelräumen, welche ich weiter unten zu schildern habe.

Das Epithel, welches alle zum Enterocoel gehörigen Räume auskleidet, ist im allgemeinen aus wimpernden kubischen Zellen gebildet, welche einen Durchmesser von 0,005 mm haben (Fig. 13 auf Taf. IV). Diese Zellen können an manchen Stellen sehr abgeplattet sein, so daß die sonst kugligen Kerne eine eiförmige Gestalt zeigen.

Eine besondere Gestalt zeigt das Enterocoelepithel in den Armen und zwar in der Mittellinie der Arme.

Das die Leibeshöhle begrenzen-  
de Epithel ist verdickt und wird von Zellen gebildet, welche an Höhe die gewöhnlichen Enterocoel-Epithelzellen

um das Doppelte überragen. Sie messen 0,01 mm. Die Lage dieser Zellen, welche von der Armspitze an bis zur Scheibe ein schmales Band, welches oft eingefaltet sein kann (Fig. 6, Taf. I) bilden, zeigen die Figuren 1—9 auf der Tafel I von *Ophioglypha albida*.

Diese Zellen sind von cylindrischer Gestalt und zeichnen sich durch ihren spindligen Kern aus, welcher sich mit Farbstoffen ungemein stark tingirt. Diese Zellen, von denen Fig. 8 auf Taf. IV welche zeigt, tragen lange, kräftige Wimpern, deren Basalstücke auf den Schnitten stets erhalten sind. Oft kann man auch die Wimpern noch erkennen.

Diese Zellen ähneln, ja gleichen den Zellen, welche bestimmte Hohlräume des Wassergefäßsystems auskleiden. Man kann sie von den Zellen des Steinkanals kaum unterscheiden. Hier wie dort kommt ihnen die Funktion zu, eine starke Strömung zu erregen. In der Leibeshöhle sorgen sie für die Bewegung der Flüssigkeit derselben, in dem Steinkanal für den Ein- und Austritt der in den übrigen Räumen des Wassergefäßsystems zirkulierenden Flüssigkeit. Diese in jedem Arm verlaufende Wimperzellenstreifen reichen bis in die Scheibe, hier gehen sie über in das gewöhnliche Epithel.

## 2. Der Rückenporus.

Bei *Ophioglypha albida* liegt excentrisch in der Rückenwand ein Porus, welcher diese durchbohrt und so eine direkte Kommunikation zwischen der Leibeshöhle und dem Seewasser herstellt. Dieser Rückenporus findet sich bei erwachsenen Tieren vor. Ich habe ihn auf zwei Schnittserien aufgefunden, merkwürdigerweise aber auf anderen nicht wiedergesehen, welche allerdings nicht lückenlos waren. Ein Längsschnitt durch diesen Rückenporus giebt Fig. 14 auf Taf. V. Der Durchmesser beträgt 0,014 mm. Das Epithel, welches nach außen in das Körperepithel, nach innen in das Enterocoelepithel sich fortsetzt, besteht aus 0,006 mm langen Wimperzellen, deren lange spindliche Zellkerne fast die ganze Höhe der Zellen einnehmen.

Es fragt sich nun, ob wir es hier mit einer den Ophiuren allgemein zukommenden Bildung zu thun haben, oder aber mit einer Bildung, welche sich aus der Jugendzeit erhalten hat. Hierüber müssen wir weitere Untersuchungen abwarten; nur solche, welche in ausgedehnter Weise auf eine größere Anzahl von Formen sich erstrecken, können Aufklärung in dieser Frage bringen.

### 3. Die Septen und Aufhängebänder.

Wie ich schon hervorhob, wird der Darm durch Aufhängebänder mit der Leibeswand verbunden (Fig. 3 auf Taf. II). Aber auch in den Armen trifft man solche Bänder. Vom Wirbel aus ziehen je zwei Stränge zu den Seiten des dorsalen Wimperepithels. Sie sind sehr oft abgerissen, aber auf gut erhaltenen Schnittpräparaten leicht zu erkennen. Fig. 6 auf Taf. I zeigt dieselben. Sie bestehen hier, wie überall, aus einer auf Bindegewebsfibrillen sich zusammensetzenden Achse, welche peripher vom Leibeshöhlenepithel überzogen wird. Die Dicke dieser Stränge ist oft sehr beträchtlich, so in der Scheibe, und man kann leicht die Fibrillen verfolgen, wie sie sich in der Cutis der Körperwand einerseits, in der Bindesubstanzschicht der Darmwandung andererseits verzweigen.

---

## Kapitel 3.

### Das Wassergefäßssystem.

#### 1. Gefäßring und radiäre Stämme.

Das Wassergefäßssystem setzt sich wie bei allen Echinodermen zusammen aus den radiären Wassergefäßen und einem zirkulären perioralen Wassergefäßring. Hierzu kommt der Steinkanal, welcher auf der Ventralfläche nach außen durch die Madreporenplatte mündet.

Seit SIMROTH<sup>1)</sup> haben vor allem LUDWIG<sup>2)</sup>, APOSTOLIDES<sup>3)</sup> und KOEHLER<sup>4)</sup> dieses Organsystem untersucht, so daß eine ganze Reihe von histologischen und anatomischen Details bekannt geworden ist.

Im zentralen Teil wie in den peripheren Ästen besteht die Wandung der Gefäße aus einer hyalinen, elastischen Membran, wie KOEHLER gefunden hat. Diese Membran zeigt oft eine feine Streifung, welche auf eine feine Faltung zurückzuführen ist, sobald die kreisförmigen gleich zu besprechenden Muskelfasern sich

---

1) Anat. u. Schizogonie d. Ophiact. vir., in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 27, 1876.

2) Neue Beitr. zur Anat. d. Ophiuren, ebenda, Bd. 34, 1880.

3) Anat. u. Développement d. Ophiur., in: Arch. Zool. expér. Bd. 10, 1881.

4) Appareil circulatoire d. Ophiur., in: Ann. Sc. nat. Zool. Bd. 2, 1887.

kontrahiert haben. Diese Membran gleicht der in den Füßchen bei Echiniden und Ophiuren (auch Asteriden) vorkommenden, deren Faltungen oft auf eine Ringsmuskularis gedeutet worden sind.

Sämtliche Gefäße werden von einem Epithel ausgekleidet, welches in gut konserviertem Zustand aus kubischen Zellen sich zusammensetzt, welche eine Wimper tragen. Diese Zellen sind streng gegeneinander abgegrenzt, in derselben Weise wie die im Enterocoel. Ein kugliger Kern liegt in der fein granulierten Zellsubstanz. Ihre Höhe beträgt etwa 0,005 mm.

Zwischen diesem Epithel und der elastischen Membran kommen an verschiedenen Stellen Muskelfasern vor, welche SIMROTH<sup>1)</sup> zuerst gesehen hat.

Im Gefäßring habe ich bei Ophiogl. albida keine Muskelfasern gefunden, während LUDWIG<sup>1)</sup> eine solche als vorhanden, aber nur sehr schwach entwickelt beschreibt.

Durch LANGE und SIMROTH ist der Abgang der paarigen zu den Füßchen ziehenden Wassergefäßäste ausführlich beschrieben worden. Ich füge deshalb nur eine Figur hinzu, welche diese Verhältnisse, vor allem die Lagerung der Muskulatur näher erläutern soll. Fig. 9 auf Taf. V giebt das der Länge nach durchschnittene radiäre Wassergefäß wieder. Sein Durchmesser ist kreisrund und nur da, wo rechts und links Äste austreten, ist derselbe trichterförmig erweitert. Immer zwischen je zwei solchen Anschwellungen sind die zirkulären Ringmuskeln gelagert. Es sind breite (0,002 mm) bandförmige, glatte, geschlossene Fasern, denen ein ovaler Kern peripher aufliegt. Aus der ampullenförmigen Anschwellung treten die Äste aus, und an dieser Stelle findet sich der Ventilapparat, welcher bei Asteriden von JOURDAIN<sup>2)</sup>, bei Ophiuren von LUDWIG<sup>3)</sup> zuerst erkannt wurde. Es handelt sich um zwei taschenförmige Räume, welche in den Hohlraum des Füßchens hineinragen und zwischen sich nur eine schlitzförmige Oeffnung frei lassen.

Diese beiden Taschen haben folgenden Bau. Sie werden von der hyalinen Membran als Achse gebildet; auf beiden Seiten werden sie vom Epithel des Wassergefäßes überzogen. Eine Muskulatur, wie ich<sup>4)</sup> sie bei den Asteriden als Sphinkter beschrieben und abgebildet habe, fehlt. Wir müssen uns demnach ihre Wirkung

---

1) Neue Beitr. zur Anat. d. Ophiuren, ebenda, Bd. 34, 1888.

2) JOURDAIN, Comptes rendus, Bd. 65, 1866.

3) Neue Beitr., pag. 345.

4) Die Asteriden, Heft 2 d. Beiträge, Taf. VII, Fig. 66.

auf folgende Weise vorstellen. Durch die energische Zusammenziehung der Kreismuskeln des Wassergefäßstammes wird die Flüssigkeit in die Anschwellungen und aus ihnen in die Füßchen zwischen den Ventilen hindurch getrieben. Diese geben nach, um, sobald der Druck aufhört, vermöge der elastischen Membran, welche sie bildet, wieder den Verschuß herzustellen. Daß derselbe nicht ein so fester sein kann als wie der durch einen Sphinkter erzeugte, ist natürlich, aber bei diesen Tieren, welche die Füßchen lediglich als Tastorgane, nicht mehr zum Festsaugen benutzen, auch nicht nötig.

Das radiäre Wassergefäß endet blind im Fühler des Armes. Seine allgemeine Lage ist aus den Querschnittbildern durch einen Arm auf Taf. I zu ersehen, die des Ringkanales aus Fig. 3 auf Taf. II *WGR*.

## 2. Der Steinkanal und die Madreporenplatte.

Die Lagerung des Steinkanals und der Madreporenplatte, sowie des eng mit ersterem verbundenen drüsigen Organes kann unter zu Grundelegung von Fig. 2 auf Taf. IV in Kürze folgendermaßen geschildert werden. Mit *M* ist die Madreporenplatte — ein Mundschild — bezeichnet worden. In diese tritt der Steinkanal *St.-K.*, welcher nur eine Strecke in seinem Verlaufe der Länge nach durchschnitten ist; sein Ursprung vom Wassergefäßring ist durch punktierte Linien angegeben.

Sobald der Steinkanal vom Wassergefäßring *WGR* entsprungen ist, verläuft er im schwachen Bogen als gekrümmtes Rohr, von dem drüsigen Organ *Dr* umgeben, und ist in einen Hohlraum eingetreten, welchen ich als Homologon des schlauchförmigen Kanales der Asteriden, und soweit er bei den übrigen Gruppen vorkommt, auch dieses betrachte. Ich komme auf denselben weiter unten zu sprechen. (Kapitel: Das Schizocoel).

Der Steinkanal ist ein innen glatter Cylinder von etwa 0,06 mm Durchmesser (*Ophioglypha albida*). Seine Wandung besteht aus einem Wimperepithel, dessen 0,013 mm hohe Zellen den von den übrigen Echinodermen her bekannten Bau zeigen. Die cylindrischen Zellen (Fig. 12, Taf. V) besitzen ihrer Basis genähert einen spindligen, sich tief dunkel färbenden Kern. Die Wimpern sitzen mit komplizierten Fußstücken auf den Zellen auf, wie sogar die Schnittpräparate erkennen ließen. Weiter wird die Wandung von einer geringen Menge von Binde substanz, Fasern und sternförmigen

Zellen umhüllt. Nach dem schlauchförmigen Kanal zu liegt ein Endothel, abgeplattete Zellen, deren Grenzen nicht erkennbar sind.

Der Steinkanal tritt aus diesem Schizocoelraum (schlauchf. Kanal) heraus und in das zur Madreporenplatte umgewandelte Mundschild ein. Vor seinem Eintritt — dies kann man nur auf Horizontalschnitten erkennen — macht er noch eine spiralige Windung, um sich dann in der Madreporenplatte in noch zu besprechender Weise zu verzweigen. Auf diese spiraligen Windungen des Steinkanales ist wohl zu achten, da man auf Verticalschnitten oft Bilder erhält, die einem vortäuschen, daß eine Kommunikation zwischen seinen Verzweigungen in der Madreporenplatte und dem schlauchförmigen Kanal vorläge, welche keinesfalls vorhanden ist.

Der Steinkanal tritt direkt in die Madreporenplatte, ohne daß es zur Bildung einer sog. Ampulle käme, wie sie bei Asteriden beschrieben worden ist. Ich befinde mich hier im Gegensatz mit LUDWIG<sup>1)</sup>, welcher eine solche beschreibt und abbildet (von Ophiogl. alb.). Gerade bei dieser Art kann ich auf lückenlosen Serien verfolgen, wie der Steinkanal sich an den inneren Porus der Madreporenplatte ansetzt, vorher aber eine fast rechtwinklige Biegung macht. Es geht somit das Epithel des Steinkanales direkt über in das der Verzweigungen in der Madreporenplatte.

Ebensowenig wie ich diesen Angaben LUDWIG's beistimmen kann, ist es mir unmöglich, SIMROTH's Beobachtungen zu bestätigen, welcher einen direkten Zusammenhang zwischen dem Hohlraum den ich als schlauchförmigen Kanal bezeichnet habe, und dem Steinkanal annimmt. Überdies hat der erstgenannte Forscher seine Angaben unter Vorbehalt einer späteren Untersuchung gegeben.

Höchst eigentümlich ist nun das Verhalten der sog. Porenkanäle der Madreporenplatte. Es erinnert an die bei den Spatangiden<sup>3)</sup> von mir geschilderten Thatsachen. Um die Verzweigungen der Porenkanäle besser zu beschreiben, müssen wir einen Blick auf die Anzahl derselben werfen. Nach LUDWIG<sup>4)</sup> soll die Madreporenplatte der Ophiuren fast immer nur einen Porus haben mit Ausnahme der Euryaliden, *Amphiura Holbolli* LÜTK. und *Ophiolepis imbricata* M. u. TR.; letztere haben nach LÜTKEN an den Rändern mehrere Öffnungen. Die übrigen Fälle sind von

1) Neue Beiträge, pag. 339.

2) SIMROTH, a. a. O.

3) 3. Heft d. Beiträge.

4) Neue Beiträge, pag. 339.

LUDWIG<sup>1)</sup> zusammengestellt worden. *Ophioglypha albida* und einige andere Arten haben nach ihm nur einen Porus. Dem muß ich widersprechen. Gerade die genannte Art hat zwei Poren, welche auf Schnitten stets nachzuweisen sind. Ob sie bei äußerer Betrachtung erkennbar sind, ist eine andere Sache, doch darauf kommt es ja weniger an.

Die beiden Poren liegen an den Seiten der Madreporenplatte, da wo dieselbe den Eingang in je eine Bursalspalte begrenzt. Fig. 8 auf Taf. V zeigt einen Längsschnitt durch die Platte. Von jedem der einander entgegengesetzt liegenden Poren führt ein Kanal in das Innere der Platte. Beide Kanäle verschmelzen. Etwa im Zentrum derselben treibt der aus der Verschmelzung hervorgegangene Kanal eine Anzahl von seitlichen, oft mehrfach gewundenen Ästen, welche alle blind enden, wie Fig. 15 auf Taf. V zeigt. Eine Fortsetzung dieser Äste nimmt den Steinkanal auf. Das Epithel desselben geht unmittelbar über in das der Porenkanäle. Die Zellen haben eine Höhe von etwa 0,013 mm, während die Kerne mehr rundlich als spindlig gestaltet sind, wie Fig. 11 auf Taf. IV zeigt.

---

Die Polischen Blasen. Sie kommen bei *Ophyogl. albida* in der Vierzahl vor. In jedem Radius mit Ausnahme desjenigen, in welchem der Steinkanal liegt, findet sich je eine schlauchförmige blind geschlossene Blase vor. Sie sitzt mit einem dünnen, kurzen Stiel am Steinkanal (Fig. 3, Taf. II) und hat eine wohl entwickelte Muskulatur, wie LUDWIG<sup>2)</sup> bei unserer Art beschreibt. KOEHLER<sup>3)</sup> hat ihre Wandung ausführlich geschildert. Von außen nach innen gerechnet findet man das wimpernde Coelomepithel, welches das Organ außen überzieht, hierauf folgt eine Binde substanzschicht, eine Muskelschicht und eine elastische Membran, eine innere Muskelschicht und die innere Epithelschicht. Ich komme zu dem Resultat, daß dieselben Schichten, welche ich bei diesen Organen der übrigen Echinodermengruppen fand, auch hier die Wand bilden. Das äußere Coelomepithel, eine gering entwickelte Binde substanzschicht, eine elastische Membran, auf diese folgt eine aus ringförmig verlaufenden

---

1) Neue Beiträge, pag. 338.

2) Neue Beiträge, pag. 342.

3) Recherches sur l'appareil circulatoire des Ophiures, pag. 113.



Fasern gebildete Muscularis und das Innenepithel. Die Muskelschicht setzt sich aus einer Lage glatter Fasern zusammen. Das Innenepithel ist das gleiche wie es im Wassergefäß vorkommt. Im Lumen kommen meist im Endteil Zellen vor, welche losgerissenen Epithelzellen gleichen, außerdem oft am blinden Ende eine granulirte geronnene Substanz.

---

#### Kapitel 4.

### Das Schizocoel.

#### 1. Perihämalräume, Längskanäle der Nervenstämme.

Bei Asteriden und Echiniden habe ich <sup>1)</sup> einen Teil der Hohlräume im Körper dieser Tiere als Schizocoelbildungen nachgewiesen, indem ich den Ursprung derselben als Lücken in der Bindesubstanz erkannte. Hierher gehörten vor allem die Längskanäle in den Armen der Asteriden, in welchen die Nervenstämme verlaufen, die entsprechenden Räume der Echiniden, das Hohlraumsystem in der Dorsalwand der Seesterne, der schlauchförmige Kanal u. a. m. Alle diese Hohlräume sollten nach LUDWIG Teile des Enterocoels sein und mit diesem in Verbindung stehen. Der letzte Forscher, welcher die Ophiuren untersucht hat, KOEHLER <sup>2)</sup>, hat meinen Beobachtungen beigepflichtet und zugleich die entsprechenden Räume bei den Ophiuren als Schizocoelbildungen angesprochen im Gegensatz zu den früheren Untersuchern.

Zu den von KOEHLER beschriebenen Räumen kann ich noch weitere hinzufügen, so die in der Bursae und den Genitalröhren gelegenen. Folgende Zusammenstellung mag über sämtliche Schizocoelbildungen eine Übersicht geben.

Der Nervenring liegt in einem circular verlaufenden Schizocoelkanal, welcher fünf Äste in die Arme sendet, in denen die fünf Nervenstämme gelagert sind. Dieses Hohlraumssystem steht in Verbindung mit dem Kanal, welcher den Steinkanal *St.K* und das drüßige Organ *Dr* auf Taf. IV in Fig. 2 einschließt. Dies ist der schlauchförmige Kanal *Schl.K*. Weiter kommen die Schizocoel-

---

1) Heft 2 u. 3 d. Beiträge.

2) KOEHLER, L'appareil circulat. des Ophiures, 1887, in: Ann. Sc. Nat. Zool.

kanäle in Betracht, welche teils in der Rückenwand, teils in der Ventralwand verlaufen und als ein Kanal sich darstellen, welcher die Genitalröhre und eine Blutlakuue im Innern gelagert enthält. Das sind die Perihämalräume LUDWIG's, in welchen der dorso-ventrale Blutlakunenring liegt. Daß diese Schizocoelräume auch in die Wandung der Bursae eintreten, habe ich am anderen Ort<sup>1)</sup> bereits nachgewiesen und abgebildet.

Die radiären Perihämalräume besitzen eine länglich ovale Gestalt auf dem Querschnitt. Jeder derselben wird durch den in ihm suspendierten Nervenstamm in zwei Hälften getrennt, eine äußere und eine innere. Die letztere ist stets die kleinere (vergl. Fig. 6, Taf. III). In denselben hervorragend liegt die radiäre Blutlakuue *BL*, welche ihrerseits mit einem oder zwei feinen Strängen an der Wand des Perihämalraumes befestigt wird (vergl. Fig. 10, 11 auf Taf. II). Die Auskleidung dieser Räume wird von abgeplatteten Binde substanzzellen gebildet, deren Kerne in dieselben prominieren (Fig. 6, Taf. III). Die Membran oder besser Cuticula, welche den ventralen Zellbelag (Ganglienzellen) des Nervenstammes überzieht, gehört diesem an und ist als Produkt seiner Zellen aufzufassen.

Die gleiche Auskleidung besitzt der orale Perihämal- oder besser Schizocoelkanal. Ich bevorzuge den letzten Ausdruck, da ja die Blutlakuue im Verhältnis zum Nervenstamm so gering entwickelt ist, daß man eigentlich von Perineuralräumen sprechen müßte.

Der Bau des schlauchförmigen Kanals ist im allgemeinen derselbe. Nur sehen wir, daß die Zellen, welche das drüsige Organ überziehen, dicht gedrängt stehen und nicht abgeplattet sind. Sie besitzen einen kugligen Kern. Die dorso-ventralen, den aboralen Blutlakunenring mit der Genitalröhre einschließenden Schizocoelräume besitzen nichts von dem bisher geschilderten Verhalten Abweichendes. Sie treten in die Wandung der Bursae ein, wie ich bei der Besprechung derselben schildern werde.

Eine weitere Frage ist nun die: Stehen die Schizocoelräume im Körper der Ophiuren sämtlich miteinander in Verbindung. Findet sich ein ähnliches Verhalten, wie ich es bei den Asteriden beschrieben habe, wo dies thatsächlich der Fall war.

Zunächst ist sicher, daß die radiären ventralen Räume, welche

---

1) in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 46, 1887.

die Nervenstämme und den Nervenring einschließen, in Verbindung stehen mit dem schlauchförmigen Kanal. Weiter aber gelang es mir, zwischen diesem und dem aboralen (dorso-ventralen) Perihämälraume eine Kommunikation aufzufinden. Prüfen wir Fig. 7 auf Taf. VI näher, so zeigt sich, daß die Drüse *Dr* und der Steinkanal *St.K* vom schlauchförmigen Kanal (gelb) umhüllt werden und daß dieser bis zu dem mit *x* bezeichneten Abschnitt des aboralen hier in der Ventralwand verlaufenden Blutlakunenringes reicht. Hier findet die Verbindung statt, wie aber nur auf Vertikalschnitten, rechtwinklig zu dem Lakunenring und tangential zu ihm nachgewiesen werden kann. Eine kurze Strecke steht hier der schlauchförmige Kanal mit dem ihm außen anliegenden aboralen Schizocoelraum in offener Verbindung.

Einen ringförmigen Sinus fand ich im Beginn der Schlundwandung. In der verdickten Binde substanzschicht derselben trifft man einen großen Hohlraum an, welcher durch enge Lücken, wie ich an Osmiumpräparaten feststellen konnte, mit dem oralen Schizocoelraum in Verbindung steht (*Oph. albida*). Ringförmig verlaufende Muskelfasern gleiten diesen die Mundöffnung umspannenden Hohlraum aus und bilden so einen Sphinkter.

---

## Kapitel 5.

### Das Blutlakunensystem.

Bevor ich auf die eigenen Beobachtungen, welche sowohl die Anatomie wie den feineren Bau betreffen, eingehe, schicke ich einige geschichtliche Notizen voraus.

Wir schreiben jetzt den Ophiuren einen oralen Blutlakunenring und fünf von diesem ausstrahlende Armlakunen zu. Die letzteren hat zuerst wohl TEUSCHER<sup>1)</sup> gesehen, sie aber als zum Nervensystem zugehörig erachtet. Erst SIMROTH<sup>2)</sup> hat diese radiären Lakunen in ihrer Bedeutung erkannt, ebenso wie den oralen Blutlakunenring. Freilich ist hierbei zu betonen, daß er zum Blutgefäßsystem noch mehrere Räume rechnete, so die Peri-

---

1) TEUSCHER, R., Beitr. z. Anat. d. Ophiuridae, in: Jen. Zeitschr. f. Nat., Bd. 10, 1876.

2) SIMROTH, H., pag. 464 d. Anat. u. Schizog. d. Ophiact. vir., in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 27, 1876.

hämalkanäle als seitliche Armgefäße beschrieb. Erst W. LANGE<sup>1)</sup> hat eine genaue Schilderung ihres Verlaufes gegeben, welche dann von LUDWIG<sup>2)</sup> bestätigt und erweitert sind. Letzterem Forscher verdanken wir die strenge Scheidung zwischen den Perihämalräumen und den eigentlichen Blutlakunen.

Auf die Arbeit von APOSTOLIDÈS<sup>3)</sup> einzugehen wird mir wohl erlassen werden. Eine Arbeit, welche, soweit ihre Resultate das Blutgefäßsystem angehen, unsere Erkenntnis auf ein antediluvianisches Stadium zurückschrauben will, zu besprechen, muß jeder ablehnen, welcher seine Zeit besser anwenden kann.

Der letzte Forscher, welchen ich zu nennen habe, ist KOEHLER<sup>4)</sup>. Auf die Angaben dieses ausgezeichneten französischen Forschers komme ich im weiteren Verlaufe meiner Darstellung zu sprechen. Seine Abbildungen sind streng nach Präparaten gezeichnet und zeigen zum ersten Male diese Räume sowie die Perihämalräume naturgetreu, nicht schematisch.

Fassen wir unsere Kenntnis des Verlaufes der Blutlakunen zusammen, so haben wir 1) einen oralen (ventralen) Blutlakunenring und fünf von ihm abgehende Äste in die Arme, sowie Lakunen, welche zum drüsigen Organ und zu den Füßchen ziehen; 2) einen dorso-ventralen Blutlakunenring von LUDWIG aufgefunden, 3) eine Blutlakune zum Darm, über welche ich<sup>5)</sup> schon in einer vorläufigen Mitteilung berichtet habe (vergl. Fig. 8 auf Taf. VI).

### 1. Der ventrale Blutlakunenring und seine radiären Äste.

Auf dem Querschnitt durch einen Arm treffen wir die Blutlakune *BL* unmittelbar dem radiären Nervenstamm aufliegend in der Mittellinie desselben, wie Fig. 6, Taf. III zeigt. Dieses ist das Bild, welches man von derselben am gewöhnlichsten erhält. Da, wo aber die Füßchen auf der Ventralseite des Armes austreten, sehen wir nicht diesen kreisförmigen Querschnitt, sondern

---

1) LANGE, W., Beitr. z. Anat. u. Histiol. d. Asterien u. Ophiuren, in: *Morph. Jahrbuch*, Bd. 2, 1876.

2) LUDWIG, pag. 347, *Neue Beiträge*, 1880.

3) APOSTOLIDÈS, *Anat. et Développement des Ophiures*, in: *Arch. Zool. expér.*, Bd. 10, 1881.

4) KOEHLER, *Appar. circulat. des Ophiures*, 1887, in: *Ann. Sc. Nat. Zool.*

5) HAMANN, *Die wandernd. Urkeimzellen u. ihre Reifungsstätt.* b. d. *Echinod.*, in: *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. 47, 1887.

es liegt dem quer durchschnittenen Nervenstamm ein breites Band auf. Das sind die rechts und links von der Blutlakune abgehenden, die Füßchen versorgenden Lakunen (vergl. Fig. 2 auf Taf. I und Fig. 11 auf Taf. II. Diese seitlichen Lakunen besitzen ganz denselben Bau wie der Hauptstamm. Sie enden in der Bindesubstanzschicht des Füßchens, in welcher sich, wenigstens im basalen Teile, die Blutflüssigkeit in Lücken derselben nachweisen läßt.

Liegen die radiären Armlakunen in der Mittellinie des Nervenstammes, so ändert sich diese Lage, sobald die fünf Lakunen zur Bildung des oralen Blutlakunenringes zusammentreten. Dieses liegt — vergl. den Querschnitt durch den Gehirnring Fig. 1, Taf. III — dem Gehirnring an einem Ende auf, und zwar dem der Leibeshöhle zugekehrten.

Der feinere Bau dieser Blutlakunen ist sehr einfach. Sie stellen lange Röhren dar, welche nach der Spitze der Arme zu sich mehr und mehr verdünnen, um endlich blind zu enden, und besteht ihre Wandung aus einer dünnen Membran, wie schon SIMROTH angiebt. Dieser Membran liegen außen ovale Zellkerne auf. Bei der Oberflächenbetrachtung einer radiären Lakune — Fig. 9, Taf. II — treten diese Kerne in bestimmten Zwischenräumen auf. Irgendwelche Zellsubstanz ist nicht vorhanden. Eine Behandlung mit Silber ließ mich im Stich. Nichtsdestoweniger glaube ich sicher, daß sich hier Zellterritorien nachweisen lassen werden und diese Membran ein Endothel darstellt. Auf dem Querschnitt Fig. 10, Taf. II sind diese Zellkerne quer durchschnitten. Von der Blutlakune zur Wand des schizocoelen Perihämalraumes ziehen Stränge, welche meist nur aus einer Zelle und deren Fortsätzen bestehen (vergl. dieselbe Figur).

Die Blutflüssigkeit stellt eine geronnene Masse dar, welche sich mit neutraler Karminlösung hellrosa färbt und daher leicht nachzuweisen ist. Zellen finden sich in ihr selten vor. Sie fallen dann durch ihren hellen Zelleib und den kugligen Kern in die Augen.

Aus Fig. 1, Taf. III erhellt, daß der orale Blutlakunenring eine in den Perihämalraum vorspringende, kreisförmig verlaufende Röhre darstellt. So ist es bei *Ophiogl. albida*. Wie aus einer Abbildung KOEHLER'S<sup>1)</sup> hervorgeht, ist bei *Ophioglypha texturata* ein Lakunennetz vorhanden und liegt an einer anderen Stelle. Es

---

1) KOEHLER, a. a. O., Taf. 8, Fig. 4 (Ann. des Sc. nat. 7. Sér., T. 2).

wundert mich, daß zwischen zwei nahestehenden Gattungen ein solcher Unterschied bestehen soll. Nachprüfen konnte ich die Angabe KOEHLER'S nicht.

Da nun ein Ausläufer des drüsigen Organes bis an diesen oralen Blutlakunenring reicht — Fig. 2 auf Taf. IV *BLR* — so ist leicht ersichtlich, auf welche Weise die Blutflüssigkeit Zutritt zu demselben hat. Es läßt sich die Blutflüssigkeit in Lücken und Spalten dieses Endstranges des drüsigen Organes nachweisen. Hierauf komme ich bei Besprechung dieses Organes.

## 2. Der (aborale) dorso-ventrale Blutlakunenring.

Dieser Lakunenring wurde von LUDWIG<sup>1)</sup> entdeckt und in seinen Beziehungen zu dem Genitalstrang genau geschildert. Kann ich diese seine Angaben bestätigen, so ist es mir weiter möglich, den Verlauf in den Bursae — überhaupt den feineren Bau — näher zu schildern.

KOEHLER<sup>2)</sup> bestreitet das Vorhandensein dieses aboralen Lakunenringes vollständig; er hat ihn nie gesehen! Eine Erklärung hierfür kann ich nicht finden, denn in Wahrheit ist derselbe wirklich nicht schwer aufzufinden — nur müssen Schnittserien von gut konserviertem Material zur Verfügung stehen!

Es verläuft dieser Lakunenring ebenfalls in einem Perihämalarium, welcher als Schizocoelraum aufgefaßt werden muß, wie ich bereits früher<sup>3)</sup> ausgeführt habe.

Da nun dieser Lakunenring, welcher die Bursae zu versorgen bestimmt ist — bei den Ophiuren wie bei Asteriden und Echiniden giebt er Zweige zu den Geschlechtsorganen — und diese Bursae Einstülpungen der ventralen Körperwand sind, so muß er teils in der Rückenwand, teils in der Ventralwand verlaufen. Seinen eigentümlich komplizierten Verlauf hat LUDWIG<sup>4)</sup> geschildert. Da nur eine rein schematische Abbildung bisher vorliegt, so habe ich den Verlauf des Blutlakunenringes mit rot in Figur 7 auf Tafel VI eingetragen. Er verläuft in den Radialen, das heißt wir treffen ihn da, wo die Arme abgehen, in der Dorsalwand an.

---

1) Neue Beiträge, pag. 351, Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 34, 1880.

2) KOEHLER, Recherh. sur l'appar. circulat. d. Ophiures, 1887.

3) HAMANN, Mitteilungen der Königl. Gesellsch. d. Wissenschaft. und der Georgs-August-Universität Göttingen, 31. Juli 1887.

4) Neue Beiträge, pag. 351, Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 34, 1880.

Er liegt nahe am Rande der Scheibe, unmittelbar über dem Eintritt der Arme in die Scheibe. Um nun zu den in der Ventralwand gelegenen Bursae zu gelangen, tritt rechts und links „zwischen dem Radialschilde und dem dasselbe mit der Bursalspange verbindenden Adductormuskel“ der jetzt in der dorsalen Scheibenwand verlaufende Abschnitt hindurch auf die äußere Bursalseite ein, giebt aber vorher eine blind endende Lakune  $bl^2$  ab, welche auf der dem Arm zugewendeten Fläche verläuft. Nach dem Verlauf in der Wandung der Bursae tritt der Blutlakunenring in die ventrale Körperwand, in das Peristom, ein, um bis zur nächsten Bursa zu ziehen. Diesen Abschnitt habe ich mit  $bl^3$  bezeichnet (Fig. 7, Taf. VI). Nun tritt er in die Bursalwand ein, steigt — nachdem er wieder eine blind endende Lakune abgegeben hat, in die Dorsalwand empor.

Somit ist der Verlauf des aboralen oder dorso-ventralen Blutlakunenringes folgender: In den Radien verläuft ein Abschnitt in der dorsalen Scheidewand, um dann zur Ventralseite zu ziehen, in die Wand der Bursae einzutreten und zwischen je zwei benachbarten Bursae in der Peristomwandung zu verlaufen.

Leugnet KOEHLER<sup>1)</sup> diesen Lakunenring gänzlich, so hat er doch die in der ventralen Wand, dem Peristom, zwischen je zwei Bursae verlaufenden Abschnitte derselben gesehen, sogar auf einer Abbildung nach einem Querschnitt abgebildet, erklärt denselben aber bestehend aus Bindegewebsfasern und Muskelfasern. Ein Gefäß hat er niemals wahrgenommen. In der Fig. 7 auf Taf. VI wird der rot angegebene Lakunenring überall umgeben von dem mit gelb gekennzeichneten Perihämalkanal, welcher ihn allerwärts begleitet.

Der feinere Bau. Auf einem Vertikalschnitt durch die Scheibe, welcher parallel zur Armachse verläuft, wird der Blutlakunenring quer durchschnitten — Fig. 5 auf Taf. VI. Er stellt sich als ein in seinen Perihämalkanal *Sch* hervorragendes Gebilde vor, welches mehrere Lumina zeigt. Seine Wandung ist sehr dünn, eine Membran mit aufliegenden Zellen, spindligen oder sternförmigen. Diese treten besonders da hervor, wo die Wandung etwas stärker entwickelt ist. Der Inhalt der Hohlräume bildet die geronnene Blutflüssigkeit — hier und da, aber ziemlich selten — Zellen enthaltend. Weiter birgt dieser Lakunenring in seiner Achse verlaufend eine mit großkernigen Zellen angefüllte Röhre

---

1) KOEHLER, App. circ. d. Oph., pag. 143.

— die Genitalröhre — welche unten besprochen werden soll. Der Perihämalraum wird von abgeplatteten Zellen oder Zellkernen ausgekleidet, deren zugehörige Zellenterritorien nicht nachweisbar sind.

In Fig. 3, Taf. II auf der Übersichtsfigur ist der Blutlakunenring mit *BLR*, die Genitalröhre mit *GR* bezeichnet.

### 3. Die vom aboralen Blutlakunenring zum Darmtractus führende Lakune.

In einem Radius gelegen zweigt sich von dem in der Dorsalwand der Scheibe verlaufenden Abschnitt des Lakunenringes eine Lakune ab, tritt aus dem Perihämalraum heraus in die Leibeshöhle und heftet sich an die Wandung des Darmes an. Der Austritt dieser Darmlakune ist auf Fig. 8, Taf. VI wiedergegeben. Sie wird als in der Leibeshöhle gelegen überkleidet vom Enterocoelelepidel, welches in das der Darmwandung übergeht. Unterhalb derselben liegt eine dünne bindegewebige Wandung, hier und da Fasern erkennen lassend. Das Zentrum dieser Lakune ist mit Blutflüssigkeit prall angefüllt. Am Darm angekommen geht die Enterocoelebekleidung, wie schon gesagt, in die des Darmes über; der bindegewebige Teil der Wandung setzt sich direkt fort in die gleiche Schicht des Darmes, während die Blutflüssigkeit in Lücken und Spalträumen der Binde substanzschicht der Darmwandung in den benachbarten Teilen sich nachweisen läßt.

---

## Kapitel 6.

### Die Genitalröhren und die Reifungsstätten der Keimzellen auf den Genitaltaschen.

#### 1. Die Bursae mit den Genitalsäckchen.

Eine eigentümliche Bildung hat uns LUDWIG<sup>1)</sup> in den Bursalspalten bei den Ophiuren kennen gelehrt. Während die älteren Forscher annahmen, daß die Geschlechtsprodukte in die Leibeshöhle entleert würden, und aus dieser durch die äußerlich leicht

---

1) LUDWIG, Morphologische Studien an Echinodermen, I. Bd. VIII. Beiträge zur Anatomie der Ophiuren. Leipzig, Engelmann, 1877—79. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXXI.



erkennbaren Genitalspalten ins Freie gelangten, zeigte er zuerst, wie die Geschlechtsschläuche an eigenartigen Taschen, Einstülpungen der ventralen Körperwand, entständen und wie ihre Produkte durch Öffnungen in der Wandung dieser Taschen zunächst in deren großen Hohlraum gelangten und von hier aus durch die Bursalspalten nach außen.

Betrachtet man eine *Ophioglypha albida* von der Bauchfläche, so treten die zehn Bursalspalten als schlitzförmige, den Armbasen eng anliegende Öffnungen auf. Diese letzteren führen in hohle Taschen, welche in der Zehnzahl neben den zentralen Armwirbeln sich in die Leibeshöhle hervorwölben und blind geschlossen sind. Sie sind nichts anderes, als Einstülpungen der Körperwand.

Zerlegt man eine *Ophioglypha* in Vertikalschnitte, so kommt man schnell zu einer klaren Einsicht in diese Organe.

Fig. 1, Taf. VI zeigt uns einen Schnitt durch die Körperscheibe. Nach rechts zu hat man sich den Arm gelegen zu denken. Die Bursa endet blind und trägt auf ihrer äußeren Fläche die prall mit Eiern gefüllten Genitalsäcke.

Die Bursalwand setzt sich aus einer Reihe von Schichten zusammen, welche in der Körperwand in gleicher Reihenfolge vertreten sind. Ihre innere Auskleidung ist eine direkte Fortsetzung der äußeren Körperepidermis. Sie setzt sich an einzelnen Stellen aus langen Wimperzellen zusammen, welche gruppenweise in Streifen angeordnet stehen. Sie dienen dazu, das Wasser in den Bursae in Bewegung zu erhalten, so daß fortwährend eine Strömung in denselben erzeugt wird. Ein Grund mehr, in diesen Organen Respirationsorgane zu sehen. Besonders an den Genitalspalten sind diese Wimperstreifen zahlreich vorhanden. Ihre Zellen zeichnen sich durch die kleinen, sich stark färbenden Kerne aus.

Auf dieses die Auskleidung der Genitaltaschen bildende Epithel folgt die Binde substanzschicht. Sie ist von nur sehr geringer Ausdehnung. Kalkkörper finden sich in der Wandung der Genitaltaschen nicht vor. Außen überzieht das Enterocoelepithel die Wandung der Genitaltaschen. Es besteht aus kleinen kubischen Wimperzellen.

Die Gestalt der Bursae hat LUDWIG <sup>1)</sup> bereits ausführlich beschrieben. Danach haben wir einen dünnhäutigen Sack vor uns, „welcher an den Rändern der Bursalspalte beginnt, dorsalwärts in die Körperhöhle sich erhebt und an seinem aboralen Bezirke sich

---

1) a. a. O., p. 273.

in einen Zipfel fortsetzt, welcher sich über den Rand des Magensackes auf dessen Dorsalseite hinüberschlägt“.

Auf diesen Taschen sitzen birnförmige Gebilde, welche, wie ich im Gegensatz zu LUDWIG hervorheben muß, solid sind. Sie stehen nicht regellos zerstreut auf der Oberfläche der Genitaltaschen, sondern sind in einer Reihe angeordnet. Ihre Stellung und Lagerung richtet sich ganz genau, wie ich weiter unten zeigen werde, nach dem Verlauf der Genitalröhren mit ihren Keimzellen.

Nach diesem kurzen allgemeinen Überblick wende ich mich zunächst dazu, die Genitalröhren in ihrem Bau und ihrem Verhältnis zu den Blutlakunen genauer zu schildern.

## **2. Der Verlauf der Genitalröhren und der dorso-ventralen Blutlakunen.**

Die im Folgenden zu beschreibenden Verhältnisse lassen sich nur auf Vertikalschnitten, denen Horizontalschnitte ergänzend zur Seite stehen müssen, erkennen. Zu dieser Anfertigung von Schnittserien eignet sich *Ophioglypha albida* der Ostsee (Kiel) in vorzüglicher Weise, da sie nie einen größeren Scheibendurchmesser als 1 cm besitzt und nur wenig Kalk enthält. Die Gewebe bleiben nach der Entkalkung vorzüglich gut erhalten, mögen sie nun vorher mit Osmiumsäure, Pikrinschwefel- oder Chromsäure konserviert worden sein.

Die Genitalröhren sowohl als die sie umgebenden Blutlakunen verlaufen nur in gewissen Teilen des Rückens der Scheibe. Will man sie hier auffinden, so muß man Vertikalschnitte untersuchen, welche durch die Scheibe und parallel zur Armachse durch einen Arm gehen.

In der Rückenwand der Scheibe, und zwar radial gelegen (radial liegen die in den fünf Armachsen gelegenen Organe, interradial die zwischen je zwei Armen gelegenen), fällt der uns schon von der Beschreibung des aboralen Blutlakunenringes her bekannte Schizocoelkanal mit der Blutlakune in dem in das Lumen des letzteren hervorragenden Binde substanzstrange in das Auge.

In diesem bindegewebigen Strang verläuft weiterhin ein stark hervortretende Zellen einschließender Kanal, die Genitalröhre. Seine Wandung ist eine Membran, die der Binde substanz angehört. Im Innern dieser Röhre liegen 0,009 bis 0,04 mm große Zellen, deren Zellsubstanz fast homogen erscheint, nur um den Kern eine Granulierung (oder Fadenwerk) zeigt. Der Kern

dieser Zellen mißt 0,007 mm, ist also verhältnismäßig sehr groß. Er ist ein kugeliges Bläschen, das sich hell rosa tingiert und ein schönes dunkel gefärbtes Netzwerk zeigt. Diese Zellen sind die Urkeimzellen. Sie sind bald kugelig, bald oval, bald kann man stumpfe Fortsätze an ihnen unterscheiden. Je nach dem Zustand, in welchem diese Zellen von der Konservierungsflüssigkeit beim Fixieren getroffen wurden, sind sie erhalten geblieben. Im Leben bewegen sie sich amöboid, wie man schon aus ihrer Lagerung erkennen kann. Sie liegen stets frei in der Genitalröhre.

Der Verlauf der Genitalröhre ist natürlich derselbe wie der des aboralen Blutlakunenringes, so daß ich nur auf die Beschreibung desselben zu verweisen brauche. Eine besondere Besprechung verdient er nur da, wo er jenseits der Adduktorenmuskeln (zwischen der Bursalspange und dem Radialschilde) aus der dorsalen Scheibewand heruntertritt und immer noch in der Blutlakune gelegen — begleitet vom Schizocoelkanal — in die Bursalwand eintritt. Sobald er in die Binde substanzschicht der Wandung eingetreten ist, gabelt er sich, indem ein Schizocoelkanal mit der ebenfalls gegabelten Genitalröhre in der zentralen Bursalwand, der andere auf der ventralen herabläuft. Sie steigen beide vom Scheitel der Bursalwand an in der letzteren herab bis zur Basis, um dann aus derselben auszutreten. Ihren weiteren Verlauf schildere ich später.

Verfolgen wir nun im einzelnen den Perihämalkanal! In Fig. 2 auf Taf. VI ist ein Querschnitt durch die Bursalwand wiedergegeben. Der Perihämalkanal ist mit *Sch* gekennzeichnet. Er ist an manchen Stellen geschlossen, indem dann die Genitalröhre mit den sie umgebenden Blutlakunen sein Lumen voll ausfüllen. Im allgemeinen ist er aber mit seiner endothelartigen Auskleidung leicht zu erkennen. Weiter ragt die Genitalröhre *GR* mit ihren großen Urkeimzellen der Länge nach durchschnitten deutlich hervor. Die Blutlakunen, welche sie umgeben, sind sehr zusammengedrückt, so daß sie oftmals kaum zu erkennen sind.

Die Entstehung der Genitalsäckchen ist, wie man aus dem Bau des halb ausgebildeten Organes schließen kann, folgende. Es finden im Verlauf der Genitalröhre Wucherungen der Urkeimzellen statt, welche sich knospenartig bilden und die über ihnen liegende Bursalwand, welche aus einer dünnen Binde substanzschicht (*bg* in Fig. 2 auf Taf. VI) und dem Cölomepithel besteht, mit emporheben. Diese Knospen wachsen mehr und mehr hervor, indem die Urkeimzellen in sie einwandern und nun entweder

sich durch Wachstum in die Eizellen differenzieren, oder aber die Samenmutterzellen durch Teilung bilden. Bei männlichen und weiblichen Ophiuren sind die Urkeimzellen von genau derselben Größe, demselben Bau und den gleichen Eigenschaften Reagentien gegenüber.

Die weiblichen Genitalsäckchen. Betrachtet man einen Schnitt durch ein weibliches Genitalsäckchen zur Zeit, wo die Eier sich noch in den verschiedensten Größen finden, so sieht man ein vollständig prall angefülltes birnförmiges Säckchen, welches mit dem zugespitzten stiel förmigen Ende der Außenwand der Bursa aufsitzt. Die Wandung des Genitalsäckchens ist äußerst dünn und besteht aus einem seine Oberfläche überkleidenden Plattenepithel dem Cölomepithel zugehörig und unterhalb desselben eine sehr gering entwickelte Binde substanzschicht, in welcher die Blutflüssigkeit zirkuliert. Diese ist aber der Dünne der Wandung wegen bei unserer Art kaum erkennbar. Lakunen sind kaum vorhanden, wie aus der Fig. 3 auf Taf. VI hervorgeht. Das Innere des Säckchens zeigt keinen Hohlraum, sondern ist vollgepfropft von Eizellen in allen Größen. Die größeren liegen meist am kugelig abgerundeten Ende der Säckchen. Zwischen den Eizellen, von denen die größeren 0,07 mm, ihr Keimfleck 0,04 mm messen, liegen die Urkeimzellen noch unverändert wie in den Genitalröhren. Ihr Zellkern wird zum Keimbläschen der Eizellen. Die größeren Eizellen lassen eine helle Membran erkennen, welche sie als homogenes Häutchen umhüllt. Diesen Eihüllen liegen Zellen an, welche abgeplattet sind und einen Kern von nur 0,003 mm Durchmesser zeigen, und wohl als Follikelzellen angesehen werden können. Sie gehen aus den Urkeimzellen hervor, welche sich nicht zu Eizellen entwickelt haben. Um diese Zeit findet man oft Zellen im Zerfall begriffen, deren Zellsubstanz wohl als Nährmaterial für die wachsenden Eizellen dient.

Worauf es uns hier besonders ankommt, ist der Nachweis, daß die Eizellen sich aus den Urkeimzellen entwickeln, und zwar in besonderen knospenartigen Anlagen, deren zentrale Masse von den wachsenden Eizellen gebildet wird.

Die Öffnungen, welche von den Genitalsäckchen durch die Bursalwand in den Hohlraum derselben führen, brechen erst später durch, wenn die Eier ausgereift sind.

Die Hodensäckchen. In gleicher Weise wie die Ovarialsäckchen legen sich die Hodensäckchen als solide Knospen an. Bei ihnen läßt sich fast noch besser diese Entwicklung der

Urkeimzellen, hier zu Samenmutterzellen, verfolgen. In Fig. 4, Taf. VI ist ein Längsschnitt durch ein Hodensäckchen wiedergegeben. Dasselbe ist von birnförmiger Gestalt. Es wird überkleidet von dem Cölomepithel ( $e^2$ ). Unter demselben liegt eine dünne Binde substanzschicht, in welcher wir uns die Ernährungsflüssigkeit, das Blut, in Lakunen zirkulierend zu denken haben. In dem Stadium der Entwicklung, in welchem die in Fig. 4 abgebildete Hodenanlage steht, ist das Lumen so stark erfüllt von Zellen, daß die Wandung eng aneinander gepreßt erscheint. Dazu kommt, daß selbst die die Genitalröhre in ihrem Verlaufe in der Bursalwand umgebende Blutlakune nur von sehr geringer Ausdehnung und die Blutflüssigkeit kaum erkennbar ist. — An der Basis sieht man die Urkeimzellen in das Lumen des Hodensäckchens eindringen, und zwar in mehreren Schichten der Binde substanzschicht aufliegen, während nach innen kleinere, durch Teilung hervorgegangene Zellen liegen, die Samenmutterzellen, und das Zentrum von bereits reifen oder reifenden Spermazellen eingenommen wird. Diese sind an den langen Schwänzen und ihrem sich stark tingierenden kugeligen Kopfe leicht erkennbar. Jetzt sind bereits Öffnungen zu erkennen, das heißt aus den Hodensäckchen führt ein enger, von Zellen, welche im Leben wahrscheinlich wimpfern, ausgekleideter Kanal durch die Bursawandung hindurch und öffnet sich in den Hohlraum derselben. Durch aktive Bewegung gelangen die Spermazellen durch denselben nach außen. Eine Muskulatur, welche etwa durch Kontraktionen die Entleerung der Genitalsäckchen beschleunigen könnte, findet sich bei unserer Art nicht in der Wandung vor, weder in der der männlichen, noch in der der weiblichen Genitalsäcke.

---

## Kapitel 7.

### Der Darmtraktus.

(*Ophioglypha albida*.)

Die Lage und die Gestalt des Darmtraktus läßt sich aus der Fig. 3, Taf. II erkennen, welche einen Längsschnitt durch die Scheibe und den Beginn eines Armes wiedergiebt. In den Darm führt die große geräumige Mundöffnung, welche zugleich als After funktioniert. Das Körperepithel setzt sich an der Mundöffnung fort in das Wimperepithel des Darmes, welches seine größte

Starke an der dorsalen Wand erreicht. Hier sind die Darmepithelzellen bis 0,1 mm hoch, während sie an der ventralen Wand sehr niedrig, 0,01 mm hoch sind. Der Darm trägt in ganzer Ausdehnung Wimpern.

In Fig. 9 auf Taf. VI ist ein Stück der Darmwandung wiedergegeben. Die Epithelzellen haben eine cylindrische Gestalt, und der ovale Kern liegt in dem basalen Teile der Zelle, wie in Fig. 10 derselben Tafel an den isolierten Zellen erkennbar ist.

Jeder Zelle sitzt eine Anzahl von Stäbchen auf, wie sie FRENZEL<sup>1)</sup> bereits bei Ophioderma beschrieben hat. Diese Stäbchen fand ich auf meinen Schnittserien deutlich erhalten. Die mit Osmiumsäure behandelten und mit Pikrokarmine gefärbten Schnitte ließen sogar teilweise noch die zarten Wimpern erkennen. Die Stäbchen sitzen nicht direkt den Zellen auf, sondern mit Hilfe von Knöpfchen, welche wie eine Perlenschnur gelagert sind (Fig. 10 *Kn*). Die Wimpern stehen nicht dicht gedrängt, sondern Lücken fanden sich zwischen den einzelnen Haaren.

Unterhalb der Epithelzellen erkennt man Nervenfibrillen, welche besonders im Anfangsteil des Darmes deutlich wahrnehmbar sind. Besonders bei den größeren Arten treten sie auf Schnitten gut hervor.

Die Binde substanzschicht besitzt nur eine sehr geringe Entwicklung. Nur an der Stelle, an welcher die Darmlakune an die Wandung herantritt, ist sie stärker ausgebildet, und läßt in Lücken die Blutflüssigkeit erkennen.

Unterhalb dieser Binde substanzschicht liegt eine Muskelschicht, welche aus einer Lage glatter Muskelfasern sich zusammensetzt, welche ringförmig verlaufen. Unterhalb derselben liegt das einschichtige, die Außenfläche des Darmes überziehende, aus kubischen Zellen bestehende Epithel, welches die Leibeshöhle auskleidet.

Eigenartige Bildungen treten um die Mundöffnung auf. Die Lage derselben läßt sich aus der auf Taf. II, Fig. 3 gegebenen Abbildung am besten erkennen. Zur weiteren Orientierung mögen die Figuren 21 und 22 auf Taf. XII dienen. Auf beiden sind Längsschnitte durch die Mundöffnung wiedergegeben, aber nur die eine Hälfte des Munddarmes dargestellt. Mit *WGR* ist der Wassergefäßring und mit *GR* der durchquerte Gehirnring be-

---

1) FRENZEL, Zum feineren Bau des Wimperapparates, in Arch. f. mikr. Anat., Bd. 28, pag. 63, 1886.

zeichnet, von welchem ein radiärer Nervenstamm sich abzweigt. In dem einen Falle ist nun die kreisrunde Mundöffnung klein, indem der Munddarm oder vielmehr seine Wandung wie ein Velum nach dem Zentrum der Ventralfläche der Scheibe hervorragt (Fig. 21); im anderen Falle ist die Mundöffnung weit klaffend, indem der Anfangsdarm nach oben zurückgezogen ist (Fig. 22). Dies sind die beiden Extreme, welche man auf vertikalen Längsschnitten durch die Scheibe zu Gesicht bekommt. In welcher Weise geschieht nun diese Schließung und Öffnung der Mundöffnung?

Zunächst steht mit derselben in Verbindung ein Hohlraum, und zwar ein Schizocoelraum in der Binde substanzschicht der Wandung des Anfangsdarmes. Dieser ist in beiden Figuren mit *Sch* bezeichnet. Der Schizocoelraum läuft ringförmig um die Mundöffnung, ist aber keineswegs geschlossen, sondern steht — wie ich auf Osmiumpräparate gestützt behaupten kann — durch kleine Lücken in der Binde substanzschicht mit dem Schizocoelraum in Verbindung, in welchem der Gehirnring liegt. Diese Lücken sind schwer wahrnehmbar und meist geschlossen. Daß aber die Flüssigkeit beider Schizocoelräume in Verbindung steht, darüber kann kein Zweifel sein.

Die Innenwand dieses mit *Sch* in Fig. 21 und 22 bezeichneten Hohlraumes ist mit ringförmig verlaufenden glatten Muskelfasern besetzt, welche eine Verengung der Mundöffnung bewirken können.

Beobachtet ist dieser bei *Oph. albida* besonders deutliche Schizocoelraum bisher noch nicht worden, wohl aber ein zweiter kreisförmiger Kanal, zu dessen Schilderung ich gleich übergehen will. TEUSCHER<sup>1)</sup> war der erste, welcher denselben als Lippenhohlraum beschrieben hat. LUDWIG<sup>2)</sup> hat ihn als inneren oralen Perihämalraum bezeichnet. Er soll homolog sein den gleichen Räumen eines Asteriden. Dem kann ich ebensowenig wie KOEHLER<sup>3)</sup> beistimmen, wie schon aus meiner Schilderung, die ich vom Nervenring gegeben habe, hervorgeht. Dieser Lippenhohlraum, der *espace oral*, wie ihn KOEHLER nennt, ist von kreisrunder Gestalt, das heißt es ist ein den Anfangsteil des Darmes umgrenzender Hohlraum,

---

1) TEUSCHER, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen, in: Jen. Zeitschr. f. Naturwiss., Bd. 10, 1876.

2) LUDWIG, Neue Beiträge zur Anatomie der Ophiuren, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 34, 1880.

3) KOEHLER, Recherches sur l'appareil circulatoire des Ophiures, in: Ann. Soc. Nat. Zool., Bd. 2, Sér. 7, 1887.

welcher dadurch entstanden ist, daß eine Hülle den Anfangsdarm kreisförmig einhüllt. Diese Hülle oder dieser Mantel *W* in Fig. 21 und 22 inseriert einerseits an der Darmwandung, andererseits an der Innenfläche des ventralen Integumentes in der Nähe des Wassergefäßringes *WGR*. Unser Hohlraum, welcher ein Enterocoelraum, also ein Teil der Leibeshöhle ist, ist in den Figuren mit *E* gekennzeichnet. Die Wandung dieses Mantels besteht aus einer axialen Binde substanzschicht und beiderseitig einem Epithel, welches mit dem Leibese pithel übereinstimmt.

Daß dieser ringförmige Kanal geschlossen ist, giebt KOEHLER<sup>1)</sup> an. Nach Injektionen überzeugte er sich, daß die Flüssigkeit nach keiner Seite weiter drang. Vergleicht man nun aber die Figuren 21 und 22 miteinander, so sieht man im einen Fall den Hohlraum verengert, im anderen erweitert. Daß eine Flüssigkeit mit Zellen sich in ihm vorfindet, ist zudem selbst auf Schnitten leicht nachweisbar.

Ich glaube nun eine Kommunikation desselben mit dem Wassergefäßring gefunden zu haben. Leider habe ich bisher nur diese Frage an *Oph. albida* prüfen können, hoffe aber die Resultate an größeren Arten bald geben zu können.

Bei dieser Art fand ich, daß an fünf Stellen, und zwar in den Radien vom Wassergefäßring *WGR* Öffnungen oder vielmehr kleine Kanälchen direkt in unsern Hohlraum führten. Diese minimalen Öffnungen sind durch kreisrunde zirkuläre Muskelfasern kenntlich, welche als Sphinkter wirken. Somit scheint — die Frage ist wegen der Kleinheit dieser Öffnungen nicht leicht zu entscheiden — eine Verbindung der Flüssigkeit des Wassergefäßsystems mit diesem Enterocoelraum vorhanden zu sein und es wird diese Flüssigkeit des Hohlraumes von Bedeutung sein bei der Öffnung oder Schließung des Mundes. Die Muskulatur ist in der Wandung des Munddarmes sehr gering entwickelt. Wenige in Abständen liegende, die Mundöffnung umkreisende Fasern treten auf, während in der Wandung des Hohlraumes Längsfasern kenntlich sind.

---

1) KOEHLER, Recherches sur l'appareil circulatoire des Ophiures, in: Ann. Soc. Nat. Zool., Bd. 2, Ser. 7, 1887.

---



### Das drüsige Organ.

In gleicher Weise wie LUDWIG<sup>1)</sup> bei den Asteriden von einem Herzen sprach, geschieht dies auch bei den Ophiuren. Die späteren Forscher haben gezeigt, daß die Funktion dieses Organes eine andere sein muß, sicher nicht die eines Herzens. KOEHLER<sup>2)</sup> nennt dasselbe *glande madréporique*. Die Lage und die langgestreckte Gestalt dieses Organes neben dem Steinkanal, welchem es eng anliegt, läßt Fig. 2, Taf. IV erkennen. An dem dem Blutlakunerring zugewendeten Ende kann die Blutflüssigkeit durch Lücken der Binde substanz eindringen.

Überzogen wird das Organ von einem Epithel, welches besonders durch seine kugligen, nicht abgeplatteten Zellkerne hervortritt. Es besteht aus Binde substanz, und zwar fand ich an in  $\frac{1}{2}\%$  Osmiumsäure konservierten Tieren dieselbe maschig. Die Fibrillen umgrenzten teilweise Hohlräume, in denen eine geronnene Flüssigkeit und verästelte Zellen lagen, teilweise waren solche Räume nicht vorhanden und die Eibrillen schienen einen regellosen Verlauf zu nehmen.

Wie dieses Organ, welches im Verhältnis zu anderen Echinodermen recht gering entwickelt scheint, bei anderen Arten gebaut ist, müssen spätere Untersuchungen lehren. Solange über die Entwicklung aller dieser sog. drüsigen Organe nichts bekannt ist, wird unsere Deutung derselben eine sehr unsichere bleiben. Immerhin ist das negative Resultat, daß wir ein Herz nicht in denselben zu sehen haben, ein, wenn auch nur kleiner Fortschritt.

---

## Kapitel 8.

### Muskulatur und Binde substanz.

Die Muskelfasern der Ophiuren sind besonders eingehend von SCHWALBE<sup>3)</sup> untersucht worden. An der frischen Muskelfaser von *Ophiotrix fragilis*, welche einem Intervertebralmuskel entnommen wurde, erkannte er eine doppelte Schrägstreifung, welche der kon-

---

1) LUDWIG, Neue Beiträge zur Anatomie der Ophiuren, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 34, 1880.

2) KOEHLER, Recherches sur l'appareil circulatoire des Ophiures, in: Ann. Soc. Nat. Zool., 7. Sér., Bd. 2, 1887.

3) SCHWALBE, Über den ferneren Bau der Muskelfasern wirbelloser Tiere, in Arch. f. mikroskop. Anatomie, Bd. 5, 1869.

traktilen Substanz zukommt. Es handelt sich um Liniensysteme, „welche nicht etwa quer um die Muskelfaser herum oder der Länge nach verlaufen und somit eine Quer- oder Längsstreifung darstellen, sondern die vielmehr schräg von einer Seite der Faser zur andern hinüberziehen. Es hat den Anschein, als ob zwei sich kreuzende Systeme von Spiralfasern um den Muskelcylinder herum-liefen.“ Weiter beobachtete SCHWALBE ein deutliches Sarkolemm und einen Kern von elliptischer Gestalt zwischen Sarkolemm und Faser.

Außer bei Ophiuren wurde von SCHWALBE eine gleiche doppelte Schrägstreifung bei Würmern (*Arenicola*) beobachtet. Seinen Angaben ist in neuerer Zeit ROHDE<sup>1)</sup> entgegengetreten, welcher dieselbe nicht wiedergesehen hat. Somit wird es wohl entschuldbar, wenn ich bei der Darstellung meiner eigenen Untersuchungen, welche fast nur eine Bestätigung der SCHWALBE'schen enthalten, länger verweile.

Die Schrägstreifung ist sowohl an der frischen Muskelfaser, welche ohne jedes Reagens untersucht wird, erkennbar, als auch an älterem Spiritusmaterial. Sie zeigt sich an der kontrahierten Muskelfaser sehr deutlich wahrnehmbar, während ich an der ausgestreckten Faser umsonst nach ihr suchte, oder sie kaum ausgeprägt fand. Dies gilt besonders für das Alkoholmaterial. Die Stärke derjenigen Muskelfasern, welche die doppelte Schrägstreifung zeigten, beträgt 0,002 mm. Ein 0,01 mm langer, ovaler bis spindelig Kern liegt im Zentrum der Muskelfaser, der kontraktilen Substanz außen auf und läßt an seinen beiden Polen eine feinkörnige Masse, den Rest der Bildungszelle, erkennen. Das Sarkolemm ist sehr schwer wahrzunehmen, läßt sich aber an der frischen Faser deutlich sehen, sobald diese so liegt, daß ihr Kern auf einer Seite aufliegt. Dann verfolgt man leicht, wie das Sarkolemm sich über derselben erhebt, um der Muskelfaser an den übrigen Teilen eng anzuliegen.

Der Kern zeigte ein deutliches Fadenwerk, hier und da trat ein Nucleolus hervor. Den gleichen Bau dieser Intervertebralmuskeln fand ich bei *Ophioderma longicauda* und *Ophiomyxa pentagona*. Die Muskelfasern der ersten Art sind in Fig. 13 auf Tafel V dargestellt.

---

1) ROHDE, Die Muskulatur der Chaetopoden, in: Zoolog. Beiträge, herausgegeben von SCHNEIDER, Bd. 1, 1885.

Es gelingt leicht, die einzelnen Muskelzellen der Länge nach in eine Anzahl von Fibrillen zu zerfasern.

Außer den in Fig. 13 abgebildeten Muskelfasern trifft man solche, bei denen die beiden sich schneidenden Liniensysteme hell erscheinen, während die quadratischen Felder zwischen ihnen dunkel und stark lichtbrechend. Die dunkeln Quadrate entsprechen nach SCHWALBE der anisotropen Substanz, die hellen Liniensysteme hingegen werden aus der isotropen gebildet.

Die Muskulatur zeigt an den übrigen Körperstellen, so in der Rückenwand und im Darm diese Streifung nicht. An der frischen Faser läßt sich bei Anwendung von Ölimmersionssystemen eine schwache Längsstreifung erkennen. Dementsprechend tritt bei diesen glatten Muskelfasern leicht ein Zerfall in Fibrillen ein. An ihren Enden sind diese Fasern entweder spindlig zugespitzt oder aber pinselförmig gestaltet, wie Fig. 17 auf Taf. V zeigt. Jede Faser besitzt einen ovalen, langgestreckten Kern, welcher selten von etwas feingranulierter Substanz umgeben ist. Ein Sarkolemm ist an Spiritusmaterial schwer nachweisbar, aber vorhanden.

Einer besonderen Erwähnung bedürfen die Muskelfasern des Wassergeäßsystemes. An den oben näher beschriebenen Stellen trifft man ringförmig verlaufende Fasern, welche einen geschlossenen Ring vorstellen und eine bei stärkster Vergrößerung schwach wahrnehmbare Längsstreifung zeigen. Die Dicke dieser Fasern beträgt 0,002 mm, ob ihnen ein Kern zukommt, kann ich nicht angeben, da die großen Kerne der Wassergeäße einer Entscheidung im Wege standen und ich zwischen ihnen keine besonderen Kerne fand.

Quergestreifte Muskelfasern, welche ich bei Echiniden beschrieben habe, traf ich bei keiner Ophiure an.

---

Die Bindesubstanz, welche den größten Teil der Körperwandung bildet, zeigt uns die gleichen Verhältnisse, wie wir sie bei den früher geschilderten Echinodermen antrafen. In einer gallertigen Zwischensubstanz liegen Zellen, deren Fortsätze dieselbe nach den verschiedensten Richtungen durchsetzen. Meist gelingt es, die Fibrillen noch in Zusammenhang mit ihren Bildnerinnen zu treffen. Dies ist an den Stellen vor allem der Fall, an welchen die Zwischensubstanz unverkalkt geblieben ist. Im übrigen erhält man, sobald der Kalk durch Chromsäure entfernt ist, die bekannten Bilder. Die Bindesubstanzschicht erscheint dann wie ein Netzwerk. In den hohlen Maschen lagerte die entfernte Kalk-

substanz. Dieser Kalk wird nicht als kompakte Masse abgeschieden, sondern bleibt nach allen Seiten netzartig von Kanälen durchzogen. Diese letzteren werden eben von der unverkalkten Bindesubstanz erfüllt. Fig. 9, Taf. III zeigt diese Masse und die Lücken. Die Bindesubstanzzellen von spindliger oder sternförmiger Gestalt liegen meist in den Knotenpunkten des Netzwerkes. In der Grundsubstanz treten die Fibrillen deutlich hervor. An anderen Stellen freilich sucht man vergebens nach ihnen, dann erscheint es, als wäre nur die hyaline Grundsubstanz vorhanden. Dies hängt meist von der Konservierung ab.

Außer Pigmentzellen mit baumförmig verästelten Fortsätzen treten, wenn auch selten, kuglige amöboide Zellen auf, welche eine feingranulierte Substanz besitzen, neben einem kugligen Kern. Sie sind 0,01 mm groß.

Die Bindesubstanzschicht des Darmes ist bereits erwähnt worden. Sie bietet insofern Interesse, als in ihr in Lücken und Spalten Blutflüssigkeit nachweisbar ist, ohne daß ein Endothel dieselben auskleidete.

---

Seinem lieben Freunde

P. Herbert Carpenter

widmet

diese Crinoiden ~ Studien

zur

Erinnerung an gemeinschaftlich froh verlebte Stunden

**der Verfasser.**



II. Teil.

Die Crinoiden.

---





## Kapitel 1.

### Das Nervensystem.

Einer vollkommen neuen Untersuchung bedarf das Nervensystem unserer Tiere. Hierbei ist vor allem einmal der histologische Nachweis zu bringen, daß man wirklich es mit Ganglienzellen und Nervenfasern zu thun hat, was die Umhüllung des gekammerten Organes und die übrigen hierher gehörigen Elemente angeht: Gehen wir auf Grund einer histologischen Analyse die sämtlichen Gewebe des Crinoidenkörpers durch, so wird sich wie bei den bisher von mir geschilderten Echinodermenklassen auch bei diesen Formen genau sagen lassen, was zum Nervensystem gehört. Die Gesichtspunkte, welche bisher geltend gemacht wurden, waren entweder rein morphologische (LUDWIG u. a.) oder physiologische (CARPENTER, MARSHALL u. a.). Nur ein Forscher, JICKELI<sup>1)</sup>, macht eine Ausnahme, indem er in einer vor fünf Jahren erschienenen vorläufigen Mitteilung von rein histologischen Gesichtspunkten ausgeht. Leider ist eine ausführliche Arbeit seinen interessanten Zeilen nicht gefolgt.

Es war im Jahre 1865, dass W. B. CARPENTER<sup>2)</sup> die um sein sog. gekammertes Organ gelegene Nervenmasse als Nervensystem deutete. Damit war im Kelch das Nervenzentrum gegeben, von welchem aus in die Arme und die Pinnulae wie in die Cirrhen Nervenstränge strahlten. Diese Anschauung wurde von P. H.

---

1) JICKELI, Vorläufige Mitteilungen über den Bau der Echinodermen, in: Zool. Anzeig., 7. Jahrgang, No. 170, 1884.

2) W. B. CARPENTER, Researches on the structure, physiology and development of *Antedon rosaceus*, P. 1, in: Trans. Roy. Soc., London, V, 156.

CARPENTER<sup>1)</sup> zu der seinigen gemacht und in mehreren Arbeiten ausführlich begründet. Diese Deutungen haben von deutschen Forschern nur die Billigung von SEMPER<sup>2)</sup> erfahren, während GREEFF<sup>3)</sup>, TEUSCHER<sup>4)</sup> und vor allem LUDWIG<sup>5)</sup> sie verwarfen. Der letztgenannte Forscher hielt diese von den Engländern als nervös angesehene Gewebemasse für eine „unverkalkt gebliebene skelettbildende Gewebslage“. PERRIER<sup>6)</sup> stellte sich auf Seite CARPENTER'S und ihm sind MARSHALL<sup>7)</sup> und CARL VOGT und YUNG<sup>8)</sup> gefolgt, während W. B. CARPENTER<sup>9)</sup> nochmals zu Gunsten seiner alten Auffassung neue Argumente ins Feld führte. Neuerdings hat übrigens auch LUDWIG seine Ansicht geändert, denn in der von ihm besorgten Neu-Bearbeitung der „Synopsis der Zoologie von LEUNIS“ wird in der Einleitung zu den Crinoiden diesen außer dem ambulacralen Nervensystem noch ein Zentralorgan im Rücken zuerkannt, welches als antiambulacrales bezeichnet wird.

Betrachten wir die Resultate dieser verschiedenen genannten Arbeiten unbefangen, so scheint mir schon aus ihnen unzweifelhaft hervorzugehen, daß die fragliche, das gekammerte Organ umhüllende Fasermasse, sowie die von ihr ausstrahlenden Verzweigungen nervöser Natur sind. Den ausführlichen histologischen Beweise denke ich hier zu liefern. Außer diesem Nervenzentrum hat JICKELI ein zweites beschrieben, welches um den Mund gelagert ist und Äste abgibt, welche die Wassergefäße begleiten. Das

---

1) P. H. CARPENTER, Remarks on the anatomy of the armes of the Crinoids, in: Journ. of Anat. and Physiology., V. 10, 1877. — On some points in the anatomy of Pentacrinus and Rhizocrinus, ebenda, V. 12, und On the genus Actinometra, in: Transact. of the Linn. Soc., V. 2, 1879, u. Challenger-Crinoiden, P. 1, 1884.

2) C. SEMPER, Kurze anatomische Bemerkungen über Comatula, in: Arbeit a. d. zool. Inst. Würzburg, 1. Bd., 1874.

3) GREEFF, Über den Bau der Crinoideen, in: Arb. Sitzber., 1876.

4) TEUSCHER, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen: 1. Comatula, in: Jen. Zeitschr., Bd. 10, 1876.

5) LUDWIG, Morpholog. Studien an Echinodermen: Zur Anatomie der Crinoideen, in: Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. 28, 1877.

6) E. PERRIER, Recherches sur l'anatomie et la régénération des bras de la Comatula rosacea, in: Arch. zool. expériment. T. 2, 1872.

7) A. M. MARSHALL, On the nervous System of Antedon rosaceus, in: Quart. Journ. of mikr. Sc., Bd. 24, 1884.

8) C. VOGT und YUNG, Lehrbuch d. prakt. vergl. Anatomie, Lief. 9 und 10, 1886.

9) W. B. CARPENTER, On the nervous system of the Crinoidea, in: Proc. of the R. Soc., No. 232, 1884.

Vorhandensein dieses Teiles des Nervensystems haben VOGT und YUNG bestritten. Sie haben es nicht zu Gesicht bekommen. Es ist jedoch vorhanden und werde ich seinen Bau, seine Verzweigungen ausführlich schildern. Weiter ist vornehmlich von LUDWIG und GREEFF ein Nervenring beschrieben worden, welcher um den Mund subepithelial gelagert ist, und von ihm auslaufende Nerven, die Ambulacrarnerven. Genau histologisch untersucht sind diese Faserzüge bisher nicht. Nicht einmal Zellen, sondern nur Kerne sind in dieser streifig scheinenden Gewebsmasse beschrieben worden. Zudem hat CARPENTER<sup>2)</sup> darauf aufmerksam gemacht, daß Ambulacrarnerven teilweise in den Armen von Actinometra gänzlich fehlen können und diese doch nicht weniger reizbar sind. Er bezeichnet den LUDWIG'schen circumoralen Nervenring — dessen Vorkommen JICKELI<sup>3)</sup> übrigens schon bestreitet — und seine Zweige in die Arme als einen accessorischen Teil des Nervensystems. Derselben Ansicht ist auch MARSHALL<sup>4)</sup>, welcher die Subepithelialnerven als wahrscheinlich nervöser Natur, aber von vollkommen untergeordneter Bedeutung bezeichnet.

Dies ist in groben Umrissen der Stand der Frage nach dem Nervensystem der Crinoiden. Im folgenden habe ich Gelegenheit, im einzelnen auf die Arbeiten der genannten Forscher zurückzukommen.

### **Eigene Untersuchungen.**

#### (1. Antedon rosacea.)

Das Nervensystem der Crinoiden ist teils epithelial, teils mesodermal gelagert.

Ich unterscheide den Teil des Nervensystems, welcher sein Zentralorgan in der um das gekammerte Organ liegenden Nervenfaser-masse besitzt, als das dorsale Nervensystem von einem zweiten gesonderten Teil, welcher sein Zentralorgan in einem pentagonalen in der Bindesubstanz gelegenen Nervenring oder Schlundring besitzt, als dem ventralen Nervensystem. Hierzu kommt der im Vergleich mit Asteriden u. a. rudimentäre, in den Ambulacralfurchen epithelial (nicht subepithelial!) gelegene Teil des Nervensystems, das Ambulacrarnervensystem.

---

1) a. a. O., p. 565.

2) Proceed. of the R. Soc., No. 232, 1884.

3) JICKELI, a. o. O.

4) a. o. O.

Die Begründung dieser Einteilung gebe ich ausführlich in der folgenden Darstellung.

Was die Nervenfasenzüge in der Wandung des Darmtrakts anlangt, so zweigen sich dieselben ab vom epithelial gelagerten Plexus, während die Nerven in den Mesenterien und Bändern der Leibeshöhle mit dem ventralen Nervensystem in Verbindung stehen.

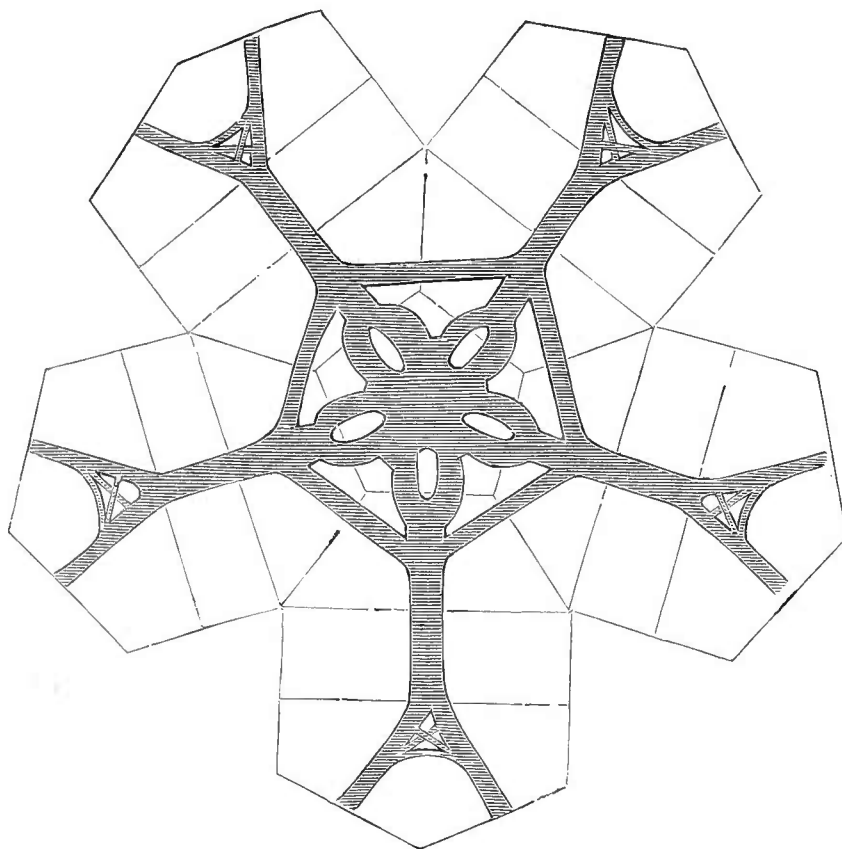
### 1. Das Zentralorgan des dorsalen (aboralen) Nervensystems.

Als das Zentralorgan bezeichne ich den im Centrodorsale liegenden Teil, von welchem aus die dorsalen Nervenstämmen in die Arme und die Nervenzüge in die Cirrhen entspringen. Ich knüpfe bei der Beschreibung desselben an das über das sog. gekammerte Organ Gesagte an.

Es setzt sich das Zentralorgan zusammen erstens aus einer Summe von kreisförmig verlaufenden Nervenfasern, welche das gekammerte Organ dorsalwärts überlagert. Auf dem Längsschnitt Fig. 1, Taf. VII ist dieser Teil mit *c* bezeichnet. Von diesem Teil gehen die die Cirrhengefäße begleitenden Nervenfasenzüge aus. In Figur 2 ist derselbe stärker vergrößert wiedergegeben. Nimmt man nun Querschnitte durch das gekammerte Organ zu Hilfe und mustert dieselben von der Dorsalseite beginnend, so erhält man bald ein Bild, wie Fig. 4 wiedergibt. Man sieht, wie an fünf Stellen, den Ecken eines regulären Fünfeckes, Nervenstämmen austreten und nach oben in die Höhe streben. Der Querschnitt Fig. 4 ist etwa in der Höhe von *a—b* in Fig. 1 gelegt. Auf einem der nächsten Querschnitte Fig. 5 ist zu sehen, wie eine Teilung jedes der anfangs einfachen Nervenstämmen eingetreten ist: sie teilen sich dichotomisch. Die fünf äußeren Hohlräume sind, wie ich hier erinnere, fünf Fortsetzungen der Leibeshöhle, welche sich bei Anted. rosac. besonders tief herunter erstrecken. Ein weiterer Querschnitt Fig. 6 ist durch das obere Ende des gekammerten Organes gelegt (er würde der Richtung von *c—d* in Fig. 1 entsprechen). Aus ihm geht hervor, daß das gekammerte Organ auch an seiner Ventralseite von einer Nervenfasermasse umhüllt wird in gleicher Weise wie an der dorsalen und den Seiten. Ventralwärts wird die Nervenmasse von der Rosette CARPENTERS begrenzt, einem Kalkstücke (*R* in Fig. 1 und 10, Taf. VII). Ein Querschnitt oberhalb des gekammerten Organes zeigt folgendes. Die auf tieferen Schnitten als dichotomisch geteilte Nervenstämmen beschriebenen Gebilde sind weiter auseinandergetreten, und indem

je zwei benachbarte convergieren (Fig. 7), tritt eine Verschmelzung derselben ein zu einem unpaaren kräftigen Nervenstamm (Fig. 8). Diese fünf Nervenstämme, welche hierdurch entstanden sind, sind die fünf Armnerven. Kurz nach ihrer Bildung — im ersten Radiale — werden sie untereinander durch eine Kommissur verbunden, welche die Form eines Pentagons hat. Ein Querschnitt durch diesen Teil ist in Fig. 1, Taf. VIII abgebildet. Will man auf Längsschnitten diese Kommissur antreffen, so müssen diese tangential zum gekammerten Organ geführt werden. Einen solchen giebt die Fig. 10 auf Taf. VII wieder.

Von dem Verlauf der fünf Radialnerven sowie der soeben geschilderten Verhältnissen giebt das untenstehende Diagramm ein Bild.



Die Nervenstämme treten durch das zweite Radiale hindurch um im dritten sich dichotomisch zu teilen und in die Arme als Armnervenstämme einzutreten.

Unmittelbar nach ihrem Auseinanderweichen findet das merkwürdige Chiasma nervorum brachial. statt, indem je ein Nervenzug von einem Armnerv zum anderen zieht. Beide kreuzen sich, und da wo die dem Kelche abgewendeten Ursprungsstellen der

beiden Nervenzüge sind — tritt noch ein quer verlaufender Nervenzug hinzu, wie die Fig. 2 auf Taf. IX — nach einem Längsschnitt durch einen Arm entworfen — ausweist.

Dieses ist der Bau des zentralen Teiles des Nervensystems.

Das Diagramm, welches ich oben gegeben habe, stimmt überein mit dem von MARSHALL<sup>1)</sup> gegebenen, ist nur weniger schematisch und genau nach der Querschnittserie konstruiert. Abweichend ist es von dem von LUDWIG<sup>2)</sup> gegebenen, da bei *Anted. rosac.* die die Radialia durchziehenden Nerven nicht paarig sind, sondern eine gemeinsame Masse darstellen. Dies gilt übrigens auch für die Gattung *Actinometra*.

Der feinere Bau. Mit Recht konnte JICKELI sagen, daß der histologische Beweis für die nervöse Natur dieser Fasermassen noch nicht erbracht sei, wenn auch seither einzelne Forscher multipolare Zellen gesehen haben. Irgendwelche Abbildungen, welche den Bau der Nervenfasern illustrieren könnten, giebt es bis jetzt nicht.

Daß man nun diese die Wandung des gekammerten Organes bildenden Fasermassen nicht für bindegewebiger Natur halten kann, muß Jeder, welcher jemals Nerven und Bindegewebe eines Echinodermen untersucht hat, sofort erkennen — wenn nicht etwa das Material in zu schlechtem Zustand sich befindet.

Während die Bindegewebsfasern sich durch ihren gröberen Bau und durch die ihnen eigentümliche netzförmige Anordnung auszeichnen, sind die Fibrillen des Zentralnervensystems äußerst fein; sie liegen eng eine an die andere geschmiegt, und verlaufen nie wirr durcheinander, sondern parallel. Mit neutraler Karminlösung behandelt färbt sich ihre Masse hellrosa, während die Ganglienzellen sich durch ihren dunkeln Leib hervorheben.

Untersucht man die Nervenfibrillen in Glycerin, so fällt an ihnen auf, daß ihre Substanz ein feinkörniges, oder fein granuliertes Aussehen besitzt, und zugleich ein starkes Lichtbrechungsvermögen besitzt. Die Dicke der Fasern bleibt sich im Allgemeinen gleich. Sie sind noch eben meßbar, ungefähr 0,001 mm dick.

Außer diesen Nervenfibrillen treten Zellen auf, welche sich schon durch ihren Habitus als Ganglienzellen erkennen lassen. Solche Zellen sind aus einem Mazerationspräparat in Fig. 3 Taf. IX

---

1) MARSHALL, Q. Journ. Micr. Sc. (2) Vol. 24.

2) LUDWIG, Bd. 1 der Morpholog. Studien an Echinodermen, Taf. XV, Fig. 38.

abgebildet. Es lassen sich leicht zwei durch keinerlei Übergänge verknüpfte Arten unterscheiden. Einmal kleine 0,003 mm große bipolare Zellen, welche regellos zerstreut zwischen den Fasern liegen und zweitens größere Ganglienzellen, welche meist multipolar sind.

Die größeren Zellen sind entweder spindlig und dann bipolar, oder aber ihre Gestalt ist eine sehr unregelmäßige wie Fig. 3 auf Taf. IX zeigt. Ihre Größe ist schwer genau anzugeben, da ihr Leib oft sehr in die Länge gezogen sein kann. Sie schwankt zwischen 0,007—0,02 mm.

Der bläschenförmige Kern ist oval und zeigt fast stets ein Kernkörperchen. Die Zellsubstanz färbt sich intensiv; sie erscheint an meinen teils mit  $\frac{1}{2}$  Chromsäure, teils mit Alkohol konservierten Präparaten granuliert. Man trifft unsere großen Ganglienzellen in bestimmter Lagerung an, während die kleineren überall zerstreut in weit größerer Anzahl auftreten.

Der Faserverlauf im Zentralorgan. Da die Fasermasse auf der dorsalen Fläche durch die große Menge der Cirrusgefäße durchsetzt wird, so ist der Verlauf hier ein sehr unregelmäßiger. Da jedes dieser Gefäße von einem Mantel Nerven-fibrillen umhüllt und begleitet wird, und diese Fibrillen nicht nur aus der peripheren Schicht, sondern auch aus der mehr zentral gelagerten hervorgehen, so ist der Verlauf hier als ein nur im Allgemeinen konzentrischer anzusehen. An den Seiten treten die nach der Ventralseite hinaufsteigenden und das gekammerte Organ rings umhüllenden Stämme aus, zunächst fünf, die sich aber alsbald gabeln (Fig. 4 u. 5, Taf. VII). Hier haben wir eine zentrale den Kammern anliegende Nervenmasse, welche aus konzentrisch verlaufenden Fibrillen sich zusammensetzt, zu unterscheiden von den peripheren Fibrillen, welche sich zu den fünf Nervenstämmen formieren. Die Fasern verlaufen in der Richtung dieser Stämme parallel zu einander. Die großen Ganglienzellen sind besonders zahlreich in der Dorsalseite vertreten, da wo die Nervenfasern sich zu den Zügen formieren, welche die Cirrusgefäße begleiten, und ebenso da wo sich diese genannten Hauptstämme bilden. Der das gekammerte Organ direkt umhüllende Teil der Nervenfasern, in Fig. 5 mit *c* bezeichnet, verläuft konzentrisch. Aus beiden Figuren erhellt die Lage der Ganglienzellen, welche als dunklere Partien hervortreten. Die Fasern, welche die äußerste Hülle um das gekammerte Organ bilden, verlaufen, in Fig. 6 mit *c* bezeichnet, zum größten Teil konzentrisch, teilweise auch wirr durcheinander,

untermischt mit den großen Ganglienzellen, welche hier am schönsten zu demonstrieren sind.

Der Faserlauf wie er sich von Fig. 7 auf Taf. VII bei stärkerer Vergrößerung darstellt, ist in Fig. 7 auf Taf. VIII wiedergegeben, während Fig. 9 zu Fig. 6 auf Taf. VII gehört. Aus letzterer Figur erhellt, wie beide Nervenstämme, welche dichotomisch auseinanderweichen, um mit den benachbarten zu verschmelzen, vor ihrer Trennung nochmals eine Verbindung in den mit *c* bezeichneten Faserzügen eingehen.

Eine weitere ringförmige Verbindung zwischen den fünf zu den Armen führenden Hauptstämmen ist die im ersten Radiale gelegene, welche aus nur konzentrisch verlaufenden Nervenfibrillen sich zusammensetzt (vergl. den Holzschnitt auf p. 65 und Fig. 1 auf Taf. VIII).

## **2. Die fünf dorsalen Hauptnervenstämme und ihr Verlauf in den Armen.**

Die fünf Hauptnervenstämme sind wie bei ihrem Ursprung so im ganzen Verlauf solide Gebilde, welche keinerlei Höhlungen im Zentrum besitzen. Ich befinde mich in dieser Anschauung in Übereinstimmung mit W. B. und P. H. CARPENTER, sowie mit LUDWIG. Sobald man gutes Material vor sich hat, scheint es mir ganz unmöglich zu sein, zu einer gegenteiligen Meinung zu gelangen. Man fertige noch so viele Querschnitte und Längsschnitte durch diese Nervenstämme an, immer muß man erkennen, daß nur Nervenfasern und Ganglienzellen sie zusammensetzen, aber kein Hohlraum oder etwa eine in ihm geronnene Flüssigkeit sich findet. Wenn man freilich die Abbildung betrachtet, welche VOGT und YUNG<sup>1)</sup> geben, so ist es für Jeden, der nur einmal diese Nerven auf guten Präparaten gesehen hat, sofort klar, daß vollständig mazeriertes, also unbrauchbares Material diesen Forschern vorgelegen haben muß. So sieht eben niemals ein Nerv aus. Was bei ihnen als granuliertes Substanz beschrieben wird, — sie geben ein Querschnittsbild — ist nichts anderes als die quer durchschnittenene Nervenfibrillenmasse, wie man sich auf Längsschnitten und vor allem Zerpufungspräparaten überzeugen kann. Es ist ziemlich leicht die Nervenstämme kurz nach ihrem Austritt aus dem Zentralorgan aus dem Knopf herauszupräparieren und nach-

---

1) VOGT und YUNG, Lehrb. d. prakt. vergl. Anatomie. Lieferg. 9. 1886.



träglich in Drittelalkohol oder anderen Flüssigkeiten und Glycerin zu untersuchen. Ein solches Präparat ist in Fig. 6 auf Taf. IX wiedergegeben.

Die Angaben von PERRIER sind, da Abbildungen bisher fehlen, und dieselben nur als vorläufige Mitteilungen zu betrachten sind, nicht zu kontrollieren. Ich erwähne deshalb nur, daß derselbe ebenfalls wie VOGT die Nervenstämme als hohle Röhren auffaßt.

Verfolgen wir die fünf Hauptnervenstämme in ihrem Verlaufe durch das erste und zweite Radiale weiter! Ein Querschnitt durch einen Nervenstamm zeigt, daß derselbe annähernd kreisförmig ist. Peripher wird die Nervenfibrillenmasse von den grossen meist multipolaren Ganglienzellen überkleidet, während solche Zellen in der zentralen Masse ebenfalls auftreten, ohne daß sich eine Gesetzmäßigkeit für ihre Lagerung feststellen ließe. Die kleinen, meist bipolaren Zellen sind ebenfalls und zwar gleichmäßig verteilt vorhanden. Fig. 11 auf Taf. VII ist einem Längsschnitt durch einen Hauptnervenstamm entnommen. Kurz nach dem Eintritt in das dritte Radiale beginnt sich der Hauptnervenstamm in die zwei Armnervenstämme gabelförmig zu teilen. Kurz nach dieser Teilung findet ein Austausch der Nervenfasern statt, hier liegt das *Chiasma nervorum brachialium* und die bogenförmige Kommissur, wie ich beide Bildungen nenne. Beide sind schon den älteren Beobachtern bekannt und später von LUDWIG u. a. geschildert worden. Eine genaue Abbildung existiert noch nicht und so dürfte die in Fig. 2 auf Taf. IX gegebene nicht unwillkommen sein. Dieselbe ist einem tangentialen Längsschnitte durch das dritte Radiale entnommen worden. Vergleicht man den Holzschnitt auf Seite 65, so wird man über die Lagerung dieser Bildungen sofort orientiert sein.

Kurz nach der dichotomischen Teilung des Hauptstammes geht aus jedem Teilungsast ein Zweig von Nervenfibrillen unter spitzem Winkel ab zum entgegengesetzten. Beide lagern übereinander und treffen sich gerade in der Mitte unter fast rechtem Winkel. Die Fasern vermischen sich unterwegs nicht miteinander. Da nun, wo sie in die beiden Teilungsäste wieder eintreten, in Fig. 2 auf Taf. IX mit *c* bezeichnet, liegt die bogenförmige Kommissur, welche aus parallelen Nervenfasern gebildet wird, welche die beiden Teilungsäste verbinden, bevor sie weiter divergierend in die Arme eintreten. Der Verlauf der Nervenfibrillen ist aus der Figur zu erkennen. Große multipolare Ganglienzellen liegen besonders da, wo die Kommissur endet, während im *Chiasma*

wenige auffallen. Im Übrigen ist der Bau der gleiche wie an anderen Stellen der Nervenstämme. Beträgt der Durchmesser des Hauptnervenstammes bei *Anted. rosac.* 0,2 mm, der der Teilungsäste (Armnerve) 0,1 mm, so messen die das Chiasma bildenden Stränge nur 0,02 mm.

Der Nervenast verläuft nun in der Dorsalseite des Armes. Aus Fig. 2 auf Taf. XII ist die Lage desselben zu erkennen. Es verläuft der Armnerv bis zur Spitze des Arms sich allmählich verjüngend.

Während seines Verlaufes giebt er seitlich Äste ab, welche teils zu den Muskeln und dem Epithel, teils zu den Pinnulae ziehen. Der Entdecker derselben ist W. B. CARPENTER. Er sah wie paarige Äste zwischen je zwei Kalkgliedern austreten. Die genauen Angaben verdanken wir aber erst P. H. CARPENTER. Seine Untersuchungen beziehen sich auf *Actinometra* (*armata* und *nigra*). Er fand, daß die Armnerve im Zentrum eines Kalkgliedes — sowohl in den Armen wie in den Pinnulis — anschwellen und an dieser Stelle vier Zweige austreten. Da ich nur die Beobachtungen CARPENTER's bestätigen kann, so verweise ich auf das Querschnittsbild durch einen Armnerven, Fig. 13 auf Taf. VIII. An vier Stellen, welche sich gegenüberliegen, gehen Nervenzüge ab, welche sich aus feinsten Fibrillen, welche oft weit aus dem Inneren der Nervenfibrillenmasse des Armnerven ausgehen, zusammensetzen. Multipolare Ganglienzellen, wie ich oben<sup>2)</sup> beschrieben habe, lagern zwischen den Fasern, wenn auch nicht in allzugroßer Anzahl.

Diese vier Nervenzüge sind nach Färbung mit neutraler ammoniakalischer Karminlösung sehr schön wahrzunehmen, da sie sich deutlich von der sie umhüllenden Binde substanz absetzen. Was den feineren Bau des dorsalen Armnerven selbst noch anlangt, so sei betont, daß dorsalwärts die großen mit Körnchen versehenen Wanderzellen angehäuft liegen, welche eine periphere Decke des Nerven bilden. Oft erhält man Bilder, auf welchen es aussieht, als ob der Nervenstamm durch eine Scheidewand getrennt sei in zwei Hälften. Diese Bildungen sind auf die Lagerungen von Ganglienzellen zurückzuführen. Die Deutung, welche VOGT und

---

1) W. B. CARPENTER, On the Structure, Physiology and Development of *Antedon rosaceus*, in: Proc. Soc. Roy., 1876.

2) P. H. CARPENTER, Remarks on the Anatomy of the Arms of the Crinoids, in: Journ. of Anat. and Phys., V. 10, 1876, Part. 2. V. 11, 1876.

YUNG ihnen geben, indem sie paarige Gefäße im Zentrum des Nervenastes vermuten, habe ich bereits oben berührt, da ich mit CARPENTER und MARSHALL der Meinung bin, daß die Nerven solid sind, wie ein genaues Bild (Fig. 13) auch aufs unwiderleglichste zeigt. Die vier Nervenzüge nehmen nun folgenden Weg. Die zwei ventralen ziehen bis zur Muskulatur, Äste abgebend, welche teils an das Epithel herantreten, während die dorsalen sich dendritisch verzweigen und sich ebenfalls bis zum Epithel verfolgen lassen. Weiter zweigen sich starke Nervenäste zu den Pinnulae ab, um in gleicher Weise, in derselben Lagerung wie in den Armen zu verlaufen. An dem Nervenast jeder Pinnula lassen sich mit gleicher Regelmäßigkeit seitliche Verzweigungen konstatieren.

Wie meine Figur zeigt, sind die Bildungen der austretenden Nervenzüge bei *Antedon rosacea* die nämlichen wie bei *Actinometra*. Auch bei *Ant. Eschrichti* lassen sie sich leicht erkennen. In einer seiner letzten Abhandlungen hat W. B. CARPENTER noch einmal seine Ansicht verteidigt und ein Diagramm durch einen Arm von *Ant. rosac.* gegeben, auf welchem die vier Nerven mit ihren Verzweigungen eingetragen sind, besonders ihre Verzweigungen in den Muskeln.

Fassen wir zusammen, so ergibt sich als Resultat, daß von den Armnervenästen in bestimmten Intervallen je zwei dorsale und ventrale Nervenzüge austreten. An diesen Stellen ist der Nervenast verdickt; man kann somit eine Gliederung, eine Metamerie, entsprechend den Kalkgliedern an demselben, unterscheiden.

### 3. Die vom Zentralorgan des dorsalen Nervensystems ausstrahlenden Nervenäste der Cirrhen.

In Fig. 2 auf Taf. VII zeigt der Längsschnitt durch das Zentralorgan die vom gekammerten Organ austretenden Gefäße, welche die Cirrhen durchziehen. Jedes dieser Gefäße wird nach seinem Durchtritte durch die Nervenfibrillenmasse von einer Schicht Nervenfibrillen umhüllt, welche einen allseitig starken Mantel um das Gefäß bilden und eine größere Dicke besitzen als der Durchmesser des Gefäßes hat. Einen Querschnitt durch ein Cirrhusgefäß habe ich in Fig. 9 auf Taf. VIII gegeben. Man sieht die Ganglienzellen, meist multipolare, welche peripher lagern oder zwischen den Fasern auftreten. Sie sind in bestimmte Gruppen

---

1) W. B. CARPENTER, On the Nervous system of the Crinoidea, in: Proc. of the Roy. Soc., No. 232, 1884.

gesondert. Von dem Cirrhusnerven gehen in derselben Weise, wie es oben beim Armnervenast geschildert wurde, an vier diametral gegenüberliegenden Ecken Nervenzüge ab, welche teils die eigenartige Muskulatur der Cirrhen, teils die Haut innervieren.

Daß in den Cirrhusnerven Gefäße verlaufen, ist lange bekannt. TEUSCHER<sup>1)</sup> hat dieselben gesehen und nach ihm hat sie LUDWIG<sup>2)</sup> geschildert, ohne freilich die Deutung der peripheren Fasermasse als Nervenfasern zu geben. Wie es sich mit der zentralen Scheidewand verhält, welche den Hohlraum der Gefäße durchzieht, habe ich bei der Besprechung des gekammerten Organes ausgeführt.

#### 4. Das ventrale (orale) Nervensystem und sein Zentralorgan, der mesodermale pentagonale Schlundring.

Einen Mund Nervenring hat zum ersten Male JICKELI<sup>3)</sup> in einer vorläufigen Mitteilung beschrieben, und zwar als „drittes Nervensystem“ Sein Vorkommen bestreiten VOGT und YUNG<sup>4)</sup>.

Ich kann die Angabe JICKELI's bestätigen und weiterführen.

Es lagert als Zentralorgan der Nerven in der Ventralseite um den Mund ein pentagonaler Nervenring. Auf Vertikalschnitten durch die Mundöffnung bringt man denselben leicht zur Anschauung. In Fig. 2 auf Taf. VIII ist ein Teil eines Längsschnittes durch die Mundöffnung wiedergegeben. Mit *T* ist der der Länge nach durchschnittene Mundtentakel bezeichnet. Der Nervenring liegt in der Cutis, der Binde substanz, er ist in der Figur durchquert und mit *NR* gekennzeichnet. Horizontalschnitte durch die Mundscheibe lassen seine Lagerung und vor allem die Abzweigung von Nervenfaserbündeln weiter erkennen. Fig. 7 auf Taf. IX zeigt einen Horizontalschnitt, welcher in der Höhe des Wassergefäßringes geführt ist. Auf einem solchen Schnitt wird man, da der Nervenring mit dem Wassergefäß-Ringkanal in einer Höhe liegt, diesen wenigstens teilweise antreffen. In Fig. 7 ist der pentagonale Nervenring vollständig eingezeichnet, indem die Bilder von mehreren aufeinander folgenden Schnitten kombiniert wurden.

---

1) TEUSCHER, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen. *Comatula mediterranea*, in: Jen. Zeitschr. f. Naturw., Bd. 10, 1876.

2) LUDWIG, Beitr. z. Anat. d. Crinoiden, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 28, 1877.

3) JICKELI, Vorläufige Mitteilungen über den Bau der Echinodermen, in: Zool. Anz., 7. Jahrg., 1884.

4) a. o. O.

Der Nervenring zeigt auf dem Querschnitt gesehen (Fig. 3 auf Taf. VIII) eine ovale Gestalt. Peripher, sowie zwischen seinen Fasern liegen bi-, sowie multipolare große Ganglienzellen, welche denen im Zentral-Nervensystem vorkommenden gleichen. Der Höhendurchmesser des Nervenringes beträgt ungefähr 0,03 mm.

Die Zahl der vom Nervenring abgehenden Nervenzüge ist eine sehr große. Zunächst lassen sich zentralwärts Äste verfolgen, welche in die Tentakel eintreten (Fig. 2 auf Taf. VIII) und weiter je zwei Nervenzüge, welche neben den fünf vom Wassergefäßring abgehenden Wassergefäßen verlaufen (Fig. 7 auf Taf. IX). Weiter treten Nervenzüge, ich habe meist zwei wahrgenommen, zwischen je zwei Wassergefäßen aus, um sich in der Haut nach allen Seiten zu verzweigen. Ein solcher Nervenzug ist in Fig. 2, Taf. VIII wiedergegeben. Von diesen Nervenzügen treten starke Äste ab, um in dem Bindegewebe der die Leibeshöhle durchziehenden Mesenterien und Bänder zu verlaufen (vergl. dieselbe Figur). Man trifft diese Nervenzüge allerwärts in der Leibeshöhle an, so in der Nähe des drüsigen Organes u. s. w.

Verfolgen wir einen der zwischen zwei Wassergefäßen verlaufenden Nervenäste weiter, so sieht man, wie derselbe sich bald teilt und nach den verschiedensten Seiten in der Bindesubstanz sich verzweigt. Diese Verzweigungen treten von der Ventralfläche auf die Arme über, da, wo diese bereits mit der Scheibe verschmelzen. Ein Vertikalschnitt durch die Seitenfläche eines Armes im dritten Brachiale giebt Fig. 4 auf Taf. VIII bei schwacher Vergrößerung wieder. Es sind fünf Wimperröhren der Länge nach getroffen. Ihre zentralen Mündungen öffnen sich in Teile der Leibeshöhle. Rechtwinklig nun zu diesen Röhren verläuft in der Bindesubstanz ein Nervenast, welcher hier und da feinere Äste abgiebt. Von diesem Nervenast, welcher, wie ich angab, mit dem Schlundnervenring in Verbindung steht, treten Nervenfibrillenbündel zu dem Epithel der Wimperröhren, welche sich deutlich erkennen lassen. Fig. 5 auf Taf. VIII zeigt diese Verhältnisse bei stärkerer Vergrößerung. In dem Nervenzug lassen sich große bi- wie multipolare Ganglienzellen erkennen, welche zumeist eine periphere Lagerung haben. In Fig. 6 auf Taf. VIII ist ein Längsschnitt durch einen Hautnerven aus der Ventralseite abgebildet, welcher die gleichen Zellen zeigt. Alle diese Nerven sind solid, nicht Gefäßnerven. Als solche sind allein, wie schon gesagt, die Cirrhenervenzüge zu betrachten.

Ein deutliches Neurilemm habe ich mit Sicherheit an keinem dieser Fibrillenbündel nachweisen können. Man könnte aber die rings um den Armnervenstamm gelegene Bindesubstanzlage, in welcher teilweise Wanderzellen in großer Menge liegen, als solches auffassen, da diese unverkalkt bleibt. Die zu der Haut ziehenden Nervenzüge scheinen aber niemals eine Hülle zu besitzen, wenigstens habe ich mich nicht davon überzeugen können, daß die nach langer 10 und mehrtägiger Entkalkung streckenweise zur Ansicht kommende helle Membran um die stärkeren Nervenzüge nicht ein Kunstprodukt sei.

### 5. Die Verzweigungen des ventralen (oralen) Nervensystems in den Armen und den Pinnulae.

Die Resultate über diese Verzweigungen des ventralen Nervensystems in den Armen, welche ich im folgenden wiedergebe, können nur an Quer- und Längsschnittserien gefunden werden. Die stets mit Chromsäure  $\frac{1}{3}$  0/0 entkalkten Scheiben und Arme lassen sich nach genügendem Auswaschen und Färbung mit EHRlich's saurer Hämatoxylinlösung besser von den umgebenden Geweben unterscheiden als mit einem anderen Färbemittel. Die Nervenfaserzüge treten dann als dunkelblau bis grau gefärbte Stränge hervor.

Ich schilderte oben, wie vom pentagonalen Schlundring Nervenzüge austreten, welche die Wassergefäße rechts und links begleiten. Diese fünf Nervenpaare gabeln sich und treten in die zehn Arme in der Weise ein, daß je ein Paar in der ventralen Wandung verläuft in der Höhe des Wassergefäßes, welches jeden Arm durchzieht. Die Lage dieser Nervenzüge zeigt ein Querschnitt durch einen Arm. Fig. 1 auf Taf. IX giebt die ventrale Hälfte eines Armes wieder. *RW* bezeichnet das durchgequerte Wassergefäß, während *NL*<sup>1</sup> und *NL*<sup>2</sup> die beiden Nervenzüge vorstellen. Ihr Durchmesser beträgt etwa 0,02 mm; bleibt also bedeutend hinter dem der dorsalen Nervenstämmen zurück. Von diesen beiden Nervenzügen gehen eine Anzahl von feineren Ästen ab.

Die beiden ventralen Nervenzüge geben eine Reihe Nerven ab, nämlich erstens Nervenzüge, welche zur Muskulatur des Wassergefäßes und seiner Verzweigungen in die Tentakel *T* ziehen und je einen Nervenzug, welcher in der Bindesubstanz des Tentakels bis zur Spitze zieht. Fig. 3, Taf. X zeigt diese Verhältnisse. Die einzelnen Nervenzüge sind leicht zu erkennen. In

Fig. 4 ist ein Teil eines Querschnittes stärker vergrößert. Vom durchquerten Nervenast gehen folgende Nervenzüge ab. Einer nach der Dorsalseite, einer zum Wassergefäß *N.w.* und einer zum Tentakel. An letzterem lassen sich seitliche Verzweigungen erkennen. Der Bau aller dieser Nerven ist übereinstimmend. Es sind Fibrillenbündel, welchen Ganglienzellen — dies gilt besonders von den beiden Längsnerven — peripher auflagern.

Es läßt sich nun genau feststellen, daß von den in die Tentakel eintretenden Nervenzügen die Sinnespapillen innerviert werden, und daß die von dem epithelialen Nervenplexus sich abzweigenden Nervenfibrillen von nur nebensächlicher Bedeutung sind.

In gleicher Weise treten zu den Sinnespapillen auf den Pinnulae Nervenzüge, welche zu dem gleichen ventralen Nervensystem gehören. Man trifft in den Pinnulae auf der ventralen Seite je einen Nervenzug rechts und links vom Wassergefäß, welche Nerven sowohl dorsal- wie ventralwärts abgeben.

Es fragt sich nun: besteht ein Zusammenhang zwischen dem von mir als dorsales (abosales) Nervensystem und dem als ventrales (orales) ihm gegenübergestellten mesodermalen Nervensystem? Diese Frage ist zu bejahen.

Beide Nervensysteme besitzen ihr eigenes Zentralorgan, das erstere in der das sog. gekammerte Organ umhüllenden Nervenmasse, das orale in dem pentagonalen Schlundring, ihre peripheren Verzweigungen sind untereinander in Verbindung.

Die dorsalen Nervenstämme der Arme entsenden in regelmäßigen Abständen bald auf der einen, bald auf der anderen Seite je einen Nervenzug zu den ventralen seitlich vom radiären Wassergefäß gelegenen beiden Nerven, und zwar alternierend zu dem einen und anderen. Ein Längsschnitt durch einen Arm, auf welchem der zu der Pinnula ziehende auf der ventralen Seite vom dorsalen Nervenstamm austretende Nerv in seinem Verlaufe getroffen ist, gelingt es auch einen solchen Verbindungsast zu erkennen. Sehen wir auf der einen Seite zur Pinnula den Nerv ziehen (Fig. 2, Taf. XI), so ist auf der anderen der mit *N V* bezeichnete Nerv (Fig. 1, Taf. IX) dargestellt, wie er aus dem dorsalen Nervenstamm entsprungen in gerader Linie die Binde substanz durchsetzt, bis an das Körperepithel herantritt, hier weiter verläuft, sich mit dem in der Figur durchquerten einen Längsnerven in Verbindung zu setzen.

Da nun die Pinnulaenerven entsprechend der Stellung der Pinnulae alternierend bald auf der einen, bald auf der anderen Seite, bald rechts bald links liegen, so ist die Lagerung unserer Verbindungsnerven damit auch gegeben. Bei *Anted. rosac.* beträgt ihre Stärke 0,82 mm.

Bezieht sich die soeben gegebene Beschreibung auf *Antedon rosacea*, so sind die Verhältnisse bei *Actinometra* und den fest-sitzenden Formen ganz die gleichen. Leider ist das Material, nachdem es Wochenlang entkalkt werden mußte, nicht in dem Zustande erhalten, welcher eine genaue Darstellung erlaubt.

### 6. *Antedon Eschrichtii.*

Die Erwartung, daß die größeren Arten wie *Anted. Eschrichtii* das ventrale Nervensystem der Arme noch deutlicher zeigen würden als *Ant. rosac.* erfüllte sich leider nicht. Sowohl die paarigen Längsnervenzüge als die Seitenzweige, welche in die Pinnulae abgehen, sind sehr gering entwickelt.

Auf Querschnitten durch den Arm sind die beiden Längsnerven oft schwer aufzufinden, da sie ihres geringen Durchmessers wegen — sie messen 0,02 mm — sich bei gewöhnlicher Färbung mit Carmin wenig von der sie umgebenden Binde-substanz abheben. Sucht man sich aber solche Querschnitte aus, auf denen zugleich der Austritt von Nervenzügen zu den Tentakeln zu sehen ist, so erkennt man leicht die Lage und die querdurchschnittene Masse des Längsnerven, wie Fig. 1 auf Taf. X wiedergibt. Die Einlagerung der Sacculi sind besonders bei dieser Art sehr störend und können den Längsnerven fast unkenntlich machen, indem sie durch ihr Wachstum seine Lagerung beeinträchtigen. Immerhin läßt er sich durch Behandlung der Schnitte (nach dem Aufkleben auf den Objektträger) mit Osmiumsäure noch recht deutlich machen. Die Nervenzüge, welche in die Tentakel eintreten sind höchstens 0,01 mm stark und geben während ihres Verlaufes seitlich feine Zweige ab.

In Fig. 1 auf Taf. X ist ein Längsschnitt durch einen Tentakel abgebildet. Das Epithel auf der inneren, der Ambulacralrinne zugewendeten Seite des Tentakels ist stark verdickt und gleicht dem in der Rinne. Es hat eine Höhe von 0,08 mm, seine Zellen sind Epithelsinneszellen mit Stützzellen untermischt. Fig. 5 giebt einen Teil dieses Epithels stärker vergrößert wieder. Vom Ambulacralnerven tritt ein Nervenast in den Tentakel ein, in Fig. 1 mit *nf* bezeichnet, und läßt sich bis fast zur Spitze ver-



folgen. Das innere Epithel wird demnach mit samt seinen Papillen innerviert von einem Seitenzweig des Ambulacrarnerven, welche bei dieser Art stark entwickelt ist.

Das Epithel auf der Außenseite des Tentakels hingegen wird von einem Seitenzweig des ventralen Längsnerven versorgt, welcher in Fig. 1 dargestellt ist, und bis zur Spitze, wo er endet, zu verfolgen ist (*NT.*).

Der dorsale Nervenstamm und seine Verzweigungen.

Da ich bei dieser Form eine Gliederung auffand, wie ich sie bei *Ant. rosac.* nicht fand, so erwähne ich zugleich seine Verzweigungen näher.

In regelmäßigen Abständen liegt auf der ventralen (oralen) Seite des Nervenstammes ein Ganglion auf, welches aus einer Anzahl von unipolaren Zellen sich zusammensetzt, wie es Fig. 7 auf Taf. X wiedergibt. Fig. 9 zeigt den kugligen Leib der Ganglienzellen, welche 0,01—0,02 mm groß sind, ein heller blasiger Kern zeigt ein Kernkörperchen, während ein starker Fortsatz senkrecht in die Nervenmasse hineinzieht um pinselförmig auszustrahlen. Diese Ganglien liegen im Bereich der zwischen zwei Armgliedern gelegenen Muskeln.

Weiter fällt nun auf Querschnitten durch die dorsalen Nervenstämme ein komplizierter Faserverlauf auf, welchen ich, so gut es nach meinem Material geht, schildern will. Es handelt sich um einen Austausch der dorsal und ventral austretenden Nervenzüge. Die einzelnen austretenden Nerven lassen sich teilweise weit in das Innere der Nervenmasse, deren Fibrillen größtenteils längs verlaufen, verfolgen, indem sie hier durch Kommissuren miteinander verbunden werden. Während bei *Ant. rosac.* an vier diametral gegenüberliegenden Stellen Nervenzüge austreten, sehen wir bei dieser Art wie auf der Dorsalfläche solche entspringen können (Fig. 8, Taf. X) und wie auch auf den Seiten zwischen dem dorsalen und ventralen aus den Ecken hervortretenden Nerven besondere Züge ihren Ursprung nehmen können, wie Fig 7 zeigt. Dabei stehen alle diese Züge in Verbindung untereinander, indem sie aus dem Zentrum des Nervenstammes entspringen.

Ein oder hier und da zwei auf dem Querschnitt kreisförmige Gebilde (in Fig. 7 mit *qunf* bezeichnet) liegen im Zentrum und stellen querdurchschnittene Fibrillenbündel dar, welche wohl zu den genannten querverlaufenden Zügen in Verbindung stehen.

Die Ganglienzellen, welche teilweise zentralwärts (Fig. 8, Taf. X) angehäuft sein können, sind meist multipolar; unipolare Zellen liegen also nur peripher.

Im Übrigen ist die Zusammensetzung dieser dorsalen Nervenstämmen die gleiche wie die der ventralen. Es sind die feinsten nicht untereinander kommunizierenden, sondern meist parallel verlaufenden auf dem Querschnitt punktförmigen Nervenfibrillen, während die von ihnen sich abzweigenden Äste Bündel von Fibrillen darstellen.

Bei dieser Art gelang es mir weiter die Verzweigungen der an den Seiten austretenden Nervenzüge genauer zu verfolgen.

Fig. 2 auf Taf. X giebt das Verhalten derselben wieder. Die Figur ist unter Kombinierung von vier aufeinanderfolgenden Schnitten konstruiert. Die auf der Dorsalseite austretenden Nervenzüge  $hn^1$  und  $hn^2$  teilen sich kurz nach ihrem Ursprung dichotomisch, und jeder der so entstandenen Äste thut dies von neuem. So erhält man zuletzt das Aussehen eines weitverzweigten Baumes, dessen Stamm der unpaare Nervenzug vorstellt. Dabei nehmen die einzelnen Nervenzüge, je näher sie der Epidermis kommen, mehr und mehr an Stärke ab, können auch miteinander in Verbindung treten, um zuletzt als Bündel, welche von wenigen Nervenfibrillen gebildet werden, zum Körperepithel zu treten.

Die beiden ventralen Nervenäste verzweigen sich in ganz derselben Weise. Auch sie ziehen nach mannigfachen Verästelungen in der Bindesubstanz zur Haut bis auf einen Ast — in Fig. 2 mit *N. musc.*<sup>1</sup> und *N. musc.*<sup>2</sup> gekennzeichnet — welcher zu den beiden Muskelmassen zieht, die zwischen je zwei Armgliedern ausgespannt sind. Diese beiden Äste strahlen pinselförmig in einzelne Nervenfibrillenbündel aus, um in die Muskulatur einzutreten, von welcher jederseits ein Teil dargestellt ist.

Auch bei unserer Art sah ich die unpaaren Verbindungsnerve zwischen dem dorsalen Nervenstamm in den Armen und den paarigen ventralen Längsnerven, von welchen je einer seitlich von dem Wassergefäß verläuft. Diese Verbindungsnerve verlaufen ungeteilt in beinahe gerader Richtung zum ventralen Längsnerven ziehend. Ihre Zusammensetzung ist die der übrigen Nervenzüge: parallele unverzweigte Fibrillen, denen Ganglienzellen die wie multipolare teils peripher auflagern, oder mehr zentral liegen.

Die Pinnulaenerven, welche vom dorsalen Nervenstamm austreten, näher zu beschreiben, ist unnötig, da ihr Verhalten mit dem von *Ant. rosac.* geschilderten übereinstimmt.

## 7. Der epitheliale Nervenplexus.

### a) Die Ambulacralnerven der Tentakelrinnen. (*Antedon rosacea*.)

Dies ist die von LUDWIG allein als nervös angesehene Faser-  
masse, welche nach seiner Darstellung wie der aller Nachfolger  
subepithelial gelagert sein soll. Nach seiner Darstellung bildet  
dieser sog. subepitheliale Plexus einen pentagonalen Schlundring,  
welcher unterhalb des Schlundepithels liegt und aus Nervenzügen,  
welche von ihm aus in den Ambulacralfurchen verlaufen. Dem-  
nach entspräche dieser Nervenplexus dem epithelialen Nervenring  
mit den Ambulacralnerven eines Seesternes, und weiter eines See-  
igels und einer Holothurie.

Auf einem Querschnitt durch einen Arm treffen wir den Am-  
bulacralnervenzug der Quere nach durchschnitten. In Fig. 10 auf  
Taf. IX ist das Epithel der Ambulacralrinne mit *ep* bezeichnet,  
die Nervenmasse mit *nf*. Unterhalb derselben liegt der Schizocoel-  
raum und weiter das Wassergefäß.

Die Nervenfasern verlaufen nun keineswegs — wie alle Autoren  
annehmen — subepithelial, sondern epithelial<sup>1)</sup>. Zwischen  
Fortsätzen eines Teiles der Epithelzellen, und zwar rechtwinklig  
zu denselben, ziehen die Nervenfibrillen ganz in der Weise, wie  
ich es bei Seesternen geschildert habe.

Hat man es hier überhaupt mit Nervenfibrillen zu thun? Halb  
und halb ist dies von JICKELI<sup>2)</sup> in Frage gestellt worden, zumal  
bis zu diesem Autor eine histologische Untersuchung, wie er selbst  
sagt, noch unterblieben war.

Was mich nun in der Ansicht, daß diese Fasern Nerven-  
fibrillen sind, bestärkt, ist vor allem ihr Aussehen und ihr Ver-  
halten gegenüber Reagentien. Sie unterscheiden sich in nichts  
von den feinen, kaum meßbaren Fibrillen des dorsalen wie  
ventralen mesodermalen Nervensystems, während sie von den  
Bindegewebelementen durch ihr stärkeres Lichtbrechungsvermögen  
sofort zu unterscheiden sind. Dann nehmen sie mit Farbstoffen  
behandelt die gleiche Färbung an wie die übrigen sich im Körper  
findenden Nervenfibrillen. Ihr Bau ist ganz der gleiche, sie er-  
scheinen auf dem Querschnitt punktförmig wie die letzteren.

---

1) HAMANN, Vorl. Mitteilungen z. Morpholog. d. Crinoiden, in:  
Nachr. d. K. Ges. d. Wissensch., No. 5, 1888.

2) JICKELI a. o. O.

Zwischen ihnen trifft man multipolare und bipolare Zellen, deren Zellsubstanz oft kaum wahrnehmbar ist.

Weiter ist ihr Verhalten, ihre Verzweigung auf den Tentakeln und ihre Endigung in den Sinnespapillen dazu angethan, den letzten Zweifel an ihrer nervösen Natur zu benehmen.

Untersuchen wir nun das Epithel nebst dieser Fibrillenmasse etwas näher und sehen wir zu, wie sich die Angaben der früheren Forscher mit den meinigen vereinigen lassen.

LUDWIG <sup>1)</sup> beschreibt, wie die Fibrillen dieser Nervenschicht in der Längsrichtung des Armes und der Pinnulae verlaufen und wie zwischen ihnen „winzige Zellen“ oder „vielleicht auch nur die Kerne von Zellen“ liegen. Er läßt weiter diese Nervenmasse von zahlreichen, ungleich dicken, feinen Strängen durchsetzt sein, welche in vertikaler Richtung ihn durchsetzen. So bekommt man Bilder, auf denen es aussieht, als ob die Nervenmasse in Bündel geteilt wäre. Diese Stränge sollen nach LUDWIG sich oberhalb der Nervenmasse so zur Bildung einer dünnen Lamelle vereinigen, daß ein vollständiger Abschluß vom Epithel dadurch entsteht. Bei *Ant. rosac.* hingegen fand er diese Lamelle nicht und meint, daß vielmehr die Stränge direkt an das Epithel herantreten und sich in Verbindung zu setzen schienen mit einer oder mehreren der lang ausgezogenen Zellen des Letzteren. „Bei *Antedon rosac.* ist mir die Existenz jener Lamelle überhaupt zweifelhaft geblieben. Bei diesem Stande meiner eigenen Beobachtungen — so fährt der Autor fort — war es mir sehr erwünscht, durch P. H. CARPENTER's <sup>2)</sup> Untersuchungen an *Ant. Eschr.* und *Actinometra armata* eine Bestätigung meiner vorläufigen Angaben von dem Bau der Nerven und insbesondere von dem Vorhandensein jener ihn vom Epithel trennenden dünnen Lamelle zu erhalten“ Die gleiche Ansicht vertritt CARPENTER, sowie W. B. CARPENTER noch heute.

Dem gegenüber muß ich nun erklären, nachdem ich bei den genannten Arten diese Angaben aufs genaueste geprüft habe, daß die Lamelle eine optische Täuschung ist. Sie existiert nicht und mag man dann, wenn die Nervenmasse geschrumpft ist, auf Schnitten Bilder bekommen, die eine solche vortäuschen.

Ich habe Querschnitte in Glycerin untersucht, sowie Klopff-

---

1) LUDWIG, *Crinoiden*, *Morph. Stud.*, Bd. 1, pag. 9.

2) P. H. CARPENTER, *Remarks on the Anatomy of the Arms of Crinoids*, in: *Journ. of Anat. and Phys.*, V. 10, 1876, sowie *Challenger-Crinoiden*, P. 1.

präparate hergestellt und niemals eine solche Lamelle wahrgenommen.

Das Wimperepithel, welches die Ambulacral- oder Tentakelfurchen besetzt, besteht vielmehr aus zwei Zellarten, die schon auf Querschnitten unterschieden werden können, wenn man sie vorher sich auf Mazerationspräparaten zur Anschauung gebracht hat! Ohne solche Präparate freilich ist ein sicherer Aufschluß über diese Fragen, welche das Nervensystem betreffen, überhaupt nicht zu erwarten.

Es lassen sich Epithelsinneszellen und Stützzellen unterscheiden, wobei die ersteren die Mehrzahl bilden. Beide Zellformen tragen Wimpern, welche vermittels Fußstücke auf dem dünnen Zelleib befestigt sind. Sobald die Wimpern abgebrochen sind, erhält man Bilder, welche eine von senkrechten Porengängen durchsetzte Cuticula vortäuschen.

Die Epithelsinneszellen sind feine haarförmige Zellen. Der spindlige Zelleib, welcher einen länglich ovaleu, ein Netzwerk deutlich zeigenden Kern einschließt, setzt sich nach der Oberfläche der Peripherie zu in einen bald längeren oder kürzeren feinen Fortsatz fort, auf welchem eine Cilie steht. Basalwärts setzt sich die Zelle in einen feinen Ausläufer, welcher Varikositäten zeigen kann, fort und dieser läßt sich an Mazerationspräparaten in die Nervenschicht eintretend verfolgen. Sehr oft freilich reißen die basalen Fasern ab, und es erfordert viel Geduld, um an Glycerinpräparaten sich von dem Zusammenhang der basalen Fortsätze mit der Nervenschicht zu überzeugen. Fig. 6 auf Taf. X zeigt nach einem solchen Präparat diese Zellen. Die basalen Fortsätze sind ziemlich gut erhalten geblieben.

Außer diesen Zellen sind es die das Epithel mit zusammensetzenden Zellen, welche sich durch ihren hyalinen, stark lichtbrechenden Fortsatz auszeichnen, die Stützzellen, wie ich sie analog den im Epithel eines Seesternes, Seeigels u. s. w. vorkommenden gleichen Gebilde zu nennen vorschlage. Sie besitzen jene starken Fortsätze, welche nach anderen bindegewebiger Natur sein und nicht mit Epithelzellen in Zusammenhang stehen sollten. Ihr Zellkern ist ebenfalls länglich oval und scheint sich weniger stark zu tingieren als der der Sinneszellen.

Beide Zellformen setzen auch bei Actinometra das Epithel zusammen; daran kann bei sorgfältiger Untersuchung kein Zweifel sein.

In den Ambulacralfurchen der Pinnulae wiederholt sich der-

selbe Bau, so daß es nicht nötig erscheint, auf denselben näher einzugehen.

Nach der Spitze der Arme wie der Pinnulae zu verschmälert sich das Epithel mit samt den Nerven.

Eine Bestätigung der epithelialen Lagerung der Ambulacralnerven liefert soeben SEMON<sup>1)</sup> in seiner Entwicklungsgeschichte der Synapta, so daß ein Zweifel an derselben nicht mehr zulässig sein kann.

b) Der Verlauf der Ambulacralnerven in der Scheibe.

Die Ambulacral- oder Tentakelrinnen der Arme setzen sich auf die Scheibe fort, um in der Fünzfahl nach dem Mundrande zu laufen und hier zu einer die Mundöffnung umkreisenden Rinne zu verschmelzen. Das Epithel, welches somit die Mundöffnung umgiebt, ist eine direkte Fortsetzung des hohen Wimperepithels der Ambulacralrinnen der Arme und besteht wie dieses aus denselben Elementen. Fig. 2 auf Taf. 8 zeigt die eine Hälfte eines Längsschnittes durch die Mundöffnung. Ein Tentakel, welcher über dieselbe hervorragt, ist mit *T* bezeichnet. Aus dieser Figur geht hervor, daß sich das Epithel, welches die Mundöffnung umkreist, einmal auf den Tentakel fortsetzt, weiter aber auch direkt übergeht in das Epithel der Schlundwandung.

Was wird nun aus den fünf epithelialen Ambulacralnerven? Nach LUDWIG<sup>2)</sup> bilden sie einen Schlundring oder Nervenring rings um die Mundöffnung. JICKELI hat dem bereits widersprochen und ich kann ihm nur beipflichten. Es kommt nicht zur Bildung eines echten Nervenringes wie etwa bei den Asteriden, sondern die Nervenfasermasse verläuft in der Weise an der Mundöffnung angekommen, daß sie ihre Richtung beibehält — also nicht einen kreisförmigen Verlauf nimmt — sondern in der bisherigen Richtung in die Darmwandung eintritt — immer epithelial gelagert — und jetzt parallel mit der Längsachse des Darmes weiterverläuft. Dabei nimmt aber die Nervenschicht zusehends an Höhe ab, um nur als sehr gering entwickelte Faserschicht sich im weiteren Verlauf des Darmes zu zeigen.

---

1) SEMON, Entwicklung der Synapta, in: Jen. Ztschr., Bd. 22, 1888.

2) LUDWIG, Crinoiden, pag. 46, sowie Zur Anatomie des Rhizocrinus lofotensis M. SÆRS, in: Morph. Stud. an Echinod., Bd. 1, pag. 101.

Somit wäre ein Nervenring nicht vorhanden und darnach die Ansichten von LUDWIG, CARPENTER u. a. zu korrigieren.

Eine eigene Ansicht haben VOGT und YUNG aufgestellt, ohne freilich eine Begründung gegeben zu haben. Sie glauben nämlich unter anderem, daß die Nervenzüge, welche im Peristom auftreten, sämtlich vom dorsalen Nervensystem herkommen! und zählen auch die von mir wie anderen Forschern als Ambulacralnerven beschriebenen Gebilde zu den Verzweigungen des genannten Nervensystems. Das sind aber Ansichten, welche durch den ersten besten Schnitt sofort als irrig zu erkennen sind.

Das Epithel, welches die Mundöffnung umgiebt, schildere ich weiter unten im Kapitel über den Darmtraktus.

## 8. Die Nervenendigungen in der Haut.

### a) Die Sinnespapillen auf den Tentakeln.

Auf der Oberfläche der Tentakeln stehen Papillen, welche bei verschiedenen Gattungen (Pentacrinus, JOH. MÜLLER, Antedon, THOMSON u. a.) beobachtet worden sind. Es sind in Längsreihen angeordnete Gebilde, welchen eine Contractilität nach den verschiedenen Beobachtern zukommt.

Nach W. THOMSON<sup>1)</sup>, GÖTTE<sup>2)</sup> und LUDWIG<sup>3)</sup> sind dieselben hohl. Nach THOMSON stehen sie in Zusammenhang mit dem Tentakelhohlraum. PERRIER<sup>4)</sup> trat dieser Angabe entgegen; er fand an Stelle des Hohlraums einen glänzenden Faden in der Achse der Papille, welcher bis zur Muskelschicht der Tentakelwand sich verfolgen ließ. Die Deutung dieser Organe ist eine sehr verschiedene gewesen. LUDWIG glaubt in ihnen drüsenähnliche Gebilde zu erkennen, während die übrigen Forscher, PERRIER, GÖTTE und MÖBIUS<sup>5)</sup>, denen sich JICKELI<sup>6)</sup> und VOGT<sup>7)</sup> und YUNG angeschlossen haben, sie als Sinnesorgane betrachteten.

1) W. THOMSON, On the embryogeny of *Antedon rosacea*, in: *Phil. Trans.* Bd. 155, 1865.

2) GÖTTE, Vergl. Entwicklungsgeschichte der *Comatula mediterranea*, in: *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. 12, 1876.

3) LUDWIG, Crinoiden, in: *Morpholog. Stud. an Echinod.* Bd 1, 1877.

4) PERRIER, Recherches sur l'anatomie et la régénération des bras de la *Comatula rosacea*, in: *Arch. d. zool. expér.* Bd. 2, 1873.

5) MÖBIUS, in: Jahresbericht der Kommission zur wissenschaftl. Untersuchung der deutschen Meere. 4. Echinodermen.

6) JICKELI, Vorläufige Mitteilungen über den Bau der Echinodermen, in: *Zool. Anz.*, Jahrg. 7, 1884.

7) VOGT und YUNG, *Lehrb. d. prakt. vergl. Anatomie.* 1886.

JICKELI ist es gewesen, welcher die erste genaue Untersuchung dieser Organe in einer leider nur vorläufigen Mitteilung gegeben hat. Seine Angaben erstrecken sich auf die Beobachtung hauptsächlich des lebenden Tieres.

In Fig. 14 und Fig. 15 auf Taf. X gebe ich zwei Figuren dieser Papillen, welche Schnittpräparaten durch die Arme entnommen sind. Jede Papille zerfällt in einen basalen Teil und einen freien, weit über die Peripherie des Tentakels hervorragenden Abschnitt. Wie JICKELI bereits gezeigt hat, setzt sich das Organ aus langen Zellen zusammen, deren Kerne in dem basalen Teil liegen. Eine Anzahl von stark haarförmigen Zellen sind mit einander verklebt und stehen mit ihren Basen, welche die Kerne tragen, in der Epithelschicht. Am freien Ende dieser Zellen sitzen starre Borsten in der Vier- oder Mehrzahl auf, welche unbeweglich sind. Nach JICKELI steht zwischen diesen Borsten in der Mitte eine langsam schwingende Geißel. Diese soll sich zwischen den Zellen in Gestalt einer glänzenden Faser fortsetzen, welche nichts anderes als das PERRIER'sche Filament ist.

Es fragt sich nun, ob Nervenfibrillen zu diesen Organen hinzutreten. Es ist unendlich schwer, sich darüber Gewißheit zu verschaffen. Auf feinen Querschnitten habe ich mich aber überzeugt, daß an der Basis der Zellen eine feinkörnige Masse vorhanden ist, welche die quer durchschnittenen Nervenfibrillen vorstellen möchte, zumal an Längsschnitten dieselbe ebenfalls beobachtet werden konnte. Wenn man bedenkt, daß diese Nerven nur auf Schnitten untersucht werden können, welche einer langwierigen Entkalkung vorher ausgesetzt waren, so wird man mit solchen Resultaten sich zufrieden stellen müssen.

Isolierte Zellen dieser Papillen sind in Fig. 19, Taf. XII wiedergegeben. Die Zellsubstanz nimmt keinen Farbstoff auf, nur der Kern tritt tief gefärbt hervor. Stellenweis, so um den Zellkern, ließ sich eine feine Granulierung erkennen. Die Zellen, welche ich isolierte, enden meist abgestumpft und breit. Oft hat er das Aussehen, als ob sich die Basis in feine Fibrillen fortsetze.

#### b) Die Nervenendigungen in der Haut der Arme.

Verfolgt man die einzelnen Nervenzüge, welche vom dorsalen Nervensystem abstammen, in ihrem Verlauf innerhalb der zumeist verkalkten Binde substanz, so sieht man, wie sie durch immer neue Verzweigungen an Umfang abnehmend bis zum Epithel herantreten.



In Fig. 10 auf Taf. X ist ein Schnitt durch die Körperhaut, das Epithel und die entkalkte Cutis abgebildet. Die Epithelzellen haben eine cylindrische Gestalt, an anderen Stellen sind sie jedoch abgeplattet. An einzelnen Stellen der Epidermis sieht man sie dichter stehen, und sind die Kerne zahlreicher vorhanden. In diesen treten Nervenzüge heran, welche aus einem Bündel Nerven-fibrillen, nur 0,01 mm und darunter stark, bestehen. Die Zellen verschmälern sich nach ihrer Basis zu und setzen sich in feinste Fasern fort, welche mit den Nerven-fibrillen in Zusammenhang stehen. Da die Gewebe längeres Entkalken in  $\frac{1}{2}\%$  Chromsäure (bei Ant. Eschrichti mehrere Wochen) durchgemacht haben, so sind die Einzelheiten nicht so deutlich wahrzunehmen, als dies sonst wohl der Fall sein würde. Besonders sind die Zellgrenzen der Epithelzellen sehr verwischt. Die hellen Lücken in Fig. 10 sind von den Kalkgebilden erfüllt, welche oft durch Spitzen *K* über die Epidermis hervorragten. Die Höhe der letzteren beträgt bei Ant. Eschr. 0,02 mm. Bei Anted. rosacea sind diese Gruppen von Sinneszellen, zu denen ein Nervenbündel herantritt, ebenfalls vorhanden, wenn auch nicht so klar zu beobachten. Sie finden sich wie bei der vorigen Art sowohl auf der Rückenfläche als auch auf den Seiten der Arme und Pinnulae vor. Fig. 9 auf Taf. IX giebt ein Bild dieser Endigungen bei Ant. rosac. wieder. Man sieht die Nervenbündel in der entkalkten Bindesubstanz verlaufen; einer derselben tritt zu dem Epithel in der beschriebenen Weise heran.

### 9. Das Nervensystem von *Antedon carinata*.

Es ist sehr merkwürdig, daß der Bau der Nervenstämme selbst bei den einzelnen Arten der Gattung *Antedon* sehr verschieden ist. Es ist das Querschnittsbild durch den dorsalen Armnerv oder durch einen Cirrhushnerv bei jeder Art verschieden.

Während bei *A. rosac.* kaum von einer bindegewebigen Hülle um die Nervenstämme gesprochen werden kann, besitzen bei dieser Art dieselben ein sehr mächtiges Neurilemm, wenn man diese Namen anwenden will. Am stärksten tritt dasselbe an den Cirrhennerven, am schwächsten im Umkreis des Zentralorganes auf.

Die Cirrhennervenzüge. In der Weise, wie ich bereits oben beschrieben habe, nehmen die Cirrhushnerven ihren Ursprung vom Zentralorgan, indem sie in ihrer Achse einen Kanal — eine Fortsetzung des Hohlraums des gekammerten Organes, also der

Leibeshöhle — besitzen. Fig. 11 auf Taf. X giebt einen querdurchschnittenen Cirrhusnerven wieder. Der größte Teil der ovalen Figur wird vom Neurilemm eingenommen, und nur der kleinere von der zentral gelagerten Nervenschicht, von welcher an den vier Ecken Nervenzüge austreten. Daß nur dieser Teil als nervös zu betrachten ist, der ganze übrige jedoch bindegewebiger Natur ist, läßt sich aus verschiedenen Gründen mit Sicherheit behaupten, da die austretenden Nerven nur immer von dem zentralen Teile abgehen. Betrachtet man solche Querschnitte bei auffallendem Lichte mit ABBES Beleuchtungsapparat, so erscheint nur der zentrale Teil grauweißlich, eine Farbe, welche die Nervenfibrillenmasse auszeichnet; und die Umhüllung, das Neurilemm, unterscheidet sich in nichts weiter von der übrigen Binde substanz, als daß dasselbe unverkalkt geblieben ist.

Am Neurilemm kann man zwei deutlich unterscheidbare Bildungen erkennen. Der größte Teil wird von Fasern und Zellen gebildet, welche sehr dicht nebeneinander in der Grundsubstanz lagern. Dieser fasrige Teil wird von der Nervenfibrillenmasse getrennt durch ein das Aussehen einer Membran bietendes Blatt, welches die Nervenfibrillen umhüllt, und — auf dem Querschnitt betrachtet — wie ein Netzwerk in den fasrigen Teil sich hinein erstreckt. Auf diese Weise entsteht ein Maschenwerk, welches in Fig. 11 deutlich zu erkennen ist. Von der verkalkten Binde substanz ist das Neurilemm bald deutlich, bald weniger deutlich abgesetzt und geht dann direkt in dieselbe über.

In dieser starken Entwicklung treffen wir dasselbe in den Armnerven nicht wieder an. Hier bildet es nur eine dünnere Umhüllung, wie die beiden Querschnitte in Fig. 12 und 13 auf Taf. X zeigen. Während aber bei den Cirrhusnerven das Neurilemm sich nicht in die Nervenfibrillen hinein erstreckte, sehen wir dasselbe beim Armnerven in Gestalt freier Blätter dieselben quer durchziehen von der Ventral- nach der Dorsalseite. Die austretenden Nervenzüge werden nur ein kurzes Stück vom Neurilemm begleitet, um dann ohne Hülle in der verkalkten Binde substanz sich zu verzweigen. Der fasrige Teil des Neurilemms zeigt dieselbe Maschenbildung, wie ich sie bei den Cirrhusnerven beschrieben habe.

Irgendwelche besondere Ganglien — wie ich bei *Ant. Eschrichti* schilderte — habe ich nicht angetroffen. Die Ganglienzellen, biwie multipolare, liegen regellos zwischen den parallel verlaufenden, untereinander unverzweigt bleibenden Nervenfibrillen. Was den

Austritt der Nerven aus dem Armnerven anlangt, so geschieht derselbe wie bei den übrigen Arten, zwischen der Muskulatur je zweier Armglieder treten ventral je zwei Paare aus, denen dorsal die gleiche Zahl regelmäßig zu entsprechen scheint. Insofern zeigen auch die Nervenstämme dieser Art eine Gliederung. Leider ist das Material nicht in der Weise erhalten, daß ich auf Einzelheiten einzugehen mir erlauben dürfte und überlasse dies einem glücklicheren Nachfolger, welcher bei dieser wie allen anderen Arten vieles Neue aufzufinden vermögen wird.

### 10. *Pentacrinus decorus*.

Ist die Anordnung des Nervensystems bei dieser Gattung nicht abweichend von der der übrigen, so ist ein Eingehen auf Einzelheiten wegen der Seltenheit dieser Form geboten.

Trotzdem die Arme eines *Pentacrinus* mindestens vierzehn Tage in Chromsäure verweilen müssen, bis sie vollständig entkalkt sind, zeigen sich die Nervenfibrillen und die Ganglienzellen so schön erhalten, wie sie besser nicht bei *Anted. rosac.* zu beobachten sind. Es kommen Ganglienzellen vor, welche durch ihre Größe schon bei schwachen Objektiven hervortreten.

Man untersuche auf Querschnitten durch den Arm den großen zu den Pinnulae ziehenden Nervenast. Dieser besitzt eine Stärke von etwa 0,04 mm und setzt sich aus feinsten Nervenfibrillen zusammen, zwischen denen kleinere, 0,005 mm messende bi- wie multipolare Ganglienzellen liegen. Diese bieten nichts besonderes. Außer dieser Form von Zellen fallen aber sofort ungemein große Zellen auf, welche entweder peripher dem Nervenast hier und da aufliegen oder zu einem Ganglion vereinigt liegen.

Sobald der Nervenzug zwischen die dorsalen Muskeln, welche aus Spindelzellen bestehen, wie ich von *Anted. rosac.* geschildert habe, zu liegen kommt, treten nach allen Seiten Fibrillen aus; an diesen Stellen liegen die großen Ganglienzellen. Weiter können wir aber das Eintreten der Nervenfibrillen zwischen die Muskelfasern verfolgen, zwischen denen ebenfalls die großen Ganglienzellen liegen, deren Fortsätze nach den verschiedenen Seiten sich verzweigen und offenbar an die Muskelfasern herantreten. Fig. 12, Taf. XII giebt dieses Verhalten wieder.

Unterhalb wie oberhalb der Muskulatur treten von unserem Nervenast neue Nervenfibrillenzüge aus, und hier liegt an der Ursprungsstelle das Ganglion, welches ich schon erwähnte. Dicht

nebeneinander liegen die großen Ganglienzellen, welche sich durch ihren kreisrunden, 0,004 mm messenden Kern, der ab und zu ein Kernkörperchen erkennen läßt, auszeichnen. Von diesen Nervenzügen treten Fibrillen ebenfalls zur Muskulatur, während ein anderer Teil zum Epithel zieht.

Die Größe dieser Ganglienzellen beträgt zwischen 0,01 und 0,005 mm. Ihr Zelleib erscheint feinkörnig granuliert und färbt sich mit neutraler Karminlösung ziemlich dunkel. Die Fortsätze der Zellen sind stärker als die gewöhnlichen Nervenfibrillen, lassen sich also in ihrem Anfangsteil vor ihren Verzweigungen leicht auf größere Strecken verfolgen.

Entweder setzt sich die Zelle nur in zwei Fortsätze fort oder sie besitzt deren mehrere bis vier, selten darüber. Unipolare Zellen fand ich nicht.

Spindlige bipolare Ganglienzellen sind in Fig. 11, Taf. XII abgebildet; daneben liegen solche mit drei bis fünf Ausläufern. Fig. 12 zeigt einen Teil des Nervenastes mit dem Belage dieser großen Zellen.

---

## Kapitel 2.

### Das Wassergefäßssystem.

#### 1. Die Körperwand des Kelches.

Die Körperwand des Kelches ist bei *Anted. rosac.* sowohl auf der Oberfläche desselben (Mundscheibe) als an den Seitenflächen zwischen den Armen in ihrem Bau übereinstimmend. Nur da, wo die Tentakelfurchen verlaufen, ist derselbe ein anderer, da ja hier Wassergefäße und andere Organe liegen. Beim ausgewachsenen geschlechtsreifen Tier beträgt die Stärke der Wandung nur höchstens 0,1 mm. Die Schichten, welche dieselbe zusammensetzen, sind das allgemeine einschichtige Körperepithel, die Cutis, die Binde-substanzschicht, auf welche das die Leibeshöhle auskleidende Epithel folgt.

Das Körperepithel hat keine Cuticula ausgeschieden, wie dies bei anderen Echinodermen der Fall ist, und grenzt sich gegen die Binde-substanzschicht kaum ab. Die einzelnen Zellen sind ihrer Kleinheit wegen oft nicht voneinander zu unterscheiden. Zellgrenzen finden sich nicht, nur die Zellkerne, welche dicht zusammen in einer unregelmäßigen Reihe liegen, lassen das Vor-

handensein eines Epithels erkennen. Bei *Actinometra pulchella* gelingt es leichter, sich über die Gestalt dieses Epithels zu überzeugen. Die Zellen, deren Grenzen zwar auch selten hervortreten, sind annähernd kubisch und zeichnen sich durch ihre kugligen, sich dunkel färbenden Kerne aus (Fig. 12, Taf. XI). Die Binde- substanzschicht trifft bei *Ant. rosac.* und *carinata*, *Actinom. pulch.* — es scheint bei allen Crinoiden — in der Wandung in zwei Lagen auf. Die oberflächliche besteht aus einem lockeren Gefüge nach den verschiedensten Richtungen verlaufenden Fasern, während eine tiefere Lage, welche an das Coelomepithel angrenzt, eine knorplige Konsistenz zeigt (Fig. 12 *Kn*). In der Binde- substanzschicht treffen wir Nervenzüge an, welche parallel zur Oberfläche ziehen und von denen Nervenbündel zum Epithel treten. Sie wird weiter von den Wasserporen durchsetzt, welche in die Leibeshöhle münden (vergl. Kapitel Wassergefäßsystem).

Eine eigenartige Bildung sind die Tentakelfurchen oder Ambulacralrinnen, welche auf der Ventralseite der Arme gelegen auf die Mundscheibe sich fortsetzen, um in der Fünzfahl nach der Mundöffnung zu ziehen und sich im Umkreis derselben in Gestalt einer Ringfurchen zu vereinigen. Begrenzt werden diese Furchen durch die Tentakel, welche jederseits in einer Reihe stehen.

In diesen Ambulacralrinnen ist das Epithel stark verdickt. Seine Elemente, Epithelsinnes- und Epithelstützzellen, sowie die Nervenfibrillen sind bereits früher geschildert worden. Unterhalb dieses Epithels trifft man bei vielen Arten einen Schizocoelraum und ein Wassergefäß. Letzteres geht mit den übrigen Ambulacral- gefäßen über in den die Mundöffnung umkreisenden Ringkanal (s. weiter unten Wassergefäßsystem).

Da die Leibeshöhle von Bindegewebszügen nach allen Richtungen durchzogen wird, so ist die Leibeshöhle zwischen der Wandung des Darmtraktes und der Körperwand oft kaum mehr als solche kenntlich und an einzelnen Stellen kann man die Grenze zwischen Körperwand und Bindegewebszügen kaum mehr erkennen, da diese mit der ersteren verschmolzen sind. Immer ist aber festzuhalten, daß alle die Hohlräume, in welche die Leibeshöhle zerfällt wird, vom Enterocoel-epithel ausgekleidet werden.

---

Daß den Crinoiden wie den übrigen Echinodermen - Gruppen ein Wassergefäßsystem zukommt und daß sich dieselben einzelnen

Teile, wenn auch modifiziert, wiederfinden, hat LUDWIG<sup>1)</sup> festgestellt. Wenn auch von P. H. CARPENTER<sup>2)</sup> Einwürfe gegen diese Anschauungen geltend gemacht wurden, so hat derselbe<sup>3)</sup> jetzt sich zur gleichen Ansicht bekannt.

In neuester Zeit sind unsere Kenntnisse über dieses Organ-system leider mehr verwirrt als weitergeführt worden, so daß ich ausführlicher dasselbe schildern will, wobei ich Untersuchungen über die Gattungen *Antedon*, *Actinometra* und *Pentacrinus* verwenden kann.

Das Wassergefäßsystem besteht aus einem Ringkanal, welcher um die Mundöffnung gelagert ist und in der Tiefe der Ring-Tentakelfurche verläuft, sowie von diesen sich abzweigenden, in den Tentakelfurchen des Kelches und der Arme verlaufenden 10 (*Antedon rosac.*) Gefäßen. Dem Ringkanal hängen eine Reihe von Schläuchen oder Röhren an, welche als Steinkanäle bezeichnet werden können, während die Stelle der Madreporenplatte durch die Porenkanäle oder Kelchporen vertreten wird. In welcher Weise das Wassergefäßsystem mit Wasser von außen versorgt wird, darauf komme ich am Schlusse zu sprechen.

### 1. Topographie der Ambulacralgefäße.

Um sich über die Lage der in den Armen verlaufenden Wassergefäße zu orientieren, nimmt man am besten Querschnitte durch dieselben zur Hilfe. Fig. 2, Taf. XI zeigt einen solchen durch den Arm von *Ant. rosac.* In der Ambulacralfurche tritt uns das hohe, aus langen fadenförmigen Zellen bestehende Epithel entgegen, zwischen dessen basalen Fortsätzen die Nervenfasern epithelial verlaufen. Die rechts und links von dieser Ambulacral- oder Tentakelfurche stehenden Tentakel sind auf dem Schnitt getroffen. Unterhalb dieses Epithels mit seiner Nervenfaserschicht liegt eine dünne Bindegewebsschicht, in welcher sich ein querdurchschnittener Hohlraum erkennen läßt. Unterhalb desselben liegt das durchquerte Wassergefäß, von welchem alternierend rechts oder links je ein Gefäß zu den Tentakeln zieht. Das Wassergefäß liegt oft so dicht an dem erwähnten Hohlraum, einem Schizocöl-

---

1) LUDWIG, Zur Anatomie der Crinoiden, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 26, 1876, und in: Morphol. Stud. an Echinod. 1. Crinoiden, 1877.

2) P. H. CARPENTER, Remarks on the Anatomy of the arms of the Crinoids, in: Journ. of Anat. and Physiol., V. 10, 1876.

3) Challenger-Crinoiden, P. 1.

gebilde, wie ich an dieser Stelle gleich hervorheben will, daß in der Wandung, welche beide trennen, die Bindegewebsschicht, welche das Wassergefäß begrenzt, den Charakter einer Membran von fester Konsistenz zeigt.

In Fig. 10, Taf. IX sind diese Verhältnisse noch deutlicher zu erkennen.

Verfolgt man die Ambulacralfurchen auf dem Kelch, so treten dieselben Verhältnisse uns entgegen, das Wassergefäßlumen unterhalb der Schizocoellücke, und rechts und links die zu den Tentakellumen ziehenden Seitenäste.

Eine gänzlich abweichende Darstellung geben VOGT und YUNG<sup>1)</sup>, soweit ich ihre Darstellungen verstehe. Zunächst bestreiten sie nachdrücklich das Vorkommen des von mir als Schizocoelhohlräum bezeichnenden längsverlaufenden Gebildes. Weiter geben sie vom Epithel und der Nervenschicht folgende merkwürdige Daten: Die von mir<sup>2)</sup> und anderen<sup>3)</sup> als Nervenfibrillen beschriebenen Längsfibrillen, sollen „ein beinahe homogenes (!) und mit außerordentlich feinen Granulationen durchsätetes Bindegewebe“ sein. Die eigentlichen Nervenfasern sind dann die basalen Fortsätze der Epithelzellen, welche als „Wurzelfasern“ beschrieben werden. Diese Angaben stossen sowohl die LUDWIG'schen Resultate um als die aller übrigen Nachfolger. Wie schlecht aber das von diesen Forschern untersuchte Material sein muß, zeigen die Abbildungen Fig. 272 u. 273. Auf letzterer Figur werden Hohlräume als „Höhlungen des Wassergefäßsystemes“ beschrieben, welche nie und nimmer im Zusammenhang mit dem Tentakellumen stehen — während das Wassergefäß selbst überhaupt nicht abgebildet ist.

## 2. Der feinere Bau.

Gehen wir nun über zum feineren Bau des Wassergefäßes. Dasselbe wird, wie LUDWIG schon angiebt, von einem niedrigen Epithel ausgekleidet. Ich finde diese Zellen kubisch. Jede

---

1) Lehrbuch der praktischen vergleichenden Anatomie. Liefer. 9, 1886.

2) HAMANN, Vorläufige Mitteilungen zur Morphologie der Crinoiden, in: Nachricht. d. königl. Gesellsch. d. Wiss. Göttingen, No. 5, 1888, p. 127.

3) SEMON, Synapta digitata und die Stammesgeschichte der Echinodermen 1888, hebt mit Nachdruck hervor, daß diese Nervenschicht homolog ist den Ambulacralnerven der übrigen Echinodermen.

Zelle der der Nervenschicht zugewendeten Wandung hat an ihrer Basis eine Muskelfaser ausgeschieden und ist somit eine Epithelmuskelzelle. Die Fasern laufen parallel zur Axe der Wassergefäße. Epithelmuskelzellen habe ich bei allen untersuchten Formen gefunden. (Anted. rosac. u. carinata; Actinom. parvicirra u. paucicirra, Pentacrinus decorus.) Die Höhe der Zellen beträgt ungefähr 0,003 mm, in den Tentakeln 0,004 mm (Ant. rosac.). Wimpern fehlen diesen Zellen nach den übereinstimmenden Angaben von PERRIER, CARPENTER, THOMSON und LUDWIG. Eine äußerst feine Membran umhüllt die Gefäße (Fig. 12, Taf. VII).

### 3. Der Ringkanal und die Steinkanäle.

Der Ringkanal ist von LUDWIG genau geschildert und abgebildet worden, so daß ich Nichts neues hinzufügen kann. Er ist in dorso-ventraler Richtung abgeplattet und steht in Kommunikation durch Kanäle mit den die Mundöffnung umkreisenden Tentakeln. Sein Lumen wird von den gleichen Muskelfasern durchzogen, wie solche in den Ringkanälen auftreten (vergl. Kap. Muskulatur). Längsmuskelfasern, welche mit den Epithelmuskelzellen in Verbindung stehen, lassen sich leicht nachweisen. Auf Horizontalschnitten durch die Scheibe treten diese Epithelmuskelzellen vorzüglich hervor.

Horizontalschnitte durch die Mundscheibe lassen die eigenartigen Steinkanäle erkennen, wie sie als gewundene Schläuche dem Wassergefäßring anhängen (Fig. 7, Taf. IX).

Diese Schläuche, welche bei Ant. rosac. 0,02 mm dick sind, besitzen einen kreisrunden Querschnitt und bauen sich aus drei Schichten auf, nämlich einem den Innenraum auskleidenden Wimperepithel, einer dünnen Bindegewebsschicht und einem Außenepithel, welches an der Mündung in das Wimperepithel übergeht. Die innere Zellschicht besteht aus Zellen, deren Kerne länglich oval geformt sind. Zellsubstanz ist nur wenig vorhanden, so daß es den Anschein hat, als ob nur eine dicht nebeneinanderliegende Schicht bildende Kerne vorhanden seien (vergl. Fig. 8, Taf. VIII).

Die Länge dieser Schläuche, welche in Hohlräume der Leibeshöhle münden, welche ja durch Bänder und Septen entstanden sind, die das ursprünglich einheitliche Coelom durchziehen, beträgt bei Ant. rosac. 0,2 mm. An ihren freien Enden sind diese Schläuche fast immer gebogen; ihre Mündung ist trichterförmig gestaltet und keineswegs sehr eng, wie VOGT und YUNG sagen. Der Rand der



Mündung ist nach außen in der Weise zurückgeschlagen, wie es Fig. 8, Taf. VIII zeigt. Die gleichen Mündungen besitzt *A. rosac.* und *A. carinata*. Die Wimpern sind immer sehr schön erhalten<sup>1)</sup>. Die dünne Binde substanzschicht in der Wandung hat keinerlei Kalkgebilde entwickelt. Im Übrigen stimmt jedoch der Bau dieser Kanäle überein mit denen der Holothurien, Asteriden, Echiniden und Ophiuren, da ihnen, wie ich zeigte, dieselben drei Schichten in der Wandung zukommen, während LUDWIG nur die Binde substanzlage nicht beschreibt.

Wohin münden diese Steinkanäle? Nach LUDWIG öffnen sie sich in die Leibeshöhle.

Bei allen Arten, die ich untersuchte, kann ich nur diese Angabe voll bestätigen. Man sieht auf Horizontal- wie Vertikal schnitten, daß sämtliche Steinkanäle in die durch Septen und Bänder zerlegte Leibeshöhle hineinragen und daß ihre Mündungen frei liegen. Nach PERRIER, VOGT und YUNG sollen aber diese Kanäle in die Blutlakunen münden. Sie sagen: „Bei sorgfältiger Untersuchung findet man aber auch Hydrophorkanäle, welche sich offenbar in die verzweigten Gefäße des schwammigen Gewebes (mit diesem Namen belegen sie einen Blutlakunen-Plexus in der Umgebung der Mundöffnung) verlängern und schließlich gelangt man zu der Überzeugung, daß diese Endigung die Regel ist und immer beobachtet wird, sobald die Röhren nicht durchschnitten sind oder ihre Fortsetzung nicht durch ein allzu rasches Einschrumpfen des schwammigen Gewebes, welches unter dem Einflusse der Reagentien sehr oft eintritt, abgerissen wurde.“

Dem gegenüber erkläre ich, daß ich die Abbildung 275, welche diese Forscher geben, keineswegs für von einem solchen Material herrührend ansehen kann, welches nicht durch Reagentien gelitten hätte, wie das abgebildete Darmepitel zur Genüge beweist. Die Mündungen treten bei keiner Gattung in die Blutgefäße ein, sondern — lückenlose Serienschnitte entscheiden hier mit vollster Sicherheit — liegen überall frei in der Leibeshöhle und stellen somit eine Verbindung her zwischen der Coelomflüssigkeit und der in dem Wassergefäßsystem zirkulierenden. Da das letztere nun aber an keiner anderen Stelle weder mit der Außenwelt noch mit dem Coelom kommuniziert, wird man mit Recht diese Steinkanäle als die Zuleitungsröhren für das Wassergefäßsystem anzusehen haben,

---

1) Vergl. GREEFF, Über den Bau der Crinoiden, in: Marb. Sitzber. 1876.

wie ich in Anschluß an LUDWIG thue. Die Leibeshöhlenflüssigkeit, welche unmittelbar unter dem Tegument flottiert, hat Zutritt in die Gefäße, ebenso wie Wasser durch die Kelchporen oder Porenkanäle in dieselben gelangen kann.

#### 4. Die Kelchporen oder Porenkanäle.

Wendet man für diese Gebilde den Ausdruck Porenkanäle an, so deutet man darauf hin, daß dieselben den Porenkanälen der Madroporenplatte der übrigen Echinodermen homolog sind und nur vereinzelt auf dem Kelch verteilt sind, während jene zusammenliegend eine Platte bilden.

Kelchporen finden sich auf der Oralfäche der Kelchwand sowie auf den Seitenflächen der Arme, an deren ersten Gliedern. Die Zahl dieser Poren ist von LUDWIG<sup>1)</sup> mit 1500 abgeschätzt worden.

Die Kanäle haben folgende, schon von den verschiedenen Forschern beschriebene Gestalt. An die kreisrunde Öffnung schließt sich ein Kanal, welcher sich alsbald ampullenförmig erweitert, um nach dieser Anschwellung als gleichmäßig weiter Kanal die Haut zu durchsetzen und in die oberflächlich gelegenen Räume der Leibeshöhle zu münden. Fig. 15 auf Taf. XI stellt einen solchen Porenkanal in seiner peripheren Hälfte dar. Das Epithel mit seinen dicht gedrängt stehenden Zellen und den sich tief färbenden ovalen Kernen kennzeichnet sich als Wimperepithel, wie er in den Porenkanälen aller Madroporenplatten sich findet<sup>2)</sup>. Die Zellen sind 0,01 mm hoch und tragen lange Wimpern von 0,02 mm Länge, welche das 0,06 große Lumen der ampullenförmigen Erweiterung ganz erfüllen (Ant. rosac.). — Die Wimpern schlagen im Leben nach innen<sup>3)</sup>. Das hohe Wimperepithel, geht in dem Ende der Röhre allmählich über in ein niedriges Plattenepithel, welcher sich seinerseits fortsetzt in das Epithel, welches die Leibeshöhle auskleidet.

Auf der Oralseite des Kelches biegt der Endkanal oft in einem stumpfen Winkel um, der Verlauf des Porenkanals ist somit nicht ein rechtwinkliger zur Oberfläche der Haut und er durchsetzt diese nicht senkrecht wie die Nervenkanäle der Arme. Fig. 10,

1) Crinoiden, Morphol. Studien, Bd. 1, pag. 56.

2) Vergl. Heft 1—3 dieser Beiträge.

3) W. B. CARPENTER, On the structure physiology and development of *Antedon rosacea* F. P. 1 in: Proc. R. Soc. 1876.

Taf. XII zeigt einen solchen schräg verlaufenden Porenkanal von *Anted. rosac.*

Daß nun auch bei diesen Kanälen ihre innere Mündung in die Leibeshöhle mündet, daran ist bei sorgfältiger Untersuchung von Vertikalschnitten kein Zweifel.

Nach PERRIER hingegen, welcher früher <sup>1)</sup> diese Kanäle als blind endend beschrieb, sollen sie jetzt — und diesen Angaben haben sich VOGT und YUNG <sup>2)</sup> angeschlossen — mit dem Blutgefäßsystem zusammenhängen, ja in dieses geradezu hineinmünden! Der Porenkanal durchsetzt nach diesen Forschern im einfachsten Fall das Tegument, „um sich in ein Gefäß des Mesenteriums fortzusetzen“. Dieser wird sogar abgebildet.

Ich habe diese Frage außer bei *Anted. rosac.* bei allen mir zu Gebote stehenden Arten geprüft und habe stets — vorausgesetzt, daß die Schnittserien lückenlos, sowie daß die Schnitte fein genug waren — mich überzeugt, daß die inneren Mündungen in die oberflächlichen Hohlräume der Leibeshöhle einmünden, wie LUDWIG und P. H. CARPENTER <sup>3)</sup> früher gefunden haben. Die Unmöglichkeit einer entgegengesetzten Annahme wird auch noch dadurch hinfällig, daß solche Blutgefäße, welche hier in Frage kommen können und in der Nähe der Mundöffnung liegen, an anderen Stellen und zwar gerade da, wo Kelchporen in Trupps stehen, sich nicht finden. Eins ist allerdings hervorzuheben, daß nämlich die oberflächlichen Hohlräume der Leibeshöhle sich in das Tegument, in die Haut (in Fig. 10, Taf. XII mit *H* bezeichnet) fortsetzen können. Solche Hohlräume sind in der Figur mit *C<sup>1</sup>* *C<sup>2</sup>* gekennzeichnet. Sie sind, wie die folgenden Schnitte lehren, kanalartige Fortsetzungen der Leibeshöhle, welche mit einander in Verbindung stehen und Porenkanäle bereits aufnehmen können. Es läßt sich nicht immer entscheiden, ob der Kanal — in unserer Figur mit *K* bezeichnet, eine solche Fortsetzung der Leibeshöhle ist, in welchen der Porenkanal mündet, oder aber ob er nur eine direkte Fortsetzung des letzteren ist.

Die Porenkanäle auf den Armen sind schon von LUDWIG aufgefunden worden. Sie treten nur auf den Anfangs-

---

1) PERRIER, Recherches sur l'anatomie et régénération des bras de *Comatula mediterranea*, in: Arch. de zool. expér. et génér, Bd. 2, 1873.

2) VOGT und YUNG, Lehrbuch, pag. 542.

3) P. H. CARPENTER, Challenger Crinoiden.

gliedern auf und zwar dann auf beiden Seiten derselben. Fig. 14, Taf. IX giebt einen Teil eines Vertikalschnittes durch einen Arm wieder. Mit *C* sind die Fortsetzungen der Leibeshöhle in die Arme, mit *Gk* der Genitalkanal mit der Genitalröhre bezeichnet. Sämtliche Porenkanäle zeichnen sich durch ihre schlanke Gestalt aus, sowie durch ihren gestreckten Verlauf. Sie münden in den Genitalkanal oder die um ihn herumliegenden Hohlräume, welche mit letzterem in Kommunikation stehen. Verfolgt man nun den Arm, wie er allmählich in den Kelch übergeht, so läßt sich feststellen, daß diese Hohlräume Fortsetzungen der Leibeshöhle sind, mit deren Hohlräumen sie in offener Kommunikation stehen. Auf Schnitten, welche weiter entfernt von dem Kelch durch den Arm geführt sind, sind diese Hohlräume verschwunden und nur ein Lumen ist noch zu erkennen, der Genitalkanal. Über seine Natur, ob Schizocoelraum, ob dem Enterocoel zugehörig, spreche ich mich in dem Kapitel über die Leibeshöhle aus.

Die Mündung einzelner Porenkanäle in denselben hat LUDWIG zuerst bei *Anted. rosac.* gesehen, sowie P. H. CARPENTER<sup>2)</sup> bei *Actinom. parvicirra* bestätigt. Es läßt sich dieses Vorkommen bei allen Arten feststellen (vergl. auch Fig. 4 und 5, Taf. VIII).

---

### Kapitel 3.

#### Die Leibeshöhle und ihre Fortsetzungen in die Arme und Pinnulae.

Bei den Ophiuren wie bei den übrigen bisher untersuchten Echinodermen trafen wir die Leibeshöhle durchsetzend Stränge oder Bänder an, welche meist zur Befestigung der Organe, welche in ihr liegen, dienen. Diese Bänder setzten sich aus einer bindegewebigen Achse zusammen und waren von dem Enterocoelepithel überzogen, wie die gesamte Leibeshöhle und alle in ihr liegenden Organe von diesem umhüllt waren.

Bei den Crinoiden kann nun diese Durchsetzung und Durchwachsung von solchen Strängen in der Leibeshöhle einen solchen Grad erreichen, daß endlich der Hohlraum derselben verschwunden ist und nur zwischen den Strängen und Bändern ein System von miteinander kommunizierenden Kanälen vorhanden ist, wie für

---

1) LUDWIG, Crinoiden, Morpholog. Stud., Bd. 1, pag. 60.

2) P. H. CARPENTER, Challenger-Crinoiden, P. 1, pag. 96.

die verschiedenen Arten besonders P. H. CARPENTER<sup>1)</sup> gezeigt hat. Bei *Pentacrinus decorus* ist der ursprünglich einheitliche Hohlraum der Leibeshöhle vollständig verschwunden, wie die Figur auf Taf. 62 der Challenger-Crinoiden zeigt.

Bei *Actinometra pulchella* ist diese Durchwachsung ebenfalls sehr weit gediehen, und die Leibeshöhle durch netzförmig angeordnete Stränge und Bänder in eine unzählbare Menge von Räumen zerfallen.

LUDWIG ist zu eigentümlichen Anschauungen gekommen, indem er bestimmte begrenzte Bezirke in der Leibeshöhle unterscheidet. So soll eine „axiale Leibeshöhle“ genau abgegrenzt vorhanden sein, und von ihr aus sollen fünf Fortsätze in die Arme ausgehen. Dieser zentrale Teil der Leibeshöhle bleibt frei von Septen und steht nur an ihrem dorsalen Ende in Zusammenhang mit den Maschen der übrigen Abschnitte der Leibeshöhle. In dieser unterscheidet LUDWIG zwei besondere Teile. Den visceralen Sack, welcher die Darmwindungen umgeben soll, kann ich ebensowenig wie den zweiten Abschnitt bestätigen.

Die verschiedenen so unterschiedenen Abschnitte sind nach meinen Untersuchungen an mehreren Arten von *Antedon*, *Actinometra* und *Pentacrinus* nicht in der Weise vorhanden, wie es LUDWIG angiebt. Ich schließe mich vollständig an VOGT und YUNG an, welche ebenfalls sich nicht von der strengen Trennung in einzelne Abschnitte haben überzeugen können.

Immer finde ich mit diesen Forschern — deren Beschreibung nur auf *Antedon rosacea* fußt — Netzwerke von Faserzügen, die wirt nach allen Seiten ziehen, bald an der Wandung des Darmes, bald an der des Körpers sich befestigen. Bald sind die Maschen größer, bald kleiner; es ist dies vollständig individuell.

VOGT und YUNG finden die Stränge überzogen von „einem sehr feinen Epithelium“. Dasselbe besteht aus abgeplatteten Zellen, deren ovale Kerne sich deutlich abheben in dem abgeplatteten Zelleibe.

In den Bindegewebssträngen selbst trifft man auf Wanderzellen, welche in der gallertigen Grundsubstanz zwischen spindligen und sternförmigen Zellen liegen. Diejenigen Stränge, in denen in Hohlräumen — welche oft die ganze Achse einnehmen, so daß nur eine dünne periphere Wand übrig bleibt — die Blutflüssig-

---

1) P. H. CARPENTER, Challenger-Crinoiden, P. 1.

keit zirkuliert, werden von den Autoren als Blutgefäße schlechthin bezeichnet.

Außer Pigment und den „Sacculi“, welche, wenn auch selten, bei *Anted. rosac.* in den Strängen sich finden können, treten kleine Kalkkörper auf, die schon den ältern Beobachtern bekannt waren.

Ein Querschnitt durch einen Arm (Fig. 2, Taf. XI) zeigt uns die Fortsetzungen der Leibeshöhle in Gestalt von zunächst drei Hohlräumen, welche mit *C* bis *C*<sup>2</sup> bezeichnet sind. Der dem Rücken zugewendete durchquerte Kanal wurde von W. B. CARPENTER *Canalis coeliacus*, von LUDWIG Dorsalkanal genannt, die beiden ventralwärts durch eine Scheidewand getrennten hingegen *Canal. subtentaculares* oder Ventralkanäle geheißen. In der Scheidewand zwischen den drei Kanälen verläuft der Genitalkanal, von dem es fraglich ist, ob er ein Enterocoel- oder Schizocoelraum ist.

Untersucht man aber einen Arm an seinem Anfangsteil, so erhält man abweichende Bilder. Querschnitte, durch die ersten *Brachialia* geführt, zeigen den Ventralkanal ohne Scheidewand, während die Scheidewand zwischen ihm und dem Dorsalkanal stark verdickt ist und eine große Anzahl von miteinander in Verbindung stehenden Hohlräumen durchzogen wird, von denen einer die Genitalröhre birgt. Auf Schnitten, welche dem Kelche abgewendet liegen, sieht man, wie diese letztgenannten Hohlräume mehr und mehr abnehmen an Anzahl und endlich nur einer übrig bleibt, der Genitalkanal.

Der Dorsalkanal ist bei *A. rosac.* stellenweise sehr erweitert, indem er im Bereiche der Muskulatur zwischen zwei Armgliedern zwischen dieselbe Aussackungen treibt, welche oft in kurzer Entfernung vom mesodermalen, dorsal gelegenen Nervenstamm enden.

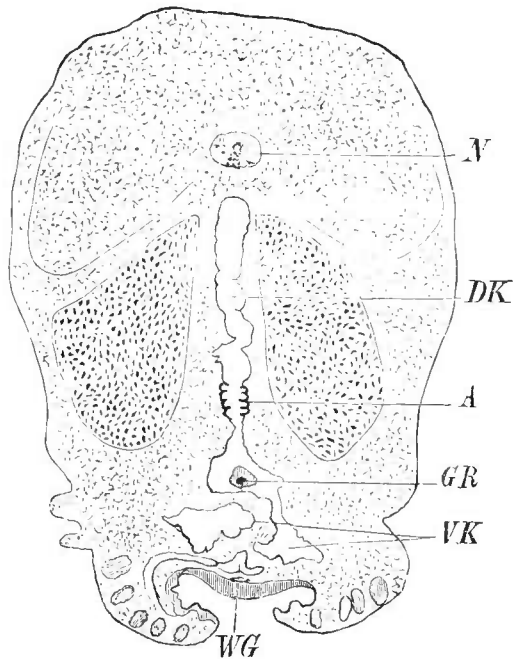
Bei *Antedon Eschrichti* treffen wir diese Aussackungen ebenfalls an. Hier sind dieselben aber komplizierter gebildet, indem man einzelne Abschnitte unterscheiden kann.

In der nebenstehenden Figur ist der mit *A* bezeichnete Abschnitt mit Wimperfurchen versehen, deren Zellen verdickt sind und lange Wimpern tragen. Dieser Abschnitt ist auf folgenden Schnitten durch Scheidewände von der Verbindung mit dem übrigen Hohlraum des Dorsalkanals streckenweise abgeschnitten. Solche Septen treten überhaupt oft ein, wie sie ebenso oft verschwinden, so daß dann sämtliche Hohlräume des Armes (mit Ausnahme des Wassergefäßes und des kleinen subneuralen Schizocoelraumes) miteinander kommunizieren, wie für *A. rosac.* VOGT und YUNG und früher schon LUDWIG angegeben hat. In unserer Figur

kommuniziert der rechte ventrale mit dem dorsalen Kanal, indem beide sich in den Genitalkanal öffnen.

Der mit Wimperfurchen versehene Abschnitt ist weiter von Wichtigkeit, da aus ihm der dorsale Kanal der Pinnulae entspringt, welcher die Wimpersäckchen an seiner dorsalen Wand trägt.

Zu bemerken ist noch, daß bei *A. Eschrichti* das alle diese Hohlräume auskleidende Epithel einen sehr wechselnden Anblick bietet. Erreicht es in den Wimperfurchen seine größte Entwicklung, so sind seine Zellen im dorsal gelegenen Abschnitt kleiner, mehr abgeplattet, während in den Verbindungskanälen zwischen den dorsalen und den ventralen Kanälen dasselbe aus abgeplatteten — wie es scheint — wimperlosen Zellen sich zusammensetzt.



*DK* Dorsalkanal; *VK* Ventralkanal; *GR* Genitalröhre; *A* mit Wimpersäckchen versehener Abschnitt des Dorsalkanales; *WG* Wassergefäß; *N* Nervenstamm.

2. Die Wimpersäckchen. Unter diesem Namen beschreibt LUDWIG in der dorsalen Wand des *Canalis dorsalis*, wie er die Fortsetzung der Leibeshöhle in die Pinnulae nennt, sackförmige Ausstülpungen, welche von einem Wimperepithel ausgekleidet werden. Sie stehen gruppenweise in jedem Pinnulaglied. Von der Fläche betrachtet, erkennt man die von einem gewulsteten Rande umgebenen kreisförmigen Öffnungen.

Ich habe diese kugligen Einstülpungen bei *A. rosac.*, *A. Eschrichti* und *Pentacrinus decorus* näher untersucht. Fig. 5 auf Taf. XII zeigt einen Schnitt durch das Wimpersäckchen von *A. Eschrichti*. Eine strukturlose Membran trennt das Säckchen von der Binde substanz *bg*, wie LUDWIG <sup>1)</sup> beschreibt. Im übrigen kann ich seiner Schilderung nicht beipflichten. Das Epithel, welches bei dieser Art das Organ auskleidet, besteht aus hohen Zellen und im Grunde aus abgeplatteten Zellen, an denen ich keine Wimpern

1) LUDWIG, Crinoiden, in: *Morpholog. Stud. an Echinodermen*, Bd. 1.

fand. LUDWIG bildet ab und beschreibt große blasige Zellen. Thatsächlich sind solche nicht vorhanden, es handelt sich vielmehr um solche niedrige Zellen, wie Fig. 5 zeigt. Im Umkreis der Öffnung, sowie im oberen Teil des Säckchens ist das Epithel stark verdickt, wie die mit der Camera gezeichnete Figur zeigt. Die Zellen sind nicht von cylindrischer Gestalt und tragen nicht den Kern alle in einer Höhe wie LUDWIG, abbildet, sondern sie sind mehr fadenförmig, und in einer Anschwellung, welche bald mehr der Basis, bald mehr der Peripherie genähert liegt, den ovalen Zellkern. Die langen Wimpern sitzen mit kurzen Fußstücken auf den Zellen.

In Figur 5 ist ein Wimpersäckchen dargestellt, welches eine große Öffnung besitzt. Es giebt aber solche, bei denen die Ränder näher aneinandergerückt sind, und dann das Organ ein kugliges Aussehen erhält. Am meisten zu einem abgeschlossenen Säckchen fand ich diese Organe bei *Actinometra parvicirra* entwickelt (Fig. 16, Taf. XII). Auch bei ihnen war der Bau ein gleicher. In der Tiefe niedrige, an den Seiten und der Mündung desto längere Wimperzellen. Die Säckchen sind 0,05 mm lang und 0,04 mm breit.

Bei *Pentacrinus decorus* sind sie ebenfalls vorhanden und bilden wohl abgeschlossene Säckchen.

Bei *Antedon rosacea* liegen sie ebenfalls in Trupps. Ihr Bau ist auch bei dieser Art derselbe, nur reichen die Wimperzellen tiefer hinab in die Grube, welche von wimperlosen, kubischen Zellen ausgekleidet ist. Am schönsten ausgebildet sind diese Organe bei *Actinometra solaris*. Sie liegen eng aneinandergeschmiegt in Reihen, so daß man auf einem Querschnitt durch eine Pinnula acht oder mehr der Länge nach durchschnitten antrifft. Es ist dann vom ursprünglich glatten Epithel des Darmkanales nichts mehr zu erblicken, indem Wimpersäckchen neben Wimpersäckchen seine Stelle einnehmen.

Wir haben in diesen Wimpersäckchen wohl vor allem Organe zu sehen, welche einer Fortbewegung der Leibeshöhlenflüssigkeit dienen.

LUDWIG hat auf die Synaptiden hingewiesen, deren Wimpertrichter sich diesen Wimpersäckchen an die Seite stellen lassen. Beide Gebilde erklärt derselbe für homolog und spricht die Hoffnung aus, daß man bei weiteren Untersuchungen auch bei anderen Echinodermen dieselben auffinden werde. Bisher ist dies nicht der Fall gewesen, und ich kann diesen Organen nur jene in der



Dorsalwand der Ophiurenarme verlaufende Wimperrinne an die Seite stellen. Dieselbe stellt eine wenig gebogene Rinne dar (vergl. die Abbildungen auf Tafel I), welche von Wimperzellen ausgekleidet wird, die sich durch ihre Gestalt, Kerne u. s. w. wenig von den Zellen der Wimpersäckchen unterscheiden. Jedenfalls liegt kein Grund vor, diese Organe mit ähnlichen bei den Würmern befindlichen zu homologisieren oder abzuleiten. Solche Gebilde wie diese Wimperorgane werden sich unabhängig voneinander in den verschiedensten Gruppen entwickelt haben.

### 3. Das sog. gekammerte Organ.

Haben wir schon bei Betrachtung des Nervensystems eine große Mannigfaltigkeit in den Ansichten der einzelnen Forscher kennen gelernt, so ist diese bei der Frage nach dem Bau und der Funktion des sog. gekammerten Organes fast eine noch größere. Ich denke aber, gestützt auf die Untersuchung vieler Gattungen in vorzüglich konservierten Exemplaren, eine Einigung der verschiedenen Ansichten herbeiführen zu können.

Den Bau dieses von HEUSINGER<sup>1)</sup> als „herzartiges Organ“ beschriebenen Teiles des Kelches kann man nur auf Längs- und Querschnitten untersuchen. Stellte dieser Forscher ebenso wie JOH. MÜLLER dasselbe noch als einen einfachen Hohlraum dar, so waren es GREEFF<sup>2)</sup> und W. B. CARPENTER<sup>3)</sup>, welche zeigten, daß dieser Hohlraum durch fünf radiär gestellte, in der Achse sich vereinigende Septa in ebensoviel einzelne Kammern zerfiel. GREEFF nennt diesen gekammerten Hohlraum schlechtweg Herz. In der Achse desselben verläuft ein Strang (Achsenstrang) nach der gemeinsamen Darstellung GREEFF'S und später LUDWIG'S<sup>4)</sup>, und in diesem Längskanäle. Höchst merkwürdig ist nun die Ansicht GREEFF'S über die Funktion dieser Hohlräume. Für ihn sind sie ein Herz und er läßt nun Blutflüssigkeit durch je eine ventrale (also der Mundöffnung zugekehrte) Öffnung in die Kammern

---

1) HEUSINGER, in: MECKEL'S Archiv 1876 und Zeitschr. f. organ. Physiol. 3. Bd.

2) GREEFF, Über den Bau und die Entwicklung der Echinodermen, 4. u. 5. Mitteil., 1876, in: Sitzber. d. Gesellsch. z. Beförd. d. gesamt. Naturw. z. Marburg.

3) W. B. CARPENTER, On the structure, physiology and Development of Antedon roseus, in: Proceed. Roy. Soc. 1876.

4) LUDWIG, Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 28, 1877.

gelangen. Diese Öffnungen hat CARPENTER<sup>1)</sup> ebenfalls beschrieben, gab ihnen aber eine andere Deutung, indem er ausführte, daß durch diese Öffnungen das sog. gekammerte Organ in Verbindung stehe mit der Leibeshöhle. Wie es sich hiermit verhält, zeige ich unter Hinweis auf meine Abbildungen weiter unten. Nach LUDWIG, welcher diese Öffnungen wiederfand, sollen sich an dieselben Kanäle anschließen, welche neben dem Achsenstrang eine Strecke herlaufen und mit den Kanälen des letzteren identisch sein sollen. Die Kanäle LUDWIG's habe ich überall wiedergefunden, sie setzen sich aber nicht fort in die Hohlräume des drüsigen Organes.

Der Achsenstrang (LUDWIG) setzt sich nach GREEFF, der ihn bald als dorso-ventralen Gefäßstrang bezeichnet, bald als dicken drüsenartigen Strang, bis zur Mundscheibe fort, indem er die Leibeshöhle in ganzer Ausdehnung durchzieht. In der Nähe der Mundscheibe löst er sich in ein Gefäßnetz auf, LUDWIG's Darstellung ist im großen Ganzen dieselbe.

Sehr eigentümlich wird der Ursprung der zu den Cirrhen führenden Gefäße geschildert, welche nach GREEFF<sup>2)</sup> teils „nicht aus dem Herzen, sondern aus dem das Herz durchsetzenden und ihm das Blut zuführenden dorso-ventralen Gefäßstrang“ entspringen, teils aber aus dem Grunde des Herzens hervortreten sollen. Nach LUDWIG gehen vom Achsenstrang die Cirrhengefäße ab, nachdem sie die Centrodorsalplatte durchsetzt haben. Der gleichen Meinung über den Ursprung der Cirrhengefäße sind VOGT und YUNG. Sie lassen die Gefäße von dem Achsenstrang, den sie als „Säule“ bezeichnen, nach allen Seiten ausstrahlen, an ihrem Ursprung unter sich anastomosieren, dann die Nervenmasse („Nervenkuchen“ nach VOGT u. YUNG) durchsetzen und in die Cirrhen eintreten. An allen diesen Beobachtungen ist etwas Richtiges. Was aber die Autoren bisher als Gefäße bezeichneten, sind keine solchen, sondern solide Stränge, welche in der Achse der Cirrhengefäße ihren Verlauf nehmen. Solche Stränge oder Quersepten in derselben werden von TEUSCHER<sup>3)</sup> und LUDWIG<sup>4)</sup> erwähnt, ohne daß der Ursprung derselben aufgeklärt worden wäre. Zu einer klaren Erkenntnis

---

1) W. B. CARPENTER, On the structure etc. 1876, in: Proc. Roy. Soc.

2) GREEFF, 5. Mitteilung, pag. 91.

3) TEUSCHER, Beitr. zur Anat. d. Echinod., 1. Comatula mediterranea, in: Jen. Zeitschr. f. Nat., Bd. 10, 1876.

4) LUDWIG, Beitr. z. Anat. d. Crinoiden, in: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 28, 1877.

dieser Verhältnisse eignet sich besser als die gewöhnlich untersuchte *Antedon rosacea* unter anderen *Actinometra pulchella*. Ehe ich zur eigenen Darstellung übergehe, will ich kurz daran erinnern, daß die das gekammerte Organ umhüllende Gewebsmasse den zentralen Teil des dorsalen Nervensystems darstellt, wie ich in Anschluß vornehmlich an W. B. und P. H. CARPENTER und MARSHALL in dem Kapitel über das Nervensystem geschildert habe.

Das gekammerte Organ stellt einen im Knopf gelegenen Hohlraum dar (*K* in Fig. 1 auf Taf. VII), welcher einen Durchmesser von ungefähr 0,5 mm besitzt. Dieser annähernd kuglige Hohlraum wird allseitig umhüllt von der Nervenfibrillenmasse, welche das Zentralorgan des dorsalen Nervensystems bildet.

Der kuglige Hohlraum zerfällt weiter in einzelne Abteilungen, welche auf folgende Weise entstehen.

In der Achse des Hohlraumes ist ein Strang aufgehängt, welcher die Fortsetzung des in dem Kelch gelagerten drüsigen Organes ist. Dieser Strang, welchen ich in seiner Zusammensetzung weiter unten schildere — in Fig. 1 auf Taf. VII (Längsschnitt durch das gekammerte Organ) mit *st* bezeichnet — wird in dem Hohlraum aufgehängt und an der Wandung befestigt durch fünf radienartig ausstrahlende Bänder. Auf diese Weise zerfällt das gekammerte Organ in fünf Abteilungen, wie ein Querschnitt durch dasselbe lehrt (vergl. Fig. 5 auf Taf. VII, *st* = Axialstrang, *b* Aufhängebänder oder Scheidewände).

Es stellt das gekammerte Organ nicht etwa, wie aus der bisherigen Darstellung hervorgehen könnte, einen allseitig geschlossenen Hohlraum dar, sondern es gehen zunächst von demselben fünf blind geschlossene röhrenförmige Hohlräume ab, welche neben dem axialen Strang verlaufen, ihm eng angeschmiegt, um bald blind zu enden, wie ich mit größter Sicherheit aussprechen kann. Fig. 1 auf Taf. VII zeigt diese röhrenförmigen Räume *h* — es sind zwei der Länge nach durchschnitten — während Fig. 6 und 7 zwei Querschnitte durch diesen Teil des Knopfes wiedergeben. Diese Fünfteilung des gekammerten Organes erstreckt sich bis zur Basis desselben. Nur tritt hier eine weitere Bildung in Verbindung mit dem Abgang der Cirrhengefäße hinzu.

Vergleicht man den Querschnitt durch den basalen Teil des gekammerten Organes, wie ihn von *Ant. rosac.* Fig. 3 auf Taf. VII wiedergibt, so gewahrt man in seinem Innern eine sternförmige

Figur, deren Zentrum den Achsenstrang, und dessen fünf Strahlen die Scheidewände, welche im oberen Abschnitt die Fünfkammerteilung bewirken, darstellen. Außerdem ist zwischen je zwei Strahlen ein Band ausgespannt, welches die Befestigung mit der Wandung des gekammerten Organes herstellt. Es verbinden sich nämlich die fünf Strahlen nicht mit der letzteren, sondern setzen sich in Gestalt abgeplatteter Bänder in die Cirrhengefäße fort, welche also nur an fünf Stellen aus dem gekammerten Organ entspringen, um, wie Fig. 3 zeigt, sich sogleich in Äste, gewöhnlich in drei, zu teilen.

Es entspringen die Cirrhengefäße somit in fünf Radien, aber nicht in einer Reihe, sondern in mehreren, wie ein Längsschnitt durch das gekammerte Organ von *Actinometra pulchella* (Fig. 2 Taf. VII) zeigt.

Cirrhengefäße nehmen auch ihren Ursprung im Zentrum der Basis. Das sind die das Centrodorsale durchziehenden und blind unterhalb des Epithels endenden Gefäße, welche zu rudimentären Cirrhen gehören würden.

Der der bisherigen Beschreibung zu Grunde gelegte Querschnitt, Fig. 3, stammt fast unmittelbar von der Basis des Organes her. Querschnitte, welche mehr ventralwärts (oralwärts) geführt sind (also zwischen Fig. 3 und Fig. IV), zeigen kompliziertere Bildungen, indem nämlich zwischen den fünf Strahlen Verbindungsbrücken eingetreten sind, so daß man auf dem Längsschnitt Bilder, wie in Fig. 2 ein solches wiedergegeben ist, erhält.

Fassen wir zusammen, so ergibt sich folgendes: Die Cirrhengefäße sind samt und sonders Fortsetzungen des gekammerten Organes. Das das Gefäßlumen derselben durchsetzende Längsband (vergl. den Querschnitt durch einen Cirrus, Fig. 9, Taf. VIII) ist bindegewebiger Natur und eine Fortsetzung der fünf unser Organ in fünf Abteilungen trennenden Scheidewände. Diese zunächst für *Actinometra pulchella* und *Antedon rosacea* geltenden Resultate sind für *Actin. paucicirra*, *A. parvicirra*, *Ant. Eschrichti* in gleicher Geltung.

Meine auf einer großen Anzahl von Schnittserien beruhende Angabe, daß die fünf oralen Fortsetzungen des gekammerten Organes blind enden, nachdem sie den Achsenstrang eine Strecke weit begleitet haben, steht mit den Angaben älterer Forscher in

Widerspruch. W. B. CARPENTER<sup>1)</sup> glaubt einen Zusammenhang dieser fünf Kanäle mit der Leibeshöhle konstatieren zu können, eine Ansicht, welcher LUDWIG<sup>2)</sup> widerspricht, indem er meint konstatieren zu können, daß die fünf — nach mir blind endenden Kanäle (*h* in Fig. 1, Taf. VII) — sich mit den im axialen Strang befindlichen „Kanälen“ „zur Bildung eines einzigen Organes zusammentreten“, welches er das „dorsale Organ“ nennt (drüsiges Organ).

Nach GREEFF's Darstellung sollen die Hohlräume des gekammerten Organes durch ventrale Ostien die Blutmasse aus seinem dorsoventralen Gefäßstrang empfangen. Daß sich zunächst diese Öffnungen in fünf Kanäle fortsetzen, hat GREEFF übersehen. Diese wurden erst von LUDWIG beobachtet, der sie aber in der angegebenen Weise deutete.

Mit GREEFF<sup>3)</sup> stimme ich vollständig überein, wenn er Cirrhengefäße aus dem gekammerten Organ entspringen läßt. Seine Beobachtungen bestätigend, führte ich sie weiter, indem ich zeigte, daß die Scheidewände in den Cirrhengefäßen sämtlich bis zum Achsenstrang sich verfolgen lassen und bindegewebiger Natur sind.

Eine andere Meinung hat LUDWIG vertreten. Nach ihm sollen die Cirrhengefäße Fortsetzungen der Gefäße des Achsenstranges sein. Er verneint also den Ursprung der Cirrhengefäße vom gekammerten Organ und läßt nur einzelne Gefäße aus diesem entspringen. Der Widerstreit der Meinungen läßt sich aber leicht erklären, wenn man die Abbildungen vergleicht — denn dann zeigt es sich, daß LUDWIG (Fig. 1 auf Taf. XV seiner Crinoiden) wohl nicht sehr gut erhaltenes Material zur Beobachtung gehabt hat und diesem die Schuld beizumessen ist.

Wenn GREEFF<sup>3)</sup> aber für die Cirrhengefäße, welche das Centro-dorsale in der Mitte durchsetzen und unterhalb des Rückenepithels enden, einen besonderen Ursprung annimmt — sie sollen aus seinem dorso-ventralen Gefäßstrange entspringen — so muß ich das vollständig bestreiten.

Außer GREEFF lassen die übrigen Forscher die Cirrhengefäße

---

1) W. B. CARPENTER, On the structure, physiology and development of *Antedon rosaceus*, in: Proc. Roy. Soc. Nr. 166, 1876. pag. 211, u. Nr. 169, 1876.

2) LUDWIG, Morph. Studien, 1. Bd., pag. 63.

3) GREEFF, Über den Bau der Crinoiden, in: Marburg. Sitzungsberichte, 1876, pag. 88—95.

wie LUDWIG vom Achsenkanal entspringen, indem sie annehmen, daß in diesen Kanäle verlaufen. So auch VOGT und YUNG, welche ihre Beschreibung auch durch Abbildungen — allerdings sehr mangelhafter Natur — zu belegen suchen.

---

Die Hohlräume des gekammerten Organes sind von einem Epithel ausgekleidet, welches auch die fünf Scheidewände überzieht, wie GREEFF<sup>1)</sup> u. a. beschrieben haben. Der größte Teil des Achsenstranges — dessen ausführliche Beschreibung im Zusammenhang mit dem drüsigen Organ folgt — besteht aus Binde-Substanz, ebenso wie diese die Scheidewände zusammensetzt. Das Epithel, welches sich in die Cirrhengefäße fortsetzt (Fig. 2, Taf. VII), besteht aus 0,005—0,004 mm hohen Zellen, welche dicht nebeneinander liegen und einen kontinuierlichen Belag herstellen.

Ihre Kerne färben sich tief dunkel mit Karmin u. s. w. Wimpern habe ich an diesen Zellen nie wahrgenommen, ebenso wie sie sich sonst, wenn auch nur sehr wenig, von den mehr abgeplatteten, den Coelombelag bildenden Zellen unterscheiden.

Die Scheidewände, welche jedes Cirrhengefäß in zwei Hohlräume trennt, sind wie die Scheidewände des gekammerten Organes, mit denen sie in Verbindung stehen, gebildet. Sie bestehen aus einer dünnen, bindegewebigen Lamelle, welche auf beiden Seiten von einem Zellenbelag bedeckt wird. Muskelfasern, wie sie GREEFF<sup>1)</sup> glaubt gefunden zu haben, habe ich in den Scheidewänden nicht beobachtet.

#### 4. Ist das gekammerte Organ ein Enterocoelraum?

Zunächst betone ich nochmals, daß unser zentraler Hohlraum nur mit den von ihm abgehenden Cirrhengefäßen in Verbindung steht, keinesfalls aber mit dem Enterocoel der Leibeshöhle. Ebenso wenig kann ich zugeben, daß eine Verbindung der fünf Räume mit dem drüsigen Organ besteht, wie LUDWIG und CARPENTER<sup>2)</sup> annehmen.

Es fragt sich nun, ob man berechtigt ist, das gekammerte

---

1) GREEFF, Über das Herz der Crinoiden, in: Marburger Sitzungsberichte, 1876.

2) CARPENTER, Report upon the Crinoidea collected during the voyage of Challenger, P. 1, in: Rep. Chall., V 11, P. 32, 1884.

Organ als einen nur beim erwachsenen Tier vom Enterocoel abgeschlossenen Teil anzusehen, wie etwa das Wassergefäßsystem für einen solchen zu gelten hat <sup>1)</sup>).

Das Epithel, welches die Hohlräume des gekammerten Organes auskleidet, hat viel Ähnlichkeit mit dem des Enterocoels, und es würde deshalb einer solchen Anschauung nichts im Wege stehen.

Zudem kommt noch, daß nach einer vorläufigen Mitteilung von BURY <sup>2)</sup> thatsächlich dieses gekammerte Organ nichts anderes als einen abgeschlossenen Teil der Leibeshöhle, des Enterocoels, darstellt.

---

#### Kapitel 4.

### Schizocoelräume und Blutlakunensystem.

Schizocoelräume, welche nicht echte Blutflüssigkeit, wie besonders die Darmlakunen, führen, sondern bei den bisher betrachteten Gruppen als Räume sui generis aufzufassen waren, findet man bei den Crinoiden ebenfalls vor.

Als solche Schizocoelräume führe ich auf die in den Tentakelfurchen verlaufenden, unterhalb des Nervenepithels gelegenen Hohlräume, welche sich um die Mundöffnung in Gestalt eines ringförmigen Raumes, wenn auch sehr selten, erkennen lassen.

In Fig. 10, Taf. X und Fig. 3, Taf. XI ist dieser in der Ambulacralfurche verlaufende Hohlraum quer durchschnitten. Wir haben ihn als Homologon der Perihämal- (Asteriden) und Perineuralkanäle (Echiniden, Ophiuren) zu betrachten, nicht aber als Blutlakune, denn es stehen diese Längskanäle nicht in Verbindung mit dem Blutlakunensystem. Während weiter das letztere eine gerinnbare, leicht färbbare Flüssigkeit führt, trifft man in den Schizocoelkanälen nur sehr selten eine geronnene Flüssigkeit. Meist ist ihr Inhalt vollständig klar und wasserhell, wie der der Leibeshöhle.

Diese Kanäle sind bereits früher gesehen und als Blutgefäße beschrieben worden. LUDWIG <sup>3)</sup> nennt sie radiäre Blutgefäße

---

1) Vergl. Vorl. Mitteilung. z. Morph. d. Echiniden, Nr. 8, pag. 4, in: Sitzungsberichte d. med.-nat. Ges., Jena 1886, Heft 2 und 3.

2) BURY, in: Proc. Roy. Soc., Bd. 43, 1887.

3) Crinoiden, Morpholog. Studien, Bd. 1, 1877.

(Nervengefäß), und auch noch bei P. H. CARPENTER<sup>1)</sup> finden wir diese Hohlräume dem Blutlakunensystem zugezählt.

VOGT und YUNG<sup>2)</sup> bestreiten nachdrücklich die Existenz eines solchen Gefäßes bei *Anted. rosac.* An einer anderen Stelle<sup>3)</sup> wird hervorgehoben, daß Lücken vorkommen, welche ein Nervengefäß vortäuschen, und in Fig. 279 wird unser Hohlraum auch abgebildet.

Es fragt sich nun: ist derselbe ein konstantes Gebilde, welches durch den Arm bis zu seiner Spitze sich verfolgen läßt als einlumiger Kanal, oder aber, wie VOGT meint, zu einem Lückensystem gehört. Letzteres ist nun vollständig zurückzuweisen. Immer ist der Schizocoelkanal einlumig, wo er auftritt, oder aber er fehlt ganz. Daß man aber nicht von einem Nervengefäß sprechen darf, darin stimme ich mit VOGT und YUNG überein<sup>4)</sup>.

Bei den verschiedenen Arten fand ich folgendes. Bei *Anted. rosac.* tritt der Schizocoel-Längskanal in den Armen als konstantes Gebilde auf. Er kann an einzelnen Stellen geschlossen sein, dann wird dies aber durch die Kontraktion der Muskulatur des Wassergefäßes in der Tentakelrinne bewirkt. Sobald nämlich dieses Wassergefäß durch seine Quermuskeln eine Verengung erfahren hat, kann der Schizocoelraum verschwinden. Dann ist das Ambulacralepithel der Tentakelrinne nicht so bogenförmig gestaltet wie in Fig. 10, Taf. IX, sondern seine Oberfläche bildet eine gerade Linie. Daß außerdem hierbei auch die Bewegung der Arme, ob dieselben mehr nach der Ventral- oder nach der Dorsal-seite gebogen sind, mit in Betracht kommt, ist leicht zu erkennen.

Während bei dieser Art der Längskanal als ovaler Hohlraum von geringer Größe auf dem Querschnitt auftritt, hat er bei *Anted. Eschrichti* einen Durchmesser von 0,1 mm. Auf dem Querschnitt durch den Arm ist der Hohlraum schlitzförmig bis kreisrund, je nach der Kontraktion der Muskulatur des Wassergefäßes. Der Schizocoelkanal zeigt bei dieser großen Art ein Endothel aus abgeplatteten, 0,01 mm großen Zellen, deren Kerne in

---

1) P. H. CARPENTER, *Challenger-Crinoiden*, 1884.

2) VOGT und YUNG, *Lehrbuch etc.*, pag. 545, 1886.

3) pag. 572.

4) Auch P. H. CARPENTER hat seine Meinung geändert, wie er mir persönlich im April dieses Jahres mitteilte. Er ist geneigt, diesen Hohlraum als Schizocoelraum anzusehen, welcher mit den Blutgefäßen nicht in Verbindung steht.



das Lumen hervorragen. Damit ist bewiesen, daß es sich nicht um zufällige Lücken in der unterhalb des Nervenepithels liegenden Binde substanzschicht handelt, sondern um einen bleibenden Hohlraum.

Einen zweifelhaften Schizocoelkanal hat man in dem Genitalkanal zu sehen, welcher die Genitalröhre umschließt. Dieser Kanal ist bei den übrigen Echinodermen unzweifelhaft ein Schizocoelraum, und daß er es auch bei den Crinoiden ist, dafür könnte folgendes sprechen: Seine Auskleidung ist ein abgeplattetes Endothel, dessen Zellen an Größe und Aussehen den Binde substanzzellen gleichen. Teilweise kommt eine endotheliale Auskleidung überhaupt nicht zustande und ist schwach entwickelt. Jedenfalls sind diese Zellen aber streng zu unterscheiden von den Zellen, welche die Dorsalkanäle der Arme auskleiden. Gegen seine Natur als Schizocoelraum spricht die Einmündung der Porenkanäle (s. oben) und die Kommunikation derselben mit den Hohlräumen der Leibeshöhle. Ich gestehe, daß, solange nicht entwicklungsgeschichtlich seine Entstehung bekannt geworden ist, ein sicheres Urteil nicht möglich ist. Sollte sich aber herausstellen, daß es ein Schizocoelkanal ist, so ständen dann bei den Crinoiden Enterocoel und Schizocoel in Zusammenhang und wären beim erwachsenen Tier nicht wohl zu unterscheiden.

Das Blutlakunensystem ist sehr hoch entwickelt, indem man stets abgegrenzte Räume vorfindet, in welche die Blutflüssigkeit eingeschlossen ist. Es sind aber sämtliche Blutlakunen nichts anderes als Lücken und Spalträume in der Binde substanz der Bänder und Mesenterien der Leibeshöhle, welche untereinander in Verbindung stehen. Alle diese den Darmtraktus gleichsam umspinnenden Lakunen besitzen den gleichen Bau. Da die einzelnen, die Leibeshöhle durchsetzenden Stränge und Bänder meist einen geringen Durchmesser besitzen, und die Lücken in der Binde substanz derselben, in denen eben die Blutflüssigkeit sich bewegt, ungemein erweitert sein können, so bleibt schließlich von dem Strang nichts weiter übrig als eine dünne Hülle, welche die Lakune umhüllt. Ein Querschnitt durch eine Blutlakune (Fig. 16, Taf. XI) zeigt nach außen die Epithelschicht, die alle Organe, welche in der Leibeshöhle liegen, überzieht, das Coelomepithel. Nach innen von dieser trifft man auf eine bald sehr dünne, bald etwas stärkere Binde substanzschicht, in welcher sogar Zellen mit Fasern auftreten können. Ein eigentliches Endothel habe ich nicht gefunden. Man

kann diese Binde substanzschicht, deren Zellen bei *A. Eschrichti* hier und da eine abgeplattete Gestalt zeigen, als Endothel nicht in Anspruch nehmen, wie verschiedene gethan haben, da die Zellen niemals eine vollständige Auskleidung des Lumens bilden.

Ich finde die Blutlakunen bei *Antedon* gerade so wie bei *Actinometra* und *Pentacrinus* gebaut.

Über die Anordnung der Lakunen läßt sich folgendes aussagen: Um den Schlund lagern, denselben umgreifend, eine Masse von Blutlakunen kleinster Art (Fig. 10, Taf. VIII). Dieses Netzwerk von Lakunen ist bei *Anted. rosac.* ebenso deutlich ausgebildet wie bei den Arten der Gattung *Actinometra*. Die geronnene, fein granulirte und selten mit Zellen versehene Blutflüssigkeit tritt in dem Capillarnetze durch ihre hellrosa Färbung (nach Karminbehandlung) schön hervor. Sie gleicht in ihren Reaktionen dem Blute der übrigen Echinodermen.

CARPENTER<sup>1)</sup> hat diesen Teil des Lakunensystems als labial plexus beschrieben. Bei VOGT und PERRIER wird er als „schwammiges Gewebe mit verzweigten Gefäßen“ beschrieben. Eine besondere Art des Bindegewebes liegt aber hier nicht vor, welche einen solchen Namen rechtfertigen könnte.

Untersucht man den Verlauf der Lakunen auf Horizontalschnitten durch den Kelch, so kann man noch eine Reihe von immer wiederkehrenden Lakunen feststellen. So findet man bei *Anted. rosac.*, daß an gewissen Stellen kreisförmig verlaufende große Lakunen auftreten, so ungefähr oberhalb der Kelchmitte.

Der Durchmesser einer solchen Lakune beträgt 0,1 mm. Sie verläuft halbkreisförmig, das drüsige Organ umfassend, zwischen diesem und der äußeren Darmwindung. Weiter kann man im oberen Kelchtheile gleichgroße, zirkulär verlaufende Lakunen finden, welche stärkere Äste nach allen Seiten in unregelmäßiger Weise abgeben.

Die Lakunen der Leibeshöhle stehen in Zusammenhang mit der Darmwandung. Dies geschieht in der Weise, daß die Stränge und Bänder der Leibeshöhle, in deren Hohlräumen die Blutflüssigkeit verläuft, in die Wandung des Darmes übergehen, indem sich ihre Binde substanzschicht in die der Darmwandung fortsetzt Dasselbe ist für die epitheliale Bekleidung der Fall.

Man kann — wenn auch selten — die Blutflüssigkeit in der

---

1) P. H. CARPENTER, Challenger-Crinoiden, P. 1.

Bindesubstanzschicht des Darmes, welche stets sehr gering entwickelt ist, nachweisen.

Eine Fortsetzung der Lakunen der Leibeshöhle in die Arme ist nicht vorhanden. Die sogenannten Radialgefäße sind, wie ich bereits auseinandersetzte, nicht Blutlakunen und stehen mit diesen in keiner Verbindung.

Ein Zusammenhang der Blutlakunen mit dem drüsigen Organ ist insofern vorhanden, als die bindegewebige Wandung desselben sich in die der Stränge und Bänder fortsetzt, in denen die Blutflüssigkeit zirkuliert.

Somit kann ich nur einen Teil des von den früheren Forschern beschriebenen Blutgefäßsystems als solches gelten lassen, welches homolog ist den Darmlakunen der Asteriden, Echiniden und Holothurien. Es zeigt eine gleich hohe Entwicklung wie das der letzten Gruppe.

Das gekammerte Organ hingegen zum Blutgefäßsystem hinzuzählen, wie es GREEFF<sup>1)</sup> und LUDWIG thaten, geht nicht an. Die Hohlräume, welche das sogenannte gekammerte Organ bilden, sind Teile der Leibeshöhle, und die typische Blutflüssigkeit findet sich niemals in denselben, sondern allein in den Lakunen, Lücken der Bindesubstanzschicht der die Leibeshöhle durchziehenden Stränge und Septen.

Ebensowenig dürfen wir mit LUDWIG das drüsige Organ (Dorsalorgan LUDWIG'S) als Zentralorgan des ganzen Blutgefäßsystems auffassen, eine Ansicht, welcher übrigens auch noch CARPENTER<sup>2)</sup> und VOGT und YUNG<sup>3)</sup> sich anschließen. Auf die modifizierten Ansichten der letzteren Forscher sowie diejenigen von PERRIER komme ich weiter unten zu sprechen.

### **Der Zusammenhang zwischen Blut- und Wassergefäßsystem und der Leibeshöhle.**

Eine Ansicht, welche mit den Thatsachen in vollstem Widerspruch steht, ist von PERRIER<sup>4)</sup> und VOGT<sup>5)</sup> aufgestellt worden. Nach diesen Forschern stehen die Blutlakunen einerseits mit den Peritonealhöhlen (Enterocoel) und andererseits mit dem Wasser-

---

1) Über den Bau der Crinoiden, in: Marburger Sitzber. 1876.

2) Challenger-Crinoiden.

3) Lehrb., p. 564 u. a. St.

4) Comptes rendus, 1884, Bd. 98.

5) a. o. O., p. 561, p. 551.

gefäßsystem in Verbindung, somit ist auch die Flüssigkeit, welche in diesen Systemen zirkuliert, kaum verschieden. Die Aufnahme von Meerwasser denken sie sich in folgender Weise: Durch die Kelchporen gelangt dasselbe in das Blutgefäßsystem, indem die Kelchporen in die Lakunen einmünden (gegenteilige Angaben von LUDWIG, CARPENTER und mir siehe oben). Nachdem nun, fährt VOGT fort, die Flüssigkeit überall da, wo das Gefäßsystem ausgebildet ist, zirkuliert hat, wird sie durch die Hydrophorröhren (Steinkanäle) aufgenommen, welche also in die Gefäße münden (s. oben), um in das Wassergefäßsystem befördert zu werden. „So wird zwischen dem umliegenden Meerwasser und dem inneren Wassergefäßsysteme eine Verbindung hergestellt, welche nicht, wie LUDWIG, P. H. CARPENTER u. a. behauptet haben, sozusagen direkt durch die Vermittelung der allgemeinen Körper- oder Peritonealhöhle allein hergestellt wird. Ganz im Widerspruche damit geschieht die Verbindung mittelst des Gefäßsystems, das vom gekammerten und vom Dorsalorgane, vom Mesenterium und vom schwammigen Gewebe abhängt. Da dieses Gefäßsystem mit der Peritonealhöhle in offener Verbindung steht, so erhält diese letztere von jenem die Flüssigkeit, welche sie erfüllt.“

Es handelt sich hier nicht um Behauptungen, wie VOGT und YUNG meinen, sondern um die Thatsachen, welche jeder, der unbefangen und mit der Technik vertraut ist, sofort bestätigen muß<sup>1)</sup>. Die Hohlräume der Leibeshöhle stehen in Verbindung mit dem Meerwasser durch die Kelchporen, diese münden weder bei Antedon, noch Actinometra und Pentacrinus in das Blutlakunensystem, welches allein durch die mit dem Darm zusammenhängenden, die typische Blutflüssigkeit führenden Hohlräume der Septen und Stränge der Leibeshöhle repräsentiert wird, sondern in die Leibeshöhle. Das Wassergefäßsystem steht in keinem Zusammenhang mit dem Blutgefäßsystem. Die Steinkanäle öffnen sich bei den drei Gattungen in die oberflächlichen Räume der Leibeshöhle. Das gekammerte Organ mit den Kanälen, welche in die Cirrhen führen, sind als Teile der Leibeshöhle anzusehen, welche beim jungen Tier mit derselben noch in Kommunikation stehen, und haben mit den echten Lakunen nichts zu thun.

Damit bestreite ich natürlich nicht, daß die Flüssigkeit, welche in der Leibeshöhle der Crinoiden angetroffen wird, vielleicht als

---

1) P. H. CARPENTER hat in seinen Challenger-Crinoiden einen Teil der PEBBIE'schen Angaben bereits zurückgewiesen, p. 404, Note D—F.

Ernährungsflüssigkeit zu gelten hat und bei den Echinodermen die Blutflüssigkeit der Darmlakunen die Nahrungsstoffe vom Darm in erster Linie aufnimmt, eine Ansicht, welche für die Anneliden von WIREN<sup>1)</sup> ausgesprochen worden ist.

---

## Kapitel 5.

### Das drüsige Organ (Anted. rosac.)

(Dorsalorgan).

Der Achsenstrang, welcher das gekammerte Organ in seiner Achse durchsetzt, tritt ventralwärts aus demselben heraus und setzt sich als eine unregelmäßig geformte Masse in Gestalt eines Stranges in die Leibeshöhle des Kelches fort. Diese Fortsetzung, welche von GREEFF als „ein sehr merkwürdiger Drüsenapparat“ angesehen wurde, liegt nicht im Zentrum des Kelches, sondern seitlich und läßt sich zwischen den Darmschlingen gelagert bis in die Nähe der Mundöffnung verfolgen. Der Strang endet, wie später zu beschreiben ist, blind. Ich werde nun im Folgenden eine genaue Darstellung des feineren Baues dieses Organes geben und seinen Zusammenhang mit Blutlakunen besprechen, um daran die Meinungen anzuschließen, welche man bisher über die Funktion sowie den Bau dieses Organes, wie über sein Verhältnis zum gekammerten Organ aufgestellt hat.

Der Bau des Dorsalorganes in der Leibeshöhle.

Das Organ wird allseitig umhüllt von dem Coelomepithel, dessen Zellen bald kubisch, bald mehr abgeplattet sind. Macht man einen Querschnitt durch unser strangförmiges Organ oberhalb des gekammerten Organes, so erhält man ein Bild, wie es Fig. 4 auf Taf. IX wiedergiebt. Eine Reihe von querdurchschnittenen Schläuchen liegen in einer gemeinsamen Bindesubstanz, welche letztere vom Coelomepithel begrenzt wird. Je weiter nun die Querschnitte, welche man untersucht, der Ventralseite zu liegen, desto mehr durchschnittene Schläuche trifft man an, bald der Quere, bald auch der Länge nach durchschnitten. Bis zur ungefähren Mitte des Organes nimmt die Zahl der Schläuche zu, und hat dasselbe somit seinen größten Durchmesser, um dann an Umfang mehr und mehr abzunehmen. Hängen nun alle diese

---

1) WIREN, Beiträge zur Anatomie u. Histologie d. limivoren Anneliden, in: K. S. V.-A. H., Bd. 23, Stockholm 1887, pag. 47.

Schläuche miteinander zusammen? Es ist diese Frage nicht leicht zu entscheiden. Längsschnitte zeigen, daß dieselben seitliche kurze, blind geschlossene Äste treiben und daß der größere Teil derselben der Länge nach verläuft. Einzelne Schläuche können zusammen von der Hauptmasse austreten und so kann das ursprünglich einen Strang darstellende Organ in mehrere zerfallen. Dabei werden die einzelnen Äste ebenfalls vom Coelomepithel überzogen. Fig. 5 auf Taf. IX giebt einen Teil eines Querschnittes bei stärkerer Vergrößerung. Die einzelnen Schläuche werden von einem ungefähr 0,04 mm hohen Epithel ausgekleidet, welches aus cylindrischen Zellen sich zusammensetzt, welche dicht gedrängt stehen. Diese Zellen besitzen einen granulierten Inhalt und färben sich sehr stark. Der kreisrunde, bläschenförmige Kern liegt in der Basis der Zelle. Das Lumen der Schläuche ist bald weit, wie in der Figur, bald eng, und oft erfüllt mit einer geronnenen hellen Flüssigkeit. Die Bindesubstanz, in welcher alle diese Schläuche liegen, besteht aus der hellen Grundsubstanz, welche keinerlei Verkalkungen zeigt, und spindligen wie sternförmigen Zellen, deren Ausläufer wirr durcheinanderziehen. Wie ich schon hervorhob, nimmt der Umfang unseres Organes nach der Ventralseite (Oralseite) zu ab und die letzten Schläuche enden blind. Es lassen sich nun in nächster Nähe dieses Organes Blutlakunen verfolgen, welche eng mit demselben zusammenhängen, so am ventralen Ende. Daß jedoch die Blutflüssigkeit aus diesen Lakunen direkt in die Lumina der Schläuche einträte, davon kann nicht die Rede sein. Sie kann höchstens in der Bindesubstanz des Organes ihren Verlauf nehmen, doch habe ich sie auch hier nicht beobachten können. Das dorsale Ende des drüsigen Organes ist der Achsenstrang, welcher bei der Schilderung des gekammerten Organes erwähnt wurde.

Indem das drüsige Organ mehr und mehr an Umfang abnimmt, verschmächtigt es sich zu einem dünnen Strange; in dieser Gestalt tritt es in das gekammerte Organ ein (Fig. 1, Taf. VII, von *Actinometra pulchella* dargestellt). Querschnitte durch diesen Endteil ergeben, daß die Zahl der Schläuche nur noch eine sehr geringe ist und nach der Dorsalseite zu sich noch vermindert (vergl. Fig. 4 u. 5, Taf. VII). Die Schläuche sind sehr eng und besitzen eine Epithelauskleidung, welche sich von derjenigen unterscheidet, welche wir in den in der Leibeshöhle gelegenen Schläuchen kennen gelernt haben. Die Epithelzellen sind niedriger, beinahe abgeplattet oder kubisch wie Fig. 12 auf Taf. IX zeigt.

Es läßt sich auf lückenlosen Schnittserien feststellen, daß diese zuletzt in der Vier- oder Fünffzahl vorhandenen engen Kanälchen blind enden — ein Resultat, welches mit dem von LUDWIG u. a. gewonnenen in Gegensatz steht. Wie ich oben beschrieben habe, sind die Cirrhengefäße nicht als Fortsetzungen dieser Kanälchen anzusehen, sondern entspringen samt und sonders aus dem gekammerten Organ. Während nun aber LUDWIG u. a. annehmen, daß das letztere nichts anderes sei als fünf periphere Kanälchen oder Schläuche des drüsigen Organes, welche zum gekammerten Organ anschwellen, glaube ich mich überzeugt zu haben, daß sich diese Darstellung nicht halten läßt, wir vielmehr im gekammerten Organ einen Teil der Leibeshöhle vor uns haben.

Fassen wir kurz zusammen, so stellt sich das drüsige Organ dar als gleichsam in eine Kapsel von fasriger Binde substanz eingehüllt, welche im Innern die eigentliche Substanz in Lappen trennt, indem dieselbe sich in das Innere der Drüse zwischen die eigentliche Substanz derselben hineinerstreckt und so diese in Lappen und in Alveolen zerlegt. Die Drüsenbläschen welche von der Gerüstsubstanz umhüllt werden, sind kürzere oder längere Röhren, bald flaschenförmig, bald keulenförmig und teilweise verästelt. Einen Ausführgang besitzt dieses Organ nicht (siehe unten).

---

Die verschiedenen Ansichten, welche man über den Bau und die Funktion dieses Organes gehabt hat, sind in Kürze folgende: GREEFF <sup>1)</sup> vermutete in ihm einen Drüsenapparat, welchen er als dorsoventralen Gefäßstrang beschreibt, und glaubte, daß das Blut desselben den Skeletteilen zur Ernährung diene. Nach LUDWIG <sup>2)</sup> haben wir dieses Organ als Zentralorgan des Blutgefäßsystems anzusehen. Der feinere Bau desselben war ihm jedoch unbekannt geblieben, erst VOGT und YUNG <sup>3)</sup> und vorher PERRIER haben ihn geschildert. Nach diesen Forschern setzt sich dasselbe zusammen aus Höhlungen oder kurz gewundenen Schläuchen, welche gegen die Achse des Organes geöffnet sein sollen. Große körnige Zellen kleiden dieselben aus. „Die Eigenhaut“, fahren sie fort, auf deren

---

1) GREEFF, Über das Herz der Crinoiden.

2) LUDWIG, Morpholog. Studien an Echinodermen. Bd. 1. Crinoiden.

3) VOGT und YUNG, Lehrbuch der prakt. vergl. Anatomie. 9. Liefrg. 1886.

Innenfläche die Zellen liegen, ist im Innern gefaltet und gerunzelt, und je nachdem die Ränder der Falten sich berühren oder verschmelzen, erhält man den Anschein von Schläuchen oder nur von kürzeren oder längeren Schläuchen.“ Da nun diese Schläuche strahlig in schiefer Richtung um die „leere Achse des Organes“ gestellt wären, so sähe man sie auf Schnitten bald als Kreise, bald als Schläuche. Das ganze Organ lassen sie von einer wasserhellen Eigenhaut umgeben sein und dem Coelomepithel. Diesen Angaben gegenüber kann ich die meinigen nur aufrecht halten. Dieses Organ weiter als einen Teil des Gefäßsystemes anzusehen, wie es VOGT und YUNG thun, dafür liegen meiner Ansicht nach keine Gründe vor, und ist auch PERRIER <sup>1)</sup> einer anderen Meinung. Für die Crinoiden hat dieser Forscher nachgewiesen, daß die Genitalröhren bei der jungen Comatula in Zusammenhang stehen mit dem drüsigen Organ. Nach seinen Angaben reicht dasselbe beim jungen Tier bis in die Nähe des Mundes, wo es hakenförmig endet. In diesem Haken traf er großkernige Zellen (Urkeimzellen), und von dieser Stelle aus wachsen in die sich entwickelnden Arme Knospen aus, welche die Anlage der Genitalröhren bilden. PERRIER betrachtet nun das drüsige Organ als den Stolo eines sterilen Individuums, welcher in den Pinnulae — den Geschlechtstieren — reift. Kann ich mich nun der letzten Ansicht aus entwicklungsgeschichtlichen wie vergleichend-anatomischen Gründen nicht anschließen, so habe ich schon früher zu der Meinung, daß das drüsige Organ der Asteriden (Echiniden) in Zusammenhang steht mit den Genitalröhren, Material beigebracht. Ich fand, daß die letzteren mit Zellen — Urkeimzellen — erfüllt waren, welche ganz den Zellen glichen, welche im drüsigen Organ sich finden, und daß die Genitalröhren in direktem Zusammenhang mit letzterem stehen. Reifen bei den Crinoiden die Urkeimzellen in den Pinnulae, so geschieht dies bei den Asteriden in den Interradien, die Reifungsstätten bezeichnet man bei ihnen als Geschlechtsorgane.

---

1) Lehrb. d. prakt. vergl. Anat., 10. Lieferung, pag. 577, 1887, u. Sur le développement de l'appareil vasculaire et de l'appareil génital des Comatules, in: Comptes rendus, T. 6, Nr. 7, 1885.

---



## Kapitel 6.

### Die Genitalröhren und die Reifungsstätten in den Pinnulae.

#### 1. Die Genitalröhren und ihre Urkeimzellen.

Bereits früher<sup>1)</sup> habe ich mich, wenn auch nur kurz, über die Genitalröhren der Crinoiden geäußert. Damals lag es mir vor allem daran, den Nachweis zu erbringen, daß allen Echinodermen-Gruppen Genitalröhren zukommen, in denen sich Urkeimzellen finden, welche nur an bestimmten Orten derselben zu den Ei- und Samenzellen sich differenzieren.

Bei allen Gruppen fand ich Kanäle, eben die Genitalröhren, welche in Bindegewebssepten liegen, in deren Lücken und Spalten die Blutflüssigkeit sich ausbreitet.

Nachdem ich nun die Crinoiden nach den verschiedensten Richtungen untersucht habe, finde ich, daß bei ihnen die Verhältnisse etwas komplizierter liegen als bei den übrigen Gruppen. Konnte ich bei diesen nachweisen, daß die Genitalröhren mit den Lakunen in einem Schizocoelraum lagern, so ist bei den Crinoiden, wenigstens den erwachsenen, der Nachweis mit Sicherheit nicht zu erbringen. Weiter kann ich nach Durchmusterung aller meiner Präparate auch nicht das Vorkommen von Blutflüssigkeit in der Umgebung der Genitalröhren behaupten.

#### a) Lagerung der Genitalröhren in den Armen.

Die Genitalröhren der Arme sind in ihrem Bau und Verlauf besonders von LUDWIG<sup>2)</sup> eingehend geschildert worden.

Zwischen den drei Fortsetzungen der Leibeshöhle in die Arme, welche in Figur 2 auf Taf. XI mit *C* (Dorsalkanal), *C*<sup>1</sup> und *C*<sup>2</sup> (Ventrankanäle) bezeichnet sind, liegt in der Mitte zwischen diesen dreien in der hier verdickten Scheidewand derselben ein Längshohlraum, der Genitalkanal, welcher eine Röhre vorstellt, und in diesem liegt der Genitalschlauch, welcher wiederum die Genitalröhre einschließt. In Fig. 9, Taf. XII, ist der Genitalkanal mit *GK*, der Genitalschlauch mit *GS* und die Genitalröhre mit *GR* bezeichnet. Den Hohlraum des Genitalschlauches hat LUDWIG

1) HAMANN, Die wandernden Urkeimzellen und ihre Reifungsstätten bei den Echinodermen, ein Beitrag zur Kenntnis des Baues der Geschlechtsorgane, in: Zeitschr. für wiss. Zool., Bd. 46, 1887.

2) LUDWIG, Morpholog. Stud., Bd. 1. Crinoiden.

als Blutgefäß beschrieben. Wie ich schon hervorhob, zirkuliert in demselben bei anderen Echinodermen thatsächlich Blutflüssigkeit. Bei den Crinoiden habe ich sie nie wahrgenommen, auch keinen Zusammenhang mit den Blutlakunen der Scheibe aufgefunden.

Die Genitalröhre liegt nach LUDWIG's Beschreibung und Zeichnung <sup>1)</sup> im Zentrum des Schlauches durch Muskelfäden aufgehängt. Ich habe weder bei *Anted. Eschrichti* noch *rosac.* diese Befestigung wahrgenommen. Die Genitalröhre lag der Wandung des Schlauches an (Fig. 8 und 9). Dies scheint das regelmäßige Verhalten zu sein. Sie besteht nach LUDWIG aus großen Zellen, welche das Lumen bis zur Unkenntlichkeit verengen. Das sind die Urkeimzellen. Aus ihnen gehen in den Pinnulae Eier und Samenzellen hervor.

Ich finde den Bau des Genitalschlauches komplizierter gebaut, als er von LUDWIG geschildert ist. Zunächst ist die Epithelschicht zu erwähnen, welche ihn rings umhüllt. Die Kerne dieser Zellen liegen dicht bei einander, so daß es erscheint, als ob gar keine Zellsubstanz vorhanden wäre (vergl. Fig. 9 *e*<sup>1</sup>, Taf. XII). Die Wandung soll unterhalb dieser Epithelschicht nach LUDWIG längsgefaserter sein, und in Abständen Ringsmuskelfasern lagern. Diese letzteren muß ich in Abrede stellen, während ich eine dünne Lage Bindesubstanz erkenne, der ein Epithel aufliegt, das den Hohlraum des Schlauches ankleidet, auch über die Genitalröhre sich erstreckt (Fig. 8 und Fig. 9, Taf. XII).

Der Genitalschlauch selbst wird durch spindlige Zellen im Genitalkanal *GK* aufgehängt, wie dieselben Figuren zeigen.

Die Zellen in den Genitalröhren sind amöboid, gegenseitig sehr oft so dicht gedrängt gelagert, daß ihre Grenzen unkenntlich geworden sind. Sie messen, wie LUDWIG für *Anted. Eschrichti* angegeben hat, 0,08 mm. Ihr Plasma ist fein granuliert. Der kuglige, große Kern tritt sehr deutlich hervor.

Auf die Beschreibung von VOGT und YUNG einzugehen, halte ich für überflüssig, da schon die Abbildungen zeigen, daß das Material zu feinerer Untersuchung nicht tauglich war.

#### b) Die Genitalröhren im Kelch.

Bisher sind die Genitalröhren mit den Genitalschläuchen im Kelch unbeobachtet geblieben. Man hat sie in denselben zwar eintreten sehen, aber nicht weiter verfolgen können.

---

1) Taf. XIII, Fig. 3 und 4.

An geschlechtsreifen, erwachsenen *Anted. rosac.*, welche in Alkohol konserviert, in Chromsäure entkalkt und mit neutraler Karminlösung gefärbt waren, gelang es mir leicht, die Genitalschläuche im Kelch zur Ansicht zu bekommen. Es verlaufen die fünf Schläuche nach ihrem Eintritt in den Kelch nach wie vor in einem Hohlraum, welcher aber mit den übrigen Räumen der Leibeshöhle in Verbindung steht, wie es (Fig. 14 auf Taf. XI) schon bei seinem Verlauf in den Radialien der Fall ist.

Die Genitalschläuche liegen zwischen dem ventralen Integument und den Darmwindungen und treten zur Bildung eines unregelmäßigen Pentagons zusammen. Vertikalschnitte durch den Kelch lassen streckenweise Teile dieses annähernd ringförmig verlaufenden Genitalschlauches erkennen.

Der Genitalschlauch hat einen geringeren Durchmesser als in den Armen, er mißt nur 0,02 mm, während die Genitalröhre 0,01 mm dick ist. Diese letztere ist kreisrund auf dem Querschnitt, wie Fig. 7, Taf. XII zeigt. Der Bau des Schlauches ist sich gleich geblieben. Wir erkennen das Epithel, den inneren Zellenbelag, wenn auch weniger entwickelt, wieder und die großen Urkeimzellen. Einen Längsschnitt, tangential zum Geschlechts-pentagon, giebt Fig. 6 auf Taf. XII. Dieselben Spindelzellen wie in den Armen (Fig. 9) bewirken auch hier die Anheftung des Genitalschlauches in den ihn umgebenden Hohlraum. Die Genitalröhre selbst ist nur an zwei Stellen vom Schnitt getroffen worden.

Somit vereinigen sich bei den Crinoiden ebenso, wie ich dies für die Asteriden und Echiniden nachgewiesen habe, die Genitalschläuche im Kelch, und es fragt sich nun, ob sie in Verbindung stehen mit dem Ende des drüsigen Organes. Ich habe sie bis in die nächste Nähe desselben verfolgt; einen Übergang etwa des einen Organes in das andere nicht beobachtet. Daß aber ein gewisser Zusammenhang mit diesem Organ von PERRIER bei jugendlichen Tieren beobachtet worden ist, darauf habe ich schon vorhin kurz aufmerksam gemacht.

## 2. Die Reifungsstätten der Urkeimzellen in den Pinnulae.

Wie wir sahen, sind die Genitalröhren mit Zellen erfüllt, welche als Urkeimzellen zu bezeichnen<sup>1)</sup> sind und welche an

---

1) HAMANN, Die wandernden Urkeimzellen und ihre Reifungsstätten bei den Echinodermen, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 46, 1887.

bestimmten Orten — bei den Crinoiden in Seitenanhängen der Arme, den Pinnulae — sich weiter differenzieren.

Die Pinnulae rekapitulieren bekanntlich den Bau der Arme, indem sich Nerven, Wassergefäß, Leibeshöhle von den Armen aus in dieselben fortsetzen. Der Übergang des Genitalschlauches mit der Genitalröhre in eine Pinnula läßt sich aus Fig. 3, Taf. XI leicht verfolgen. Der Schnitt hat den Arm durchquert, die Pinnula infolgedessen der Länge nach getroffen. Die Bezeichnungen in der Figur sind dieselben wie in Fig. 2 derselben Tafel. Mit *G* ist der Genitalschlauch mit Röhre bezeichnet, er setzt sich in die Pinnula fort und schwillt hier an, *H*. Dieser Buchstabe bezeichnet den Teil des Genitalschlauches, welcher die reifenden Urkeimzellen birgt. Der Genitalschlauch ist, wie LUDWIG dies bereits geschildert und abgebildet hat, ungemein angeschwollen, und die reifenden Urkeimzellen haben die Genitalröhre ausgedehnt, welche jetzt dem Schlauche eng anliegt. Ihr Lumen ist entweder mit den reifenden Spermazellen oder den Eizellen erfüllt. Der Hohlraum endlich, in welchem der Genitalschlauch liegt, kann von letzterem ganz ausgefüllt sein, so daß er kaum noch erkennbar ist.

Im einzelnen sind die Verhältnisse aber verwickelter, als wie es bisher der Fall zu sein schien. Wie Taf. XII, Fig. 3 (Querschnitt durch eine Pinnula von A. Eschr.) zeigt, liegen die aus den Urkeimzellen sich bildenden Eizellen peripher, die reifen Eier aber im Zentrum. Nach LUDWIG stellt nun das ganze Gebilde, dessen Wandung in der Figur mit *GS* bezeichnet ist, die Genitalröhre vor, welche sich (vergl. Fig. 9 *GR*, Genitalröhre) so ungemein vergrößert hat, daß sie den Hohlraum des Genitalschlauches verengt hat.

Die Stadien, welche LUDWIG (Taf. XIII, Fig. 10) und VOGT (a. s. O., p. 575, Fig. 285) abbilden, zeigen uns die sich aus den Urkeimzellen differenzierenden Eizellen, der Wandung des Genitalschlauches anliegend. Sie werden von einem Follikel-epithel umhüllt, welches von den der Eizelle nächstgelegenen Zellen gebildet wird. Dieser Angabe kann ich nicht beipflichten. Ein Follikel-epithel, wie es den Holothurien zukommt, finde ich nicht bei den Crinoiden, da der Zellenüberzug nur gelegentlich auftritt.

In einem weiteren Stadium treffe ich bei *A. rosac.* im Genitalschlauch überhaupt kein Lumen mehr an; er ist vollständig solid geworden und wird von den großen Eizellen, die anfangs noch ihr Keimbläschen zeigen, erfüllt; an der Peripherie lagern noch hier und da jüngere, kleine Eizellen, während unentwickelte

Zellen, welche wohl aus den Urkeimzellen, die sich nicht weiter entwickelten, hervorgegangen sein mögen, zwischen ihnen liegen.

Ein Außenepithel, welches das ganze solide cylindrische Gebilde umhüllt, ist stets wahrnehmbar. Es besteht aus abgeplatteten Zellen.

### 3. Die Reifung der Eier von *Anted. Eschrichti*.

Sobald die Eier ausgewachsen sind, geraten sie in den zentralen Hohlraum und füllen diesen oft ganz aus. Fig. 3 auf Taf. XII zeigt solche reife Eier, welche bei A. Eschr. einen Durchmesser von 0,3 mm haben. Eine Dotterhaut hebt sich um dieselben durch dunklere Färbung ab. Prüfen wir nun diese Eier weiter, so finden wir, daß sie ihr Keimbläschen verloren haben, und daß an Stelle desselben ein 0,01 mm großer, kugliger Eikern von homogenem Aussehen liegt (Fig. 4<sup>a</sup> *ek*). Weiter liegen der Ei-peripherie auf zwei Richtungskörperchen, welche sich mit Karmin dunkler färben als der Eikern. Das zweite Körperchen besitzt eine ovale Gestalt und zeigt mehrere Chromatin Körnchen. Es sitzt der Peripherie mit seiner Längsachse senkrecht auf.

Somit reifen die Eier vor ihrem Austritt aus der Pinnula, sind also sofort fähig, befruchtet zu werden. Die Angabe von VOGT und YUNG<sup>1)</sup> ist damit zurückzuweisen. Diese Forscher beschreiben, daß bei *A. rosac.* das Ei noch mit dem Keimbläschen versehen, also im unreifen Zustande austritt. Die Richtigkeit dieser Beobachtung wird schon durch die Mitteilung von JICKELI<sup>2)</sup> in Frage gezogen, welcher beschreibt, daß geschlechtsreife Individuen, welche Eier und Samen austreten lassen, eine Kopulation ausführen, indem sie sich mit ihren Armen umschlingen. Es erfolgt also die Verschmelzung von Ei und Samenzelle unmittelbar nach ihrer Entleerung, das Ei muß aber, um befruchtet zu werden, reif sein, d. h. die Richtungskörper gebildet haben.

### 4. Die Genitalöffnungen.

Die Frage nach den Genitalöffnungen ist noch nicht gelöst. TEUSCHER<sup>3)</sup>, welchem wir die Kenntnis der männlichen Öffnungen verdanken, nimmt an, daß die weiblichen durch Ruptur der Wan-

---

1) VOGT und YUNG, a. o. O., pag. 574.

2) JICKELI, a. o. O.

3) TEUSCHER, Beiträge z. Anat. d. Crinoiden, in: Jen. Zeitschr., Bd. 10, 1876.

dung der Pinnula entstanden seien, eine Meinung, welcher sich LUDWIG<sup>1)</sup> nicht anschließt, vielmehr diese Frage unentschieden läßt. Nach VOGT und YUNG sollen die Eier vielleicht durch Dehiscenz austreten, doch drücken sie sich sehr vorsichtig aus. Aus diesen Angaben geht vor allem das Eine hervor, daß die weiblichen Öffnungen immer erst nach dem Austritt der Eier beobachtet wurden. Bis zu dieser Zeit trifft man keine Öffnungen, wohl aber sind die Orte für dieselben vorgebildet. Fig. 3, Taf. XII zeigt an zwei gegenüberliegenden Stellen der Seitenwände Hervorragungen der Pinnulawandung. Zugleich ist die Wandung an diesen kuppelförmig hervorgestülpten Stellen sehr verdünnt.

Diese bei Oberflächenbetrachtung durch ihre Lage leicht erkennbaren präformierten Ausführgänge lassen später die Eier austreten, sobald die Reifung sämtlicher Eier vollendet ist. Dann erfolgt durch den Druck derselben die Öffnung und Ruptur der verdünnten Wand. Ich zweifle nicht, daß auch bei *A. rosac.* dieselbe Entstehung der Ausführgänge sich wird feststellen lassen.

Die männlichen Ausführgänge sind an den gleichen Stellen der Spermazellen produzierenden Pinnulae gelegen. Abbildungen derselben finden sich bei TEUSCHER und LUDWIG<sup>2)</sup>.

---

## Kapitel 7.

### Die Muskulatur und die Bindesubstanz.

Es sind nur wenige Angaben vorhanden, welche sich mit dem Bau der Muskelfasern beschäftigen. Die älteren Forscher haben sich darauf beschränkt, die Anordnung und das Vorhandensein von Muskeln genau zu beschreiben, so vor allem JOH. MÜLLER und W. B. CARPENTER<sup>3)</sup>. LUDWIG bereicherte unsere Kenntnisse durch einige den feineren Bau berührende Beobachtungen, während JICKELI in einer vorläufigen Mitteilung sich über dieselben äußerte.

---

1) LUDWIG, Crinoiden, Morph. Studien, Bd. 1, pag. 38.

2) LUDWIG, Taf. XVIII, Fig. 45, Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 28.

3) W. B. CARPENTER giebt bereits im Jahre 1866 (Phil. Trans. Pl. 43, Fig. 4) eine gute Abbildung der Muskelfasern, indem er auch den länglich-ovalen, peripher gelagerten Kern gesehen hat. Daß seine Deutung zu jener Zeit eine andere sein mußte, als sie jetzt ist, ist selbstverständlich.

Immerhin stehen bisher genauere Untersuchungen und Abbildungen noch aus, so daß die folgenden Resultate eine Lücke auszufüllen imstande sind.

Nach LUDWIG<sup>1)</sup> bildet die Muskelfaser ein schmales, langes Band, welches an den Enden unbedeutend verbreitert ist. Die einzelnen Fasern sind nicht verästelt und haben die Länge des ganzen Muskelbündels. An jeder Faser wird ein Kern beschrieben, welcher derselben außen aufliegt. Eine feinere Struktur wurde an den Fasern nicht beobachtet. Weiter wurden von LUDWIG die Fäden, welche sich in den Wassergefäßen quer ausspannen und deren Lumen durchsetzen, als Muskelfäden angesprochen. Auf diese wie andere Angaben komme ich nochmals zu sprechen.

Ich teile — nach Untersuchung der Muskulatur sowohl bei *Antedon*, *Actinometra* und *Pentacrinus* — dieselbe ein in drei verschiedene Gruppen.

Ich unterscheide:

- 1) die Epithelmuskelzellen, welche nur im Wassergefäßsystem auftreten;
- 2) glatte, längsgestreifte Muskelfasern, welche denen der übrigen Echinodermen gleichen und epithelialen Ursprungs sind;
- 3) kontraktile Spindelzellen, wie solche ausschließlich in den Cirrhen und sodann in den Armen als Antagonisten der unter 2 genannten Muskulatur auftreten.

### 1. Die Epithelmuskelzellen.

In der Wandung der Wassergefäße — Ringkanal wie Verzweigungen — treten Muskelfasern auf, welche parallel zur Achse der Gefäße verlaufen, oder aber sich quer durch das Lumen ausspannen. Diese letzteren Fasern wurden von PERRIER<sup>2)</sup> zuerst beschrieben; ihre Natur jedoch weder von ihm noch von TEUSCHER<sup>3)</sup>, welcher sie später schilderte, erkannt, bis LUDWIG<sup>4)</sup> dieselben als Muskelfäden besprach.

Die Muskelfäden der Wandung hängen, wie ich zuerst mich bei *Anted. rosac.* überzeugte, noch zusammen mit den das Lumen

---

1) a. o. O., Crinoiden, pag. 40.

2) Recherches sur l'anatomie et la régénération des bras de la *Comatula rosacea*, in: Arch. zool. expér. et gén., Bd. 2, 1873.

3) Beiträge zur Anatomie der Echinodermen, 1. *Comatula mediterranea*, in: Jen. Zeitschr. f. Naturw., Bd. 10, 1876.

4) Crinoiden, pag. 16.

des Wassergefäßsystems auskleidenden Epithelzellen. Tangential-schnitte durch die Wandung eines Gefäßes, auf welchen man auch das Epithel mitsamt den Muskelfäden in der Flächenansicht erhält, zeigen ein Bild, wie es in Fig. 12 auf Taf. VII wiedergegeben ist. Es hat zunächst den Anschein, als ob sämtliche Epithelzellen eine spindlige Gestalt besäßen. In Wahrheit jedoch — davon überzeugt ein Querschnitt durch ein Wassergefäß, Fig. 10 auf Taf. IX — sind die Epithelzellen kubisch, und lassen sich die Grenzen der Zellen gegeneinander streckenweis deutlich feststellen. An der Basis hat der Zelleib jedoch in der Richtung der Achse des Wassergefäßes eine Muskelfaser ausgeschieden, und auf diese Weise ist das Flächenbild in Fig. 12 zu erklären. Die einzelnen Muskelfäden besitzen keine bedeutende Länge, wie an den quer das Lumen durchziehenden unschwer festzustellen ist. (Fig. 10, Taf. IX.)

Die Länge dieser queren Fäden beträgt bei *Ant. rosac.* 0,02—0,03 mm. Auch diese Muskelzellen machen einen spindligen Eindruck. In Wahrheit liegt aber die Muskelzelle seitlich, was aber bei der Kleinheit des Objekts wenig hervortritt. (Fig. 12, Taf. VII.) Denselben Bau der Muskelzellen fand ich besonders gut bei *Ant. Eschrichti* vor.

LUDWIG'S Beschreibung der quer aufgespannten Muskelfäden stimmt mit der meinigen vollkommen überein, nur seine Deutung ist eine andere. Er beschreibt, wie an jedem Muskelfaden ein Kern liegt, welcher „von der Seite gesehen über den sonst geradlinigen Kontur des Fadens merklich“ hervorspringt, glaubte aber, daß dieser „Kern“ auf einen dünnen Epithelüberzug der Fäden zu beziehen sei. Da ich nun auch die übrigen Muskelzellen der Wandung als epitheliale erkannt habe, so ist eine andere Deutung wohl nicht mehr möglich.

Man findet die queren Muskelfäden oder Muskelzellen in den verschiedensten Zuständen der Kontraktion. Sie können an einzelnen Stellen so stark kontrahiert sein, daß ihre Länge kaum die Hälfte der oben angegebenen Größe beträgt. Dann ist das Gefäß dementsprechend verengt. Sowohl diese queren als auch die Muskelzellen in der Wandung sind an ihren Enden zugespitzt, wie Klopfpräparate von entkalktem Material erkennen lassen.

## 2. Die glatten längsgestreiften Muskelfasern.

Die Bewegung der einzelnen Armglieder geschieht in erster Reihe von diesen an Spirituspräparaten bräunlich erscheinenden



Fasern. Auf Querschnitten durch die Arme, welche zwischen je zwei Glieder geführt sind, treten sie sofort in die Augen (Fig. 3 auf Taf. XI, Schnitt durch einen Arm und eine Pinnula, *M* Muskulatur). Je zwei solcher Muskelmassen, welche als Ventralmuskeln der Arme bezeichnet werden können, treten zwischen je zwei Armen auf. Ihre eigentümliche Gestalt kann man am besten auf dorsoventralen Längsschnitten durch den Arm erkennen.

Die einzelnen Muskelfasern färben sich mit Karmin tief dunkel und treten deutlich hervor, da die Bindesubstanz vollständig ungefärbt erscheint. Ihre Gestalt läßt sich an Querschnitten durch die Arme bereits feststellen. Auf solchen sieht man, daß die einzelnen Fasern von bandförmiger Gestalt sind (Fig. 8, Taf. XI) und in Gruppen angeordnet stehen. Es kann die Anzahl der Fasern, welche kreisförmig um ein Zentrum gelagert sind, eine sehr verschiedene sein. Bei *Anted. Eschrichti* ist die Zahl meist sehr groß. Zwischen den einzelnen Muskelfasergruppen erkennt man die Bindesubstanz, welche in ihrer glasig-hellen Grundsubstanz nur hier und da Zellen erkennen läßt. Auch der zentrale Raum wird von letzterer erfüllt. Weiter lassen sich die Nervenfibrillen deutlich in der bindegewebigen Grundsubstanz in ihren Verzweigungen erkennen.

Wie aus der Figur 8 hervorgeht, stoßen die Muskelfasern mit ihren Breitseiten eng aneinander, während die zu ihnen zugehörigen Kerne meist nach innen gelagert sind. Zerzupft man einen Teil eines ventralen Armmuskels, so erhält man die einzelnen Muskelfasern leicht in Zusammenhang, wie Fig. 6 auf Taf. XI wiedergibt. Zerzupft man solche Fasern weiter, so zerfallen sie leicht in eine Anzahl feinerer, dünner Fäserchen. Dieser Zerfall entspricht einer an der lebenden Muskelfaser schwach wahrnehmbaren Längstreifung.

Die Bildungszelle der Muskelfaser ist bis auf den Zellkern verschwunden. Man überzeugt sich jedoch leicht, daß einer Faser nicht nur ein, sondern vielmehr mehrere Zellkerne zukommen, welche in annähernd gleichen Abständen den Fasern außen aufliegen und eine länglich-ovale Gestalt haben (Fig. 6 *b*, Taf. XI). Bei *Anted. Eschrichti* sind diese Kerne sehr groß (Fig. 8), während sie bei *Anted. rosac.* schwächtiger und kleiner sind (Fig. 9, Taf. XI).

Die größte Stärke der Muskelfasern beträgt bei schwacher Kontraktion 0,05 mm, die Länge des Kernes 0,04 mm (*Anted. rosac.*).

### 3. Die spindligen Muskelfasern.

Als Antagonisten der ventralen Armmuskeln treten uns eigentümliche Fasergruppen entgegen, welche mit den in den Cirrhen vorkommenden Fasern übereinstimmen.

Diese Fasern sind durch ihr Aussehen bereits in frischem Zustande von den soeben beschriebenen Muskelfasern zu unterscheiden, da ihnen die diesen zukommende dunkle bräunliche Farbe fehlt.

Den Cirrhen, den beweglichen Ranken des Kelches, welche an ihren Spitzen große, gekrümmte Haken tragen, kommt diese Art von Muskulatur allein zu.

Die in Chromsäure entkalkten, mit neutraler Karminlösung gefärbten und dann geschnittenen Arme lassen diese dorsal gelagerten Muskelfasern, welche streng parallel zu einander verlaufen, als gefärbte Masse hervortreten. Sie sind einen Ton heller gefärbt als die ventrale Muskulatur, aber von den eigentlichen Bindsbstanzfibrillen, welche sich gar nicht oder kaum merkbar tingieren, sofort zu unterscheiden.

Haben wir aber überhaupt diese Fasergruppen als echte Muskelfibrillen zu bezeichnen und nicht als elastische Fasern? Neuere Untersucher sprechen sie einfach als dorsale Muskelfasern an, wie VOGT, ohne jedoch eine Begründung zu geben oder aber den Bau zu schildern.

Was mich dazu führt, diese Fasern als muskulös in Anspruch zu nehmen, ist folgendes. Ihr Bau, den ich sofort zu beschreiben habe, stimmt ganz überein mit den in den Cirrhen auftretenden Fasern, und diese sind unzweifelhaft muskulös. Wir sehen, wie sich die Ranken mit Hilfe dieser Fasern bewegen, krümmen und sich mit ihren scharfen Krallen an Gegenständen festzuhalten imstande sind. Auch an den Schnittpräparaten sehen wir die verschiedensten Kontraktionszustände vor uns. JOH. MÜLLER<sup>1)</sup> hat diese Fasern als Interarticularsubstanz bezeichnet, indem er den Cirrhen jede Muskulatur absprach, wie er auch die dorsalen Muskelgruppen der Arme nur als Gelenknähte auffaßt.

JICKELI hat in der schon mehrfach citierten vorläufigen Mitteilung den Cirrhen Muskelfasern zugeschrieben und diese ebenfalls als Spindelzellen geschildert. Seine weiteren Angaben aber über Schrägstreifung kann ich ohne Abbildungen nicht verstehen.

1) JOH. MÜLLER, in: Abhandl. d. Berl. Akad. 1841.

Isoliert man die dorsalen Muskeln, so erhält man Fasern, wie sie Fig. 7 auf Taf XI zeigt. Die Fasern sind bis 0,4 mm und darüber lang und sind kontraktile Faserzellen. Die Zelle ist an zwei Polen spindlig ausgezogen und an den Enden pinselförmig zerfasert, was bei den braunen glatten Dorsalfasern nicht der Fall war. In den Cirrhen sind diese Faserzellen kleiner, wie Fig. 10 auf Taf. XI erkennen läßt, welche isolierte Cirrhen-Muskelfasern von *Anted. rosac.* wiedergiebt. In Fig. 5 ist ein Querschnitt durch einen Cirrhus gezeichnet, welcher durch die Muskulatur — deren Lage auch aus dem Längsschnittbild in Fig. 4 sich erkennen läßt — hindurchgeht. Außer den mit *qu* bezeichneten, der Länge nach verlaufenden Fasern finden sich an den Seiten schräg verlaufende, deren Bau jedoch derselbe ist.

Die einzelnen Faserzellen sind zumeist zu Bündeln vereinigt, wie Fig. 11, Taf. XI zeigt. An ihren Enden strahlen sie wie die dorsalen Fasern der Arme pinselförmig aus. Bei *Actinometra pulchella* können diese Muskelfasern in den Armen eine Länge von 0,5 mm, in den Cirrhen von 0,2 mm erreichen.

Ob man die Fasern in den Syzygien — das sind die Nahtverbindungen, welche zwei Armglieder an Stelle der Muskulatur verbinden können — ebenfalls für muskulös erklären will oder nicht, das hängt gänzlich vom Belieben ab. Eine strenge Grenze zwischen elastischer Faser und kontraktiler Spindelzelle kann ich nicht auffinden. Natürlicher erscheint es mir aber, wenn man die Armnähte als nur aus elastischen<sup>1)</sup> Fasern bestehend ansieht, denen allerdings ein gleicher Bau zukommt wie den kontraktile Faserzellen.

#### 4. Die Bindesubstanz.

An denjenigen Stellen, an welchen Kalkplatten sich in der Intercellularsubstanz entwickelt haben, erhält man nach Entfernung derselben die Bilder, welche uns aus der Untersuchung der Ophiuren, Asteriden bekannt sind. Wir können diese Modifikation der Bindesubstanz mit HAECKEL als Chlatrialgewebe bezeichnen. Es zeigt sich bei den Crinoiden in verschiedener Ausbildung. Im einen Fall wird das Netzwerk von wenigen mit einander eng verbundenen Fibrillen gebildet, wobei dieselben als Fortsätze von sternförmigen Zellen, welche in den Knotenpunkten des Maschenwerkes liegen, anzusehen sind. Im anderen Fall ist

---

1) Vergl. JOH. MÜLLER, Über den Bau des *Pentacrinus caput medusae*, Abhandl. d. Berl. Akad. 1841.

das Netzwerk sehr entwickelt, und die Lücken, in denen der Kalk abgelagert war, sind von geringer Ausdehnung. Dann lassen sich die Fibrillen in der unverkalkt gebliebenen Grundsubstanz leicht nachweisen, indem sie bald diese ganz verdecken, bald nur in geringer Menge vorhanden sind.

Am besten läßt sich der Zusammenhang der Fibrillen mit Zellen in der Wandung des Enddarmes nachweisen. In der gallertartigen Grundsubstanz, welche mehr oder weniger fein granuliert erscheint, liegen spindlige und sternförmige Zellen. Ihre Fortsätze strahlen nach den verschiedensten Seiten durch die Grundsubstanz und treten an einzelnen Punkten in Verbindung untereinander. Sobald die Fibrillen in einer Richtung parallel zu einander verlaufen, erhält das Gewebe, wenn die Fibrillenmasse zunimmt, eine knorpelähnliche Konsistenz, wie teilweise die innere Schicht der Cutis dies erkennen läßt.

Amöboide Plasmazellen sind bei allen Formen vorhanden und an einzelnen Punkten zahlreich angehäuft. Bei *Antedon Echrichi* treffen wir in den Armen 0,01 mm große Zellen an, welche bald einen, bald mehrere Fortsätze zeigen, bald mehr kuglig gestaltet sind. Ein kreisrunder Kern von 0,002 mm Größe liegt in der gekörnten Zellschubstanz. Bei *Anted. rosac.* färbt sich die Zellschubstanz nicht, sondern läßt nur ein Netzwerk erkennen, in welchem der tief tingierte Kern liegt. Diese Angaben gelten für mit Alkohol konservierte und 14 Tage in Chromsäure von  $\frac{1}{2}\%$  entkalkte Tiere. In der Umgebung des dorsal gelagerten Teiles des mesodermalen Nervensystems treten sie zahlreich auf.

Pigmentzellen, wie frei gelagertes Pigment in Körnchen tritt in der Cutis wie an den verschiedensten anderen Stellen auf.

An dieser Stelle will ich die „kugeligen Körper“ oder *Sacculi* besprechen, jene Gebilde, über deren Wert wir noch immer im Unklaren sind. Sie finden sich nach W. B. CARPENTER, und ich kann dies bestätigen, allein bei der Gattung *Antedon* vor. Neuerdings haben VOGT und YUNG die Meinung ausgesprochen, daß diese Gebilde parasitär seien, niedere Algen. Mir machen sie vielmehr den Eindruck, als handle es sich um ein amorphes Sekret. Dafür spricht auch die verschiedene Gestaltung. Bald liegt eine Anzahl kugliger Ballen eng aneinander, von denen jeder wieder in kleinere Kugeln, oder ovale Körperchen zerfallen kann. Entfernt man diese Exkretballen, so bleibt ein Hohlraum in der Bindesubstanz zurück, welcher von einer Membran ausgekleidet

wird. Die Untersuchung am frischen Material kann allein die Funktion dieser Ballen erkennen lassen.

---

Eine eigentümliche Modifikation der Bindesubstanz finde ich bei Actinometra. CARPENTER<sup>1)</sup> spricht von Hohlräumen in der Bindesubstanz der Pinnula. In Fig. 4, S. 113 und Fig. 5, S. 121 bildet er dieselben ab. Es handelt sich nun nicht um leere Hohlräume, sondern vielmehr um Zellenanhäufungen von eigentümlicher Gestalt.

Im Kelch von Actinometra pulchella treten auf der Rückenseite wie an den Seiten der Arme, auch unterhalb des Epithels des After-Schornsteines Zellenklumpen auf, als helle, mehr oder weniger eiförmige Gebilde. Diese Zellen, welche zu etwa fünf bis mehr zusammenliegen, trifft man unmittelbar unter dem Körperepithel, wie Fig. 14 auf Taf. XII zeigt. Die einzelne Zelle stellt eine Blase dar, welche eine dünne Membran besitzt, in welcher die Zellsubstanz eingeschlossen ist. Erfüllt wird die Zelle von einer wasserklaren Flüssigkeit, welche nicht tingierbar ist. Ein kugliger Zellkern liegt mehr oder weniger zentral von wenig Plasma umgeben, welches sich in Gestalt von Pseudopodien nach der Wandung erstreckt und die Anheftung des Kernes besorgt. Eine isolierte Zelle aus einem Klopffpräparat zeigt Fig. 18. Die Wandung erscheint an solchen isolierten Zellen oft stark gefaltet.

Solche Zellhaufen, deren Bedeutung mir noch unklar ist, treten in der Wandung der Pinnulae bei sämtlichen untersuchten Actinometra-Arten auf. Bei der Gattung Antedon habe ich vergeblich nach diesen Zellen gesucht, welche an die sogenannten chordaähnlichen Knorpelzellen der Coelenteraten erinnern. Vielleicht kommt ihnen eine ähnliche Funktion wie diesen Zellen, welche in der Achse der Tentakeln gelegen als Antagonisten der Längsmuskelfasern wirken, indem sie vornehmlich die Ausstreckung des Tentakels besorgen.

---

## Kapitel 8.

### Der Darmtraktus.

Der Darmtraktus ist in seinem Verlaufe wie feineren Bau öfter geschildert worden, so daß ich nur da, wo ich neue Daten hinzuzufügen habe, auf denselben näher eingehen werde.

---

1) P. H. CARPENTER, Challenger-Crinoiden P. 1.

Das Epithel, welches den Darmtraktus auskleidet, setzt sich an der Mundöffnung wie am After in das Körperepithel fort. Es ist nicht im ganzen Verlauf des Darmes dasselbe, wie VOGT und YUNG meinen, sondern im Afterdarm ist der Bau ein anderer.

Auf Längsschnitten durch die Mundöffnung sieht man, wie das Epithel der Wimperfurchen sich direkt in den Schlund fortsetzt. Es besteht aus 0,1 mm langen, haarförmigen Zellen, deren Kerne bald peripher, bald mehr in der Mitte, oder in der Basis der Zellen gelegen sind. Eiförmige, 0,01 mm lange Becherdrüsen, deren Inhalt ungefärbt bleibt, liegen peripher, während eine Nervenfibrillenschicht an der Basis der Zellen verläuft, wie Fig. 11, Taf. VIII zeigt. Isoliert man Zellen dieses Schlundepithels, so sieht man, daß die senkrecht die Nervenschicht durchsetzenden Fasern basale Fortsätze derselben sind, welche bis daher im Gegensatz zu den übrigen Zellen als Stützzellen anzusprechen sind. Die basalen Fortsätze der zweiten Zellform sind viel feiner, reißen leicht ab und verhalten sich im übrigen wie die Nervenfibrillen, zwischen denen sie sich verfolgen lassen.

Unterhalb dieser Epithelschicht liegt eine kaum wahrnehmbare Lage von Bindesubstanz, und hierauf im Schlund eine gut entwickelte Ringmuskelschicht und das denselben überziehende Coelomepithel. Die Muskelschicht ist nur im Anfangsteil des Schlundes erkennbar, wo das Epithel wulstförmig in das Lumen hervorspringt.

Die Nervenschicht nimmt, je tiefer man im Darne herabsteigt, an Ausdehnung ab und läßt sich im Enddarm mit Sicherheit nicht mehr nachweisen.

Die Zellen des gesamten Darmtraktus, ausgenommen die Afterröhre, flimmern. Eine Cuticula findet sich nicht, es sitzen aber die einzelnen Wimpern mit kurzen Fußstücken den Zellen auf.

Wären die Muskelfibrillen im Anfangsteil des Schlundes in mehreren Schichten zur Bildung eines kräftigen Sphinkter angeordnet, so trifft man sie in Form einer einzigen Lage im übrigen Darm an. Bei *Anted. rosacea* ist sie schwer wahrnehmbar, bei den größeren Arten gelingt dies jedoch leicht. Bei *Actinometra pulchella* u. a. ist der Darm aus denselben Schichten aufgebaut und zeigt in seinen verschiedenen Windungen keine Abweichungen. Eine besondere Erwähnung verdient der Endabschnitt, der Afterdarm, oder wie er genannt, die Afterröhre, welche schornsteinartig sich auf der Oberfläche des Kelches erhebt.

Fig. 1, Taf. XII zeigt einen Längsschnitt durch die Afterröhre. Dieselbe stellt einen Cylinder dar, welcher in der ungefähren

Mitte bauchig erweitert ist. Die Wandung bietet einen absonderlichen Anblick, indem sie durchbrochen erscheint. Es kommt aber dieses eigentümliche Bild dadurch zustande, daß bei der Bildung der Afterröhre sich nicht nur der Darm, sondern auch die Körperwandung beteiligt, indem dieselbe schornsteinartig emporgehoben den Darm in sich schließt. Am Ende des Gebildes geht die Wandung des letzteren über in die Körperwand.

Die Afterdarmwandung ist mit der Körperwand durch in regelmäßigen Abständen abgehende bindegewebige Stränge oder Septen verbunden. Diese haben sämtlich eine bestimmte Anordnung und Bau, und so kommt das Bild zustande, wie es von *A. rosac.* Fig. 1 wiedergibt. Bei anderen Arten dieser Gattung wie bei *Actinometra (pulchella)* ist die Bildung eine gleiche, so daß das Folgende für alle Crinoiden Geltung hat.

Die Afterwandung. Sie besteht aus denselben Schichten wie der übrige Darm, nur sind dieselben anders entwickelt. Zunächst ist das Epithel nur in der unteren Hälfte mit Wimpern versehen, während diese im übrigen Teil fehlen. Während nun aber die Epithelschicht, welche den Afterdarm auskleidet, an Höhe abnimmt, je näher man der Afteröffnung kommt, desto gewaltiger nimmt die Binde substanzschicht zu.

Die Epithelschicht unterscheidet sich im Endteil durch nichts von dem gewöhnlichen Körperepithel, in welches dasselbe auch an der Afteröffnung übergeht. Die Zellen lassen sich schlecht von der Binde substanz trennen, während dies bisher im übrigen Darm möglich war. Becherdrüsen sind in reicher Menge vorhanden.

Selbst wenn der Darm vollständig ausgestreckt ist, zeigt er in seiner Wandung Wülste, welche als Längswülste von der Öffnung an bis etwa zur Hälfte des Enddarmes sich verfolgen lassen.

Die Binde substanzschicht zeigt bei einem Durchmesser von 0,1 mm spindlige und sternförmige Zellen, die nach allen Seiten die Grundsubstanz durchziehen. Verkalkungen finden sich in ihr bei *Anted. rosac.* nicht vor.

Die Muskelschicht ist in Gestalt eines kräftigen Sphinkters entwickelt. Fig. 2 auf Taf. XII zeigt einen Längsschnitt durch die Darmwandung. Die einzelnen Stränge, welche die Verbindung zwischen derselben und der Körperwand herstellen, bestehen in ihrer Achse aus Binde substanz, welche sich einerseits mit der Cutis, andererseits mit der Schicht von Binde substanz zusammenhängt, welche nach außen von der Ringmuskulatur in der Darmwandung lagert.

Die Körperwandung, welche den Afterdarm wie eine Röhre umgibt, zeigt bei unserer Art keine Verkalkungen in ihrer Bindesubstanzschicht. Ihre Schichten gehen an der Afteröffnung in die der Darmwandung über.

Nervenzüge ziehen von dem mesodermalen oralen Nervensystem und zwar von den Seitennerven der Wassergefäße aus und treten in die Bindesubstanzschicht der Afterröhre ein, um hier teils die Haut, teils die Muskulatur zu versorgen.

---



### III. Teil.

#### Allgemeiner Teil.



## Kapitel 1.

### Kurze Zusammenfassung einzelner Resultate.

#### 1. Ambulacral-Nervensystem.

Allen Echinodermengruppen kommt ein Nervensystem zu, welches in Gestalt eines Gehirnringes und einer Anzahl (fünf oder mehr) Nervenstämmen als ambulacrales Nervensystem bezeichnet wird. Es liegt dasselbe bei den Asteriden und Crinoiden dauernd in dem Ektoderm, während bei Echiniden, Holothurien und Ophiuren seine Lagerung eine andere ist. Wir finden dasselbe in der Cutis, meist von besonderen Hohlräumen, Schizocoelräumen umgeben.

Bei den Asteriden ist das Epithel, das in den Ambulacralrinnen der Arme liegt, verdickt und setzt sich zusammen aus Sinneszellen (Epithelsinneszellen) und Epithelstützzellen. Zwischen den senkrechten basalen Fortsätzen dieser Zellen verlaufen — in den Armen longitudinal, um die Mundöffnung ringförmig — die Nervenfibrillen mit ihren Ganglienzellen.

In derselben Weise finden wir bei den Crinoiden in den Tentakel- oder Ambulacralfurchen der Kelchoberfläche, der Ventralseite der Arme und der Pinnulae die Nervenfibrillenmasse im Ektoderm dauernd gelagert — wenigstens teilweise. Ein anderer Teil, darauf komme ich weiter unten, liegt mesodermal. Der Schlundring ist bei ihnen rückgebildet und verloren gegangen.

Bei den Ophiuren, bei Holothurien und Echiniden ist der Bau der radiären Nervenstämmen und des Gehirnringes ein ähnlicher, indem, wie ich dies an verschiedenen Stellen ausgeführt habe, nicht nur die Nervenfibrillenmasse, sondern auch ein Teil des Epithels der Ambulacralfurchen mit derselben mesodermal zu liegen gekommen ist. Infolgedessen treffen wir Stützzellen auch in diesen Gruppen an, während ein Teil des peripheren Zellbelages unstreitig als Ganglienzellen anzusehen ist. Es ist der

Versuch gemacht worden, die Stützfasern der Epithelzellen der Nervenstämme für Blutkapillaren<sup>1)</sup> zu erklären, eine Erklärung, die schon dadurch zurückzuweisen ist, daß bei den Echiniden eine Blutlücke mit den Nerven nicht in Verbindung steht. Überdies können die Resultate von LANGE<sup>2)</sup> und mir nicht ignoriert werden, denn uns beiden ist es gelungen, die Fortsätze mit dem Zellkörper in Verbindung zu treffen, freilich nicht allein auf Schnittpräparaten, sondern bei der Untersuchung von Isolationspräparaten.

Von größter Wichtigkeit ist die Thatsache, daß die Ambulacralnervenstämme der Ophiuren gegliedert sind und daß sowohl im dorsalen wie ventralen Zellbelag Ganglien vorhanden sind. Die Regelmäßigkeit im Abgange der Nervenzüge, welche von den Nervenstämmen austreten, wurde bei verschiedenen Gattungen beschrieben.

Bei Asteriden und Ophiuren hat LANGE<sup>2)</sup> einen Zellbelag und Fibrillen auf der dorsalen Seite der Nervenstämme beschrieben, welche er für die alleinigen Nerven ansieht. LUDWIG hat diese Meinung zurückgewiesen und ich hatte mich für die Asteriden angeschlossen. Bei der Untersuchung der Ophiuren hingegen bin ich, wie die Darstellung in diesem Hefte zeigt, zu anderen Resultaten gekommen. Eine wiederholte Prüfung meiner Präparate, sowie Anfertigung neuer Schnittserien lehrt aufs unwiderleglichste, daß wie bei den Ophiuren so auch bei den Asteriden dieser dorsale Zellbelag mit seinen Fibrillen nervöser Natur ist. Bei den Holothurien treffen wir ja ebenfalls die gesamte Nervenfibrillenmasse in 2 Gruppen geteilt, indem eine Membran zwischen beiden liegt, wie ich in Fig. 18 und Fig. 19 auf Taf. II, Heft 1 dieser Beiträge abgebildet habe. Diese innere, zentral gelegene Fibrillenmasse entspricht den LANGE'schen Nerven bei Asteriden und Ophiuren, nur findet sich dieselbe bei Synapta nur in den radiären Nervenstämmen, nicht im Gehirnring.

## 2. Das ambulacrale und mesodermale Nervensystem der Crinoiden und sein Ursprung.

Während bei allen Echinodermengruppen sich ein Nervensystem findet, welches im allgemeinen aus einem Schlundring als Zentralorgan und davon austretenden Nervenstämmen, den Ambula-

---

1) SABASIN, *Ergebn. nat. Forsch., Ceylon H.* 1, 1887, Wiesbaden.

2) LANGE, in: *Morphol. Jahrb.* Bd. 2, 1876.

cral- oder Radialnervenzweigen sich zusammensetzt, tritt zu diesem Nervensystem bei den Crinoiden noch ein zweites Nervensystem mit einem besonderen Zentralorgan in der Rücken- oder aboralen und ein drittes in der oralen Körperwand. Während aber der dem Ambulacrarnervensystem der übrigen Echinodermen homologe Teil epithelial gelagert ist, liegt der letztere im Mesoderm. Er besteht in einem mesodermalen, pentagonalen Schlundring und von ihm ausstrahlenden Nervenästen, von denen je zwei allemal ein Wassergefäß rechts und links begleiten, so daß, da in der Ventralwand der Arme ein solches verläuft, in jedem Arm und jeder Pinnula je zwei Längsnervenäste, welche parallel zur Armachse ziehen, zu liegen kommen.

Von diesen drei Teilen, von denen jeder ein Zentralorgan besitzt — mit Ausnahme des epithelialen Teiles — stehen nur die mesodermal gelagerten in direktem Zusammenhang, wenngleich nicht in Abrede gestellt werden kann, daß beispielweise Nervenfasern eines ventralen epithelialen (ambulacraren) Nerven mit denen eines ventralen, mesodermalen in den Tentakeln in Verbindung treten können.

Es fragt sich nun, sind diese drei Teile gesondert entstanden oder aber ist dieser ihr jetziger Zustand als sekundär aufzufassen.

Was nun den in der aboralen Körperwand gelegenen Teil anlangt, welcher sein Zentralorgan in der um das gekammerte Organ gelegenen Nervenmasse betrifft, so besitzt dieser ein homologes Gebilde bei keiner anderen Echinodermengruppe. Wohl aber kann man sich vorstellen, wie er zur Ausbildung gekommen ist. Daß seine Lagerung im Mesoderm eine sekundäre ist, setze ich voraus. Vielleicht entsteht er noch jetzt ontogenetisch im Ektoblast — wie das ambulacrare Nervensystem der Holothurien<sup>1)</sup>. Phylogenetisch leite ich ihn vom Ektoblast ab und weise auf die Asteriden<sup>2)</sup> hin, bei denen ich in der Rückenwand im Epithel Nervenzüge nach allen Richtungen ziehend fand. Denken wir uns diese auch bei Echiniden noch epithelial gelagerten Nervenzüge der Rückenwand in das Mesoderm treten und um das Ende des gekammerten Organes sich gruppieren, so haben wir das dorsale Nervensystem eines Crinoiden zum mindesten als eine Bildung nachgewiesen, welche nicht ganz in der Luft steht, sondern bestimmten Bildungen bei den übrigen Echinodermen entspricht.

Wie aber soll man sich das orale mesodermale Nervensystem mit dem pentagonalen Schlundring und den Längs-

---

1) Nach SELENKA bei *Synapta*, vergl. Heft 1 dieser Beiträge.

2) Heft 2 dieser Beiträge.

nerven der Arme und Pinnulae, die sämtlich im Bindegewebe liegen, entstanden denken?

Ich leite diesen Teil des Nervensystems ab vom ambulacralen Nervensystem der Crinoiden und finde einen Beleg dafür darin, daß das letztere nur noch rudimentär sich im Epithel erhalten hat. Es fehlt dem ambulacralen Nervensystem, welches als Längsnervenstämme in den Tentakel(Ambulacral-)rinnen der Arme und Pinnulae auftritt, ein Zentralorgan, das heißt ein Schlundring, wie ich mit JICKELI (und VOGT) gegen LUDWIG u. a. konstatieren muß. Die ambulacralen Längsnervenstämme verlaufen gegen die Mundöffnung und ordnen sich nicht kreisförmig um diese an, sondern steigen in der Wandung des Schlundes herab, indem sie sich in dieser ausbreiten und so eine gemeinsame Schicht bilden.

Aber nicht nur das Zentralorgan ist verloren gegangen, auch die ihre Lagerung im Epithel beibehalten habenden ambulacralen Nervenstämme sind sehr gering entwickelt im Vergleich mit den homologen Nerven der übrigen Echinodermen.

Ich nehme deshalb an, daß der mesodermale pentagonale Schlundring aus dem Epithel — in welchem er vielleicht noch ontogenetisch entsteht — in das Mesoderm zu liegen gekommen ist und seine Verzweigungen in ähnlicher Weise entstanden sind, wie die eigentümlichen, in bestimmten Intervallen aus den Ambulacralnerven einer Ophiure austretenden Intervertebralnervenäste, welche ich im ersten Teile dieses Heftes geschildert habe. Während die letzteren aber noch in Zusammenhang geblieben sind mit ihrer Ursprungsstätte, haben sie bei den Crinoiden diesen aufgegeben. Es ist demnach meiner Ansicht nach das von mir als das ventrale (orale) Nervensystem geschilderte Organ vom Ambulacralnerv herzuleiten; für eine gesonderte Entstehung, welche a priori nicht unmöglich wäre, spricht aber nichts. Ebensowenig ist man gezwungen, eine solche für das dorsale System anzunehmen.

Für eine solche Ableitung spricht noch weiter die Übereinstimmung im Bau, welchen die drei Teile zeigen. In allen drei Teilen, in ihren Zentralorganen wie den peripheren Verzweigungen, sehen wir die gleichen Nervenfibrillen und Ganglienzellen, welche zu Bündeln angeordnet sich verästeln, ohne daß etwa die Fibrillen irgendwo sich zu höheren Einheiten wie Nervenfasern sonderten. Während zwischen dem epithelialen, ambulacralen Nervensystem und den übrigen Teilen ein direkter Zusammenhang nicht besteht,

so ist ein solches zwischen dem ventral und dorsal gelagerten vorhanden, wie ich oben schilderte.

### 3. Das periphere Nervensystem und die Sinnesorgane.

Die Untersuchungen über das periphere Nervensystem werden über mehr Arten, als mir zur Verfügung standen, ausgedehnt noch viele schöne Resultate ergeben.

Bei den Asteriden habe ich in der Dorsalwand nach den verschiedenen Richtungen verlaufende, auf dem Querschnitt kreisrund erscheinende Nervenzüge gefunden, welche sämtlich epithelial angeordnet waren. Ich habe solche bereits 1883<sup>1)</sup> beschrieben und bin dann ausführlich auf diese Nervenzüge im ersten Heft zurückgekommen. Ihre Ganglienzellen wie ihr Verlauf finden sich ebenda (Heft 1, pag. 9—11) geschildert. Als besondere Sinnesepithelien wurden die Enden der Füßchen der verschiedensten Arten gefunden. Epithelsinneszellen konnten nachgewiesen werden. Bei Holothuriern, Ophiuren, Echiniden und Crinoiden ist der Zusammenhang der Nerven, welche ja ihre epitheliale Lagerung aufgegeben haben, mit dem Epithel nur noch an besonderen Körperstellen erhalten geblieben; an diesen Stellen aber sind ebenfalls Epithel-Sinneszellen nachweisbar<sup>2)</sup>).

Bei *Synapta digitata* traf ich überall in der Haut zerstreut Tastpapillen an, zu welchen Nervenzüge von den Längsstämmen traten. Weiter konnte ich auf der Innenseite der Tentakeln eigenartige Sinnesorgane, die ich als Sinnesknospen aufführte, nachweisen<sup>3)</sup>. Die BAUR'schen Gehörbläschen war ich nicht so glücklich am lebenden Tier untersuchen zu können. Ich hatte das mit Säuren konservierte Material vor mir und fand die Gehörsteine nicht auf. Glücklicher ist SEMON<sup>4)</sup> gewesen, welcher dieselben in Neapel untersuchen konnte und sie als zweifellose Gehörorgane erkannte. Somit wären wir auch über diese Organe jetzt im klaren, deren Funktion so lange eine bestrittene war.

---

1) Diese in der *Zeitschr. f. wiss. Zoologie*, Bd. 39, 1883 erschienenen beiden Abhandlungen tragen denselben Titel wie diese Beiträge, enthalten aber teilweise Resultate, welche hier nicht wieder aufgenommen sind. Das Gleiche gilt von den Abbildungen.

2) *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. 39, 1883.

3) Heft 1 dieser Beiträge.

4) SEMON, Beiträge zur Naturgeschichte der Synaptiden des Mittelmeers, in: *Mitteilung. d. zoolog. Stat. Neapel*, Bd. 7, 1887.

Bei den Crinoiden fand ich ebenfalls Nervenendigungen im Epithel der Haut, wie auch die Sinnesknospen auf den Tentakeln als Sinnesorgane mit JICKELI<sup>1)</sup> erkannt wurden.

Eine reiche Ausbeute von Nervenendigungen boten die Echiniden, indem ich auf den Pedizellarien Sinnesorgane in verschiedener Bildung auffand. Am Fuße jedes Tentakels wurde ein Nervenring beschrieben, ebenso wie an der Basis der Sphäridien.

Bei den Ophiuren ist das periphere Nervensystem geradezu unerhört entwickelt, wie man schon aus den physiologischen Untersuchungen von PREYER<sup>2)</sup> erwarten durfte. Besondere Sinnesknospen konnten bei Ophiotrix beobachtet werden. Sie stehen auf den Tentakeln in großer Anzahl. Die Nervenendigungen im Epithel gleichen den bei Crinoiden gefundenen.

Als besondere Sinnesorgane müssen die Füßchen in allen Gruppen gelten. Besonders aber die Rückenfüßchen der Holothuriern, beispielsweise von *Holothuria Polii*<sup>3)</sup>, wo ich sie früher beschrieben habe.

Ebenso ist der Fühler der Asteriden, den ich bei den Echiniden wiederfand, als Sinnesorgan in Betracht zu ziehen. Augenflecke fanden sich nur bei Seesternen vor, den Seeigeln mangeln sie, wie auch P. u. F. SARASIN<sup>4)</sup> gefunden haben (siehe Anhang dieses Heft).

#### 4. Das Nervensystem im Darmtraktus.

Bei allen Gruppen fand ich ein Nervensystem im Darm vor, welches epithelial gelagert war. Nervenfibrillen und Ganglienzellen setzen dasselbe zusammen. Ein Zusammenhang mit dem Schlundring wurde in allen Fällen (Ausnahme Crinoiden) gefunden.

Die Elemente, welche das Nervensystem bilden, sind die Nervenfibrillen und die Ganglienzellen. Die ersteren sind feinste Fibrillen, welche auf dem Querschnitt punktförmig gestaltet sind. Sie laufen meist parallel zueinander.

---

1) Zoolog. Anzeiger, Jahrgang 7, 1884.

2) PREYER, Über die Bewegungen der Seesterne, eine vergl. physiolog.-psycholog. Untersuchung. in: *Mitteil. d. zool. Stat. Neapel*, Bd. 7, 1. u. 2. Hälfte. Auch separat, Berlin 1886.

3) HAMANN, Abbildungen Taf. 20, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. 39, 1883, ebenda, Text pag. 309.

4) P. u. F. SARASIN, Die Augen und das Integument der Diadematen, in: *Ergebn. naturw. Forschung, Ceylon*, Bd. 1, 1887.



Die Ganglienzellen sind hüllenlos und kommen in den verschiedensten Größen vor. Unipolare Zellen fand ich bei Crinoiden. Bi- und multipolare kamen allen fünf Gruppen zu.

#### Das Wassergefäßsystem.

In allen Gruppen besteht dasselbe aus einem Ringkanal und radiären Stämmen, sowie einem Zuführungskanal, dem Steinkanal und Madreporenplatte. Bei den Crinoiden ist die letztere zwar nicht vorhanden, aber wir haben Porenkanäle, welche die Haut durchbrechen und allerdings nicht direkt in den Steinkanal führen, sondern in oberflächlich gelegene Hohlräume des Enterocoels münden. Aus diesen Räumen nehmen die Steinkanäle die Flüssigkeit auf, um sie in das Wassergefäß zu führen.

Die Poren der Madreporenplatte sind stets offen. Muskeln zum Verschuß desselben fehlen.

Bei Asteriden, Echiniden und Ophiuren führen sämtliche Porenkanäle in den Steinkanal, nicht in benachbarte Räume. Nach einer kurzen Mitteilung von DURHAM <sup>1)</sup> sollen Porenkanäle in den schlauchförmigen Kanal sich öffnen. Ist letzterer nun ein Schizocoelhohlraum, so würde dieser mit der Außenwelt somit kommunizieren. Diese Angabe gilt für *Cribrella ocellata*. Welche Bewandnis es mit dieser Beobachtung hat, werden hoffentlich bald neue Untersuchungen zeigen.

Daß bei den Holothurien Steinkanal und Madreporenplatte in Ein- oder Mehrzahl zukommen, und daß diese denselben feineren Bau wie in den übrigen Gruppen zeigen, habe ich ausführlich dargestellt. Meist hat die Madreporenplatte den Steinkanal an seinem Anfangsteil umwachsen (vergl. Heft 1).

Ein großes Interesse bieten die Klappeneinrichtungen dieses Systems. Bei Asteriden waren sie schon länger bekannt. Bei *Synapta digitata* fand ich Semilunarklappen, wie ich dieselben nannte, am Eingange in die Tentakelkanäle. Ihr Vorkommen wie ihre Funktion sind von SEMON <sup>2)</sup> bestätigt worden.

Den Ophiuren wie den Crinoiden fehlen die Klappen. Sie werden durch quer gespannte Muskelfasern, welche das Lumen der Gefäße durchziehen, ersetzt.

---

1) DURHAM, Madreporite of *Cribrella ocellata*, in: Proc. Roy. Soc., Bd. 43, 1888.

2) SEMON, Beiträge zur Naturgeschichte der Synaptiden des Mittelmeeres, pag. 405, in: Mitt. Zool. Stat. Neapel, Bd. 7, 1887.

### Die Geschlechtsröhren.

In einer besonderen Abhandlung <sup>1)</sup> habe ich gezeigt, wie allen fünf Echinodermengruppen Genitalröhren zukommen, in denen Urkeimzellen sich befinden, welche an bestimmten Stellen reifen. Diese Reifungsstätten sind die Geschlechtsorgane.

Das Crinoiden, Ophiuren, Asteriden und Echiniden (Holothurien?) Gemeinschaftliche ist folgendes:

In allen Gruppen finden sich Kanäle, die Genitalröhren, und zwar bei den Crinoiden in den Armen gelegen, bei Ophiuren teils in der Rückenwand, teils in den Wandungen der Bursae, bei Asteriden und Echiniden in der Dorsalwand der Scheibe.

Diese Genitalröhren liegen in einem Bindegewebsseptum, in dessen Maschen in Lücken und Spalten die Blutlakunen lagern. Das Septum selbst hat stets seine Lagerung in Schizocoelräumen (Fig. 5 von einer Ophiure, Fig. 9 von einem Crinoiden, Fig. 15 von einem Asteriden, auf Taf. XI ebenda.

Der Inhalt der Genitalröhren besteht in allen Gruppen aus ungefähr 0,008—0,01 mm großen Zellen, den Urkeimzellen, welche amöboid beweglich sind, und eine sich nur sehr wenig färbende Zellsubstanz besitzen. Der Kern, 0,005—0,007 mm groß, stellt sich als ein helles Bläschen dar, in welchem ein schön entwickeltes Netzwerk, welches sich mit Karmin meist sehr tief färbt, zu erkennen ist.

Eine Verschiedenheit läßt sich zwischen den einzelnen Echinodermengruppen nur insofern konstatieren, als die Reifungsstätten dieser Urkeimzellen, oder, wie man auch sagen kann, die Reifungsstätten von Ei und Samenzelle an verschiedenen Orten im Körper gelagert sein können.

Bei Crinoiden sahen wir die Urkeimzellen in den Pinnulis reifen, seitlichen Ausstülpungen der Genitalröhren. Bei den Ophiuren aber treten unsere Zellen in die Wandungen der Bursae, Einstülpungen der ventralen Körperwand, und differenzieren sich hier zu Eiern und Spermazellen.

Bei Asteriden und Echiniden endlich sehen wir Ausstülpungen der Genitalröhren, welche zu den Geschlechtsschläuchen, später großen traubigen Organen, werden. Die letztgenannte Gruppe, die

---

1) HAMANN, Die wandernden Urkeimzellen und ihre Reifungsstätten bei den Echinodermen, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 46, 1887.

Echiniden, denen sich vielleicht hierin noch die Holothurien anschließen, verlieren die Genitalröhren späterhin und das erwachsene Tier besitzt keine Bildung, welche an sie erinnern könnte.

### Die Muskulatur.

Glatte wie quergestreifte Muskelfibrillen trafen wir an. Dazu kommen die eigentümlich schräg gestreiften Fasern der Ophiuren.

Epithelmuskelzellen konnte ich bei Holothurien, Asteriden und Crinoiden nachweisen. Es sind solche Zellen außer bei den Coelenteraten selten beschrieben worden. In neuester Zeit hat EISIG<sup>1)</sup> solche bei den Capitelliden, und zwar in der Darmwandung aufgefunden.

Die Muskulatur ist teils epithelialen, teils mesenchymatösen Ursprunges. Der ausgebildeten Muskelfaser kann man nicht mehr ihren Ursprung ansehen. Den glatten Fasern, welche stets eine Längsstreifung und dieser entsprechend einen Zerfall in feine Fibrillen zeigten, lag der Kern der Bildungszelle außen auf, oft von nur wenig Plasma, dem Rest derselben, umgeben. Neben diesen Zellen kommen bei Crinoiden spindlige Muskelfasern vor, so in den Armen wie den Pinnulae und Cirrhen.

### Das drüsige Organ (sog. Herz).

Zunächst ist das negative Resultat hervorzuheben, daß dieses Organ ein Zentralorgan des Blutlakunensystems nicht ist. Niemals sind Muskelfasern in der Wandung vorhanden.

Über die Funktion dieses Organes mit voller Sicherheit etwas anzugeben, ist zur Zeit unmöglich. Es ist aber besser dies anzuerkennen, als ihm die verschiedensten Funktionen zuzuschreiben, welche der rein subjektiven Meinung der Autoren entspringen. Das Einzige, was mit Bestimmtheit ausgesagt werden kann, ist, daß das Organ einen drüsigen Bau besitzt. Vornehmlich gilt dies für die Crinoiden.

Von Bedeutung ist der Zusammenhang zwischen ihm und den Genitalröhren, welchen ich bei Asteriden beschrieben habe und welcher auch bei den Crinoiden nachweisbar ist.

### Die Schizocoelbildungen.

Ein sehr ausgebildetes Hohlraumssystem kommt den Asteriden zu, welches sich in Gestalt von Lücken und Spalten in der Binde-substanz anlegt. Sowohl in der Rückenwand wie in der Bauch-

1) EISIG, Die Capitelliden, in: Fauna u. Flora d. Golfes v. Neapel, 16, Monographie, 1887, Berlin.

wand finden wir dasselbe entwickelt, in letzterer in Gestalt von Längskanälen in den Armen als Perihämalkanäle. Bei den Ophiuren treffen wir diese Schizocoelräume ebenfalls an, wenn auch in geringerer Ausdehnung, wie KOEHLER<sup>1)</sup> in ausgezeichneter Weise geschildert hat. Bei den Crinoiden sind als solche Räume die unter den Ambulacrarnerven gelegenen Längskanäle anzusehen.

Der Zusammenhang dieser Räume und ihr Verhalten zu den Blutlakunen ist in Heft 3 ausführlich geschildert worden. Immer liegen die Blutlakunen der Körperwand in solchen Schizocoelräumen eingeschlossen, so bei Asteriden, Echiniden und Ophiuren.

### Die Bindesubstanz.

Neben den fixen spindligen oder sternförmigen Zellen, welche in der Intercellularsubstanz liegen, sind amöboide Zellen vorhanden, welche ich als Plasmawanderzellen beschrieben habe. Ihre Bewegungen in der Bindesubstanz sind ausführlich bei den Holothuriern (Heft 1) untersucht worden. Es lassen sich diese Zellen, welche oft eigenartige Einschlüsse bergen, nicht deutlich von den in der Blutflüssigkeit vorkommenden Zellen unterscheiden. Übergänge sind zwischen beiden vorhanden, eine Thatsache, welche auch SEMON<sup>2)</sup> bestätigt hat.

Was die Fasern, welche die Grundsubstanz durchziehen, anlangt, so sind diese entweder sämtlich noch nachweisbar in Zusammenhang mit den spindligen oder sternförmigen Zellen oder doch als Ausläufer derselben anzusehen, wie besonders die Beobachtungen an jugendlichen Tieren lehren.

Auf die verschiedenen Modifikationen dieses Gewebes, dessen Grundsubstanz ja verkalken kann, weise ich an dieser Stelle nur hin. Bei Schilderung der einzelnen Gruppen sind diese hinreichend erörtert.

---

## Kapitel 2.

### Zur Stammesgeschichte.

Mein anfänglicher Entschluß, die Phylogenie der Echinodermen in umfassender Weise zu bearbeiten, ist im Laufe der Unter-

---

1) KOEHLER, Recherches sur l'appareil circulatoire des Ophiures, in: Ann. Sc. nat. zool., Bd. 7, 1887.

2) SEMON, Beitr. z. Naturgesch. d. Synaptid. d. Mittelmeeres, in: Mitt. zool. Stat. Neapel, Bd. 7, 1887.

suchungen ins Wanken gekommen. Mehr und mehr kam ich zu zu der Überzeugung, daß eine Darlegung der Stammesgeschichte nur zu sehr rein subjektiver Natur sein würde, und viele der einzelnen Thatsachen sich bald so, bald so verwerten lassen. Nur in einem Punkte bin ich jetzt noch größerer Überzeugung, daß die Asteriden mit den Echiniden in Zusammenhang stehen und letztere von ersteren ableitbar sind. Ja, daß erst, wenn wir dieses thun, uns die Organisationsverhältnisse der Echiniden vollständig verständlich werden. Die Holothurien sind mir noch immer Formen, welche rückgebildet sind und für deren Ursprung von den Echiniden aus Manches spricht, während ich die Crinoiden für die höchst organisierten Formen und ebenso die Ophiuren für eine Gruppe halte, welche mit den übrigen in keiner näheren Beziehung stehen, als daß sie insgesamt von Vorfahren herzuleiten sind, welche den Enterocoel-Würmern verwandt, bereits ein Wassergefäßsystem, eine Leibeshöhle, ein ektodermales Nervensystem und bestimmte Kalkplatten besaßen.

Meine Ansicht über den Ursprung der Crinoiden und ihre Beziehungen zu den übrigen Echinodermen habe ich bereits in Heft 3 dieser Beiträge dargelegt; dort sagte ich, nachdem ich auf die Unmöglichkeit hingewiesen hatte, die Crinoiden als die Stammgruppe der Echinodermen anzusehen. Unser jetziger Standpunkt kann nur der sein, daß auf der einen Seite die Crinoiden stehen, auf der anderen die Asteriden, von denen aus ohne Zwang sich die Echiniden bearbeiten lassen, und endlich die Holothurien. Die Ophiuren stellte ich <sup>1)</sup> weiter in die Nähe der Crinoiden, und wies darauf hin, daß dieselben mit den Asteriden unmöglich zu einer Gruppe vereinigt werden könnten.

Es ist unterdessen eine Abhandlung von SEMON <sup>2)</sup> erschienen, in welcher unsere Kenntnisse über die Entwicklung der Synapta in vielen Beziehungen bereichert worden sind. Ein zweiter Teil der Arbeit beschäftigt sich mit der Stammesgeschichte der Echinodermen. Diesem Teil kann ich unmöglich in allen Stücken beistimmen, da die in ihm ausgesprochene Hypothese — so anschaulich und klar sie auch hervorgetragen wird — sich nicht mit den Thatsachen vereinigen läßt und ihr Autor gezwungen ist,

---

1) Vorläuf. Mitteilung zur Morpholog. d. Ophiuren, in: Nachricht. d. königl. Gesellsch. d. Wissensch. u. d. Georg-Augustis-Universität Göttingen, No. 14, 1887, Sitzg. 2. Juli.

2) SEMON, die Entwickl. d. Synapta digitata u. d. Stammesgesch. d. Echinodermen, in: Jen. Zeitschr. f. Naturw., Bd. 15, 1888.

beispielsweise die Berechtigung zur Homologisierung der Platten, zu bestreiten.

SEMON stellt in Erinnerung an die *Gastraea* eine hypothetische *Pentactaea* auf, welche als Stammform der Echinodermen gelten muß. Dieses Stadium wird durch die *Pentactularve*, in welcher er „einen allgemein wichtigen, unverfälschten Entwicklungszustand“ erblickt, von allen Echinodermen ontogenetisch rekapituliert. Diese *Pentactularven* zeigen an und für sich nichts, was man als cenogenetische Bildungen deuten könnte. Dieses *Pentactularvenstadium*, folgt auf das „*dipleure*“ Larvenstadium, indem dieses durch Ausbildung von fünf Tentakeln, Primärtentakeln benannt, die bilateral-symmetrische Gliederung mit der radiären Gliederung zu vertauschen beginnt. Auf dieses Stadium konvergieren die abweichenden *dipleuren* Larven, um dann wieder divergente Entwicklungswege einzuschlagen.“ Die *Pentactula* wird definiert als ein Geschöpf, dessen vorderer Körperpol durch die Mundöffnung bezeichnet wird, um welche fünf Tentakel stehen. Diese sind fünf Ausstülpungen des Wassergefäßringes, der den Schlund umkreist. Überzogen werden sie von dem Sinnesepithel der äußeren Haut. Es besitzt dieses Stadium weiter den primären Steinkanal, welcher als Kanal vom Ringkanal aus durch die Körperoberfläche, den Rückenporus nach außen mündet. Ein Nervenring mit fünf Nerven zu den Primärtentakeln ist vorhanden. Beide Teile liegen im Ektoderm, ihrem Ursprungsort. Durch den auf der Ventralseite der ehemaligen Larve liegenden After mündet der Darm nach außen. Er liegt bald entfernt, bald nahe am Mund, oder gar am hinteren Körperpol. Zwischen der Körperwand und dem Darm liegt die Leibeshöhle, die aus paarigen Darmaussackungen entstanden ist (pag. 68).

Es fragt sich nun, ist eine Berechtigung vorhanden, eine Stammform — *Pentactaea* — anzunehmen, welche der *Pentactula* in den meisten Stücken gleicht, und vorher: giebt es überhaupt ein solches *Pentactulastadium* in allen Gruppen, und wenn dies der Fall ist, ist dasselbe nicht cenogenetisch verändert?

Zunächst hebe ich hervor, daß meiner Meinung nach unsere Kenntnisse über die Entwicklung der Echinodermen noch so geringe sind, daß die Feststellung eines *Pentactulastadiums* und einer *Pentactaea* verfrüht erscheinen und daß eine solche Betrachtung allzu schablonenhaft erscheint. Daß es einen großen Teil der Schwierigkeiten überwinden heißt, wenn man die Asteriden, Echiniden, Holothurien, Ophiuren und Crinoiden

sämtlich als divergente Äste aus einer konstruierten Urform herleitet, leuchtet ein, nur verzichtet man dann darauf, die merkwürdigen Übereinstimmungen zwischen einzelnen Gruppen, wie Asteriden, Echiniden und Holothurien, zu erklären — oder man nimmt, wie es SEMON thut, an, daß diese nur zufällige seien und leugnet die Homologieen ab.

Giebt es überhaupt ein Pentactulastadium in allen Gruppen? Ich muß das verneinen — denn die Bildungen, welche für ein und dasselbe Stadium erklärt werden, sind verschiedene und zeigen unzweifelhaft Modifikationen.

Um zu zeigen wie ein Echinide (GÖTTE, BALFOUR) aus der sogenannten Pentactula entsteht, muß sich diese zurückbilden, sie muß ihre Tentakel samt den Nerven auf diesen wie die Wassergefäße verlieren! Und nun sind nach SEMON die späteren fünf Nervenstämme, fünf Wassergefäße, fünf Schizocoellängskanäle der Echiniden, Bildungen, welche nichts zu thun haben mit den gleichen fünf (oder mehr) ambulacralen Nervenstämmen, fünf Wassergefäßen, fünf Schizocoellängskanälen der Asteriden, Holothurien, Crinoiden und Ophiuren! Daß die Nervenstämme in allen Gruppen so übereinstimmend gebaut sind, daß sie bei Echiniden ebenso in Schizocoelräumen liegen wie bei den Ophiuren, alles dies müssen wir als Zufälligkeiten erklären, gerade wie die Bildungen der Kalkplattensysteme! Daß die Radiärnervenstämme mit einem Fühler enden, dem Fühler der Asteriden an der Spitze der Arme, welcher die Intergenitalplatte der Echiniden durchbohrend sich hier wiederfindet, müssen dann ebenfalls reine Zufälligkeiten sein.

Diese Ansicht, daß die radiären Nervenstämme und Wassergefäße der Echiniden und Holothurien denen der Asteriden und Ophiuren nicht homolog und gänzlich anderer Natur seien, hat GÖTTE<sup>1)</sup> zuerst ausgesprochen. Aber ebensowenig wie sich die in derselben Abhandlung verteidigte Ansicht von der entodermalen Entstehung des ambulacralen Nervensystems bewahrheitet hat<sup>2)</sup>, ebensowenig kann diese auch von BALFOUR<sup>3)</sup> bereits zurückgewiesene Anschauung, welche auf MÜLLER's und KROHNS ältere,

---

1) GÖTTE, Vergl. Entwicklungsgesch. der Comatula, in: Arch. f. mikr. Anat., Bd. 12, 1876.

2) Vergl. die Darstellung von SEMON, welcher die ektodermale Entstehung nachweist.

3) BALFOUR, Handbuch der vergleichend. Embryologie, Bd. 1, 1880.

aber in manchen Punkten durchaus falsche Beobachtungen sich stützte, irgendwelche Geltung haben.

Diejenigen fünf Ausstülpungen, welche um die Mundöffnung der sog. *Pentactula* gelegen sind und als Primärtentakel bezeichnet werden, sind somit keineswegs gleichartige Bildungen. Auch liegt gar kein Grund vor, diese Larve als palingenetische aufzufassen. Im Gegenteil zeigt, daß diese Larvenform Rückbildungen durchmachen muß, um zum Echinid zu werden, daß cenogenetische Veränderungen ihren Bau bedingt haben müssen. Weiter sollen die Holothurien sich von den übrigen Gruppen dadurch unterscheiden, daß ihre Körperwassergefäße adradial, nicht radial liegen. Um zu diesem Resultat zu kommen, werden die primären Ausstülpungen der Hydrocoelröhre — welche nicht zu den Wassergefäßen werden, den Primärtentakeln der übrigen, welche zu solchen werden, gleichgestellt. Als ob es auf den Zeitpunkt allein ankomme, in dem sich ein Organ anlegt. Wie oft ist dieser in der Ontogenie verschoben! Die Primärtentakeln der Holothurien sind für mich noch immer sekundäre Bildungen und nur die Ausstülpungen, welche zu den radiären Wassergefäßen werden, sind homologe Bildungen.

So steht sich hier Behauptung Behauptung gegenüber. Auf der einen Seite das Bestreben, nach unseren geringen Kenntnissen ein Schema zurecht zu machen, auf der anderen das Geständnis, daß unsere jetzigen Kenntnisse über die Echinodermentwicklung anerkanntermaßen dürftige sind und die Forderung mit so weit gehenden Hypothesen — mit denen der Wissenschaft ganz und gar nicht gedient sein kann — zurückzuhalten.

Eins aber, meine ich, wird uns durch die *Pentactulahypothese* deutlich vor die Augen geführt, uns zu hüten bei Fragen nach der Verwandtschaft der Tiere allzuviel Gewicht auf die entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen zu legen, vielmehr den anatomischen Bau der Tiere mehr zu berücksichtigen. Ein Weg, welcher schließlich dazu führt, die Homologien der fünf radiären Wassergefäße, der radiären Nervenstämme, der Echinodermen zu leugnen, kann doch unmöglich der richtige sein!

---

Wenn wir aber die Übereinstimmung sehen, welche sämtliche Echinodermen beispielsweise in der Bildung der Genitalröhren zeigen, so wird man annehmen müssen, dass eine solche Bildung samt ihren Schizocoelräumen und Blutlakunen nur von einer



Urform vererbt sein kann, ebenso wie die Bildungen der Kalkplatten. Wer freilich annehmen will, daß ein und dieselbe komplizierte Bildung so und so oftmals von neuem entsteht, mit dem ist nicht zu rechten.

Was die Homologieen der Kalkplatten anlangt, so sind die berühmten Untersuchungen LOVÉN's und die nicht minder klaren und ausgezeichneten Resultate P. H. CARPENTER's diejenigen, welche heutzutage in Geltung sind. Freilich hat SEMON Recht, wenn er sagt, daß die Frage noch gar keiner ernstlichen Diskussion unterzogen sei, ob echte Homologieen vorhanden seien. Das gelte als ausgemacht. Wer je sich mit diesen Bildungen beschäftigt hat, für den gelten die Homologieen allerdings für ausgemacht.

Wird man einmal so weit sein, eine Grundform aufzustellen, von welcher aus einzelne Gruppen, wie Crinoiden, Ophiuren und Asteriden sich entwickelt haben könnten, so dürfte dieser gewiß bestimmte Kalkplatten als das erste zuerkannt werden müssen. Ob es je freilich gelingen wird, aus den embryologischen That-sachen sowie den vergleichend anatomischen einen vollen, halbwegs sicheren Einblick in die Entstehung dieser uralten Tiergruppe zu gewinnen, ist eine andere Frage.

---

### A n h a n g.

1. P. und F. SARASIN<sup>1)</sup> haben bei einem neuen Diadema (*Astropyga Freudenbergi*) auf der Haut die schon früher von PETERS<sup>2)</sup> beschriebenen Flecke, welche sich sowohl in den Ambulacren wie Interambulacren bei *Astropyga* finden, als augenähnliche Organe erkannt. Die beiden Autoren schildern uns diese Organe als sehr hoch entwickelt und kommen dabei auf die Augenflecke der Seesterne zu sprechen, ohne jedoch die Litteratur genau zu kennen. Sie ziehen eine den Charakter einer größeren vorläufigen Mitteilung tragende Arbeit von mir heran, welche im Jahre 1883 (im September) erschienen war. In dieser Arbeit beschrieb ich

---

1) P. u. F. SARASIN, Die Augen und das Integument der Diadematiden, in: *Ergebnisse naturw. Forschungen auf Ceylon*, Bd. 1, 1887, Wiesbaden.

2) PETERS W., Über die an der Küste von Mossambique beobachteten Seeigel und insbesondere über die Gruppe der Diademen, Berlin 1855.

die Augenflecke kurz, um sie in einer später erschienenen grösseren Arbeit<sup>1)</sup>, nachdem ich frisches Material wiederholt zur Untersuchung benutzt hatte, ausführlich zu schildern. Diese grössere Abhandlung ist den Autoren vollständig unbekannt geblieben. Wenn sie nun meinen, dass ich in den Augenflecken lichtbrechende Körper leugne, so entspricht dies den Thatsachen nicht. Wie ich dazu kam, sie in der früheren Arbeit nicht zu beschreiben, habe ich genau angegeben. Weiter habe ich noch folgendes zu bemerken. Der von den beiden Verfassern beschriebene Nervenring an der Basis der Stachel ist bereits ein Jahr vorher entdeckt worden in zwei Mitteilungen von PROUHO<sup>2)</sup> und mir<sup>3)</sup>, welche ihnen ebenfalls entgangen sind. Eine ausführliche Darstellung dieses Nervenringes habe ich im dritten Heft dieser Beiträge gegeben.

2. Mit den Echiniden beschäftigt sich eine Arbeit von PROUHO<sup>4)</sup>. Der Autor ist, was das Wassergefäßsystem anlangt, teilweise zu abweichenden Resultaten gekommen, wenn auch in einigen Hauptfragen wie über den Bau und die Mündung des Steinkanals Übereinstimmung herrscht. Näher eingehen kann ich auf diese Arbeit nicht, da dieselbe zu sehr zeigt, wie der Autor mit dem Stoff gerungen hat. Für eine Doktordissertation sind die Echiniden, die Echinodermen überhaupt, schlecht geeignet, wenn nicht schon eine längere Bekanntschaft mit denselben vorausgegangen war, und diese scheint Herrn PROUHO gemangelt zu haben. Wenn er an einer Stelle meint, dass nur Injektionen einen genauen Einblick in die Verhältnisse der Gefässe geben können, so zeigt dies, wie wenig er mit den Geweben dieser Tiere vertraut sein muss. LUDWIG hat bereits die auf Injektionen begründeten Resultate zurückgewiesen, und ich habe mich an mehreren Stellen gegen alle Gefäßinjektionen ausgesprochen, weil man je nach dem Druck der Flüssigkeit alle möglichen und unmöglichen Wege in der Bindesubstanz weisen kann. Daß unsere Resultate, sobald Injektionen angewendet wurden, nicht übereinstimmen können, ist somit selbstverständlich.

3. Bei der Bearbeitung der Echiniden war mir leider eine Ab-

---

1) HAMANN, Beitr. z. Histologie d. Echinodermen. Heft 2: Die Asteriden, Jena 1885.

2) PROUHO, Comptes rendus, pag. 102, 1886.

3) HAMANN, Vorl. Mitteil. z. Morphol. d. Echiniden, in: Sitz.-Ber. d. Jen. Ges. f. Med. u. Natw., Jahrg. 1886, Nr. 27.

4) PROUHO, Recherches sur le Dorocidaris et quelques autres Echinides de la Méditerranée, in: Arch. zool. exp. 1887.

handlung von NIEMIEC<sup>1)</sup> unzugänglich, da der Recueil Suisse auf der hiesigen Bibliothek nicht mitgehalten wird. Durch die Güte des Herrn Professor FOL wurde ich aber in den Stand gesetzt, nachträglich von dieser Arbeit Notiz nehmen zu können.

NIEMIEC hat *Psammechinus miliaris*, *Sphaerechinus brevis* und *Bryssopsis lyrifera* näher untersucht. Seine Resultate stimmen in vielen Punkten mit den meinigen überein. In der Darstellung der einzelnen Schichten, welche die Wandung der Füßchen zusammensetzen, stimmen wir überein. Jene der Längsmuskelschicht außen aufliegende Membran wird als *couche elastique* beschrieben, bei *Bryssopsis* hingegen als *circuläre Fasern* in Anspruch genommen.

Von dem Vorhandensein zirkulärer Muskelfasern in der Scheibe von *Spaerechinus* habe ich mich nicht überzeugen können.

Was die Nervenzüge anlangt, so wurden sie bis in die Scheibe verfolgt. „*Son plus grand renflement*“ — sagt der Autor in bezug auf den Füßchennerv — *se trouve dans le dernier plie du tube, mais je n'ai pas vu sa continuation dans le reste du disque.*“ Wie aus den Figuren aber hervorgeht, hat NIEMIEC mehr gesehen. So ist in Fig. 3 Taf. I die als *fibres radiales externes* bezeichnete Schicht der eine zum Epithel ziehende Nervenzug (vergl. die Figuren Taf. X, dies. Beiträge, Heft 3), und hat diese Schicht mit dem Bindegewebe nichts zu thun. Mit der Deutung einzelner Teile der Bindesubstanz als muskulös kann ich mich nicht einverstanden erklären. Als echte Muskelfasern kann ich nur die Längsmuskeln ansehen, während in der Bindesubstanzschicht ich jene Bündel, wie ich sie auf Taf. X, Fig. 3 u. 4 abgebildet habe, nur für bindegewebiger Natur erklären kann.

4. Nach Vollendung des Manuskriptes finde ich im Zoologischen Anzeiger Nr. 11, 25. Juni, Jahrgang 7, 1888 eine Mitteilung von JICKELI über das Nervensystem. In dieser wird der LANGE'sche Nerv der Asteriden als nervös in Anspruch genommen. Somit ist dieser Forscher, dessen Resultate über die Crinoiden, welche leider auch nur in kurzer Mitteilung bisher bekannt geworden sind, ich mehrfach bestätigen konnte, zur gleichen Ansicht gekommen, wie ich bei Ophiuren und Asteriden, wie in diesem Hefte ausführlich dargethan worden ist.

---

1) J. NIEMIEC, *Recherches sur les ventouses dans le règne animal*, in: *Rec. Z. Suisse*, Bd. 2, 1885.

Wenn JICKELI aber von einem vierten Nervensystem berichtet, welches in Gestalt von Nervenfibrillen und Ganglienzellen „in Grunde des Epithels“ des Darmes liegt und dies als eine neue Entdeckung schildert, so ist ihm wohl — wie SARASIN — diese Reihe von Abhandlungen entgangen. In Heft 2 pag. 14 ist „Das Nervensystem des Darmtraktes“ ausführlich geschildert und ebenso schon vorher in einer vorläufigen Mitteilung in den Nachrichten von der königl. Gesellsch. d. Wissenschaft. u. d. Georg-August-Universität Göttingen, 1884, Nr. 9. Auch habe ich Abbildungen dieser Darmnerven gegeben. Ebenso erwähnt dieser Autor mit keinem Wort, daß ich bereits das epitheliale Nervensystem in der Rückenhaut beschrieben habe!

Göttingen, Ende Juli 1888.

---

## Tafel-Erklärungen<sup>1)</sup>.

In allen Figuren gelten:

<i>BL</i> Blutlakune.	<i>nf</i> <sup>1</sup> , <i>nf</i> <sup>2</sup> , <i>nf</i> Nerven fibrillen.
<i>D</i> Darm.	<i>P. B.</i> POLI'sche Blase.
<i>BLR</i> Blutlakunenring.	<i>Sch</i> Schizocoelraum.
<i>GR</i> Gehirnring.	<i>WGR</i> Wassergefäßring.
<i>G</i> Ganglion.	<i>WG</i> Wassergefäß.
<i>gz</i> , <i>gz</i> <sup>1</sup> Ganglien.	

### Tafel I.

- Fig. 1 bis Fig. 9 Querschnitte durch einen Arm von *Ophioglypha albida*. Die Schnitte sind aus einer Serie und folgen der Nummer nach aufeinander. Mit Rot sind der durchquerte radiäre Nervenstamm sowie sämtliche periphere Nervenstämmе gekennzeichnet. *Gp*, *Gp*<sup>1</sup>, *Gp*<sup>2</sup> Ganglien.
- Fig. 1, 2, 3 und 4 sind Querschnitte durch die Intervertebralmuskeln; die Figuren 5—9 solche durch den Wirbel selbst.

### Tafel II.

- Fig. 1. Längsschnitt durch einen Teil eines Armes von *Ophioglypha albida*, um den gegliederten radiären Nervenstamm mit den Wirbel-Muskelnerven zu zeigen. *Sch* Längskanal, in welchem derselbe verläuft.
- Fig. 2. Längsschnitt in der Medianlinie des Armes geführt; das radiäre Wassergefäß ist der Länge nach durchschnitten. Ebendaher.
- Fig. 3. Etwas schematischer Vertikalschnitt durch Scheibe und einen Arm von *Ophiogl. alb.*
- Fig. 4. Querschnitt durch den radiären Nervenstamm, um den Ursprung der Seitennerven zu zeigen. D. oc. 3. WEIGERT'sche Kupferoxydlösg. *Ophiogl. alb.*
- Fig. 5. Querschnitt durch den radiären Nervenstamm, um den Ursprung der seitlichen Nervenzüge *N* zu zeigen und die Beteiligung der mit *nf*<sup>2</sup> bezeichneten Nervenfibrillen. Ebendaher. Färbung n. WEIGERT. (Kupferoxydlös.) D. oc. 3.
- Fig. 6. Längsschnitt durch den radiären Nervenstamm. *nf*<sup>1</sup> Nervenfibrillen desselben; *nf*<sup>2</sup> die periphere Lage von Nervenfibrillen mit ihren Ganglienzellen *gz*<sup>2</sup>. *N.m.i.I.* Nervenzug zur Wirbelmuskulatur ebendaher. D. oc. 3.

1) Die großen Buchstaben bezeichnen die Objektive, die Zahlen die Okulare von ZEISS. Die Bilder sind bei eingezogenem Tubus sämtlich mit der Camera entworfen.

- Fig. 7. Ganglienzellen aus dem dorsal-peripheren Belag des radiären Arm-Nervenstammes.  $\frac{1}{12}$ . Oelimm. oc. 4. Ophiogl. alb.  
Fig. 8. Schnitt durch das Ganglion ventrale.  $\frac{1}{12}$  Oelimm. oc. 3. Pikrinschwefels. kons. neutral. Karm. gef. Ophiogl. albida.  
Fig. 9. Oberflächenansicht der radiären Arm-Blutlakune von Ophiogl. albida. F. oc. 3.  
Fig. 10. Querschnitt durch den radiären Nervenstamm im Bereich der Intervertebralmuskeln, also zwischen zwei Wirbeln geführt. F. oc. 3. Ophiogl. alb.  
Fig. 11. Querschnitt durch den radiären Nervenstamm. Von der Blutlakune gehen rechts und links Zweige ab. F. oc. 3. Ophiogl. alb.  
Fig. 12. Zwei Epithelstützzellen aus dem radiären Nervenstamm ebendaher. F. oc. 3. Ophiogl. albida.

#### Tafel III.

- Fig. 1. Querschnitt durch den Gehirnring. D. oc. 3. Ophiogl. alb.  
Fig. 2. Querschnitt durch denselben und ein Mundfüßchen ebendaher.  
Fig. 3. Querschnitt durch denselben, an der Stelle, wo ein radiärer Nervenstamm herantritt. D. 3. Ophiogl. alb.  
Fig. 4. Querschnitt durch den Gehirnring, an einer anderen Stelle. D. 3. Ophiogl. alb.  
Fig. 5. Nervenendigungen in der Haut von Ophiogl. alb. F. oc. 3.  
Fig. 6. Querschnitt durch einen Arm von Ophiogl. alb., um die Verzweigung der Lateralnerven zu zeigen, welche vom radiären Nervenstamm entspringen.  
Fig. 7. Nervenendigung im Wimperepithel einer Bursa. Ophiogl. alb. F. oc. 3.  
Fig. 8. Ganglienzellen aus dem ventralen Belag des Gehirnringes. F. oc. 3. Ophiogl. alb.  
Fig. 9. Entkalkte Binde substanz ebendaher. D. oc. 3.

#### Tafel IV.

- Fig. 1. Längsschnitt durch ein Füßchen; der radiäre Nervenstamm ist quer durchschnitten. *N.l.I.* Nerv. lateralis primus, *N* Nervenzug im Füßchen. D. oc. 3. Ophiogl. alb.  
Fig. 2. Längsschnitt durch die ventrale Körperwand, um den Gehirnring, Steinkanal *St-K*, das drüsige Organ *Dr*, die Madreporenplatte zu zeigen. *D* die Darmwandung. A. oc. 2. Ophiogl. alb.  
Fig. 3. Querschnitt durch ein Füßchen von *Ophiothrix fragilis*. A. oc. 3.  
Fig. 4. Teil der in Fig. 3 abgebildeten Füßchenwandung von *Ophiothrix fragilis*, die Sinnesorgane zeigend. *kn* durchquerter Füßchennerv, *kn* Nervenzug zu den Knospen ziehend. F. oc. 3.  
Fig. 5. Ganglienzellen von *Ophioglyph. albida*, aus dem durchquerten Gehirnring. F. oc. 3.  
Fig. 6. Querschnitt durch den radiären bilateralen Nervenstamm von *Ophiothrix fragilis*, die regelmäßige Anhäufung der Ganglienzellen zeigend. A. oc. 3.

- Fig. 7. Teil eines Querschnittes durch den radiären Nervenstamm von *Ophiothrix fragilis*. Der Ursprung des einen der beiden Intervertebralnerven ist zu sehen. *nf* der dorsal-periphere Zellbelag mit seinen Nervenfibrillen. F. oc. 3.
- Fig. 8. Enterocoelepithel von der dorsalen Mittellinie. *Ophiothr. fragil.* F. oc. 1.
- Fig. 9. Querschnitt durch den radiären Nervenstamm ebendaher, die Bildung eines Seitennerven zeigend. F. oc. 3.
- Fig. 10. Zellengruppen auf dem Stachel von *Ophiothr. fragil.* von der Fläche gesehen. F. oc. 3.
- Fig. 11. Nervenzug mit seinem Ganglion *G* zum Stachel von *Ophiothr. fragil.* F. oc. 3.
- Fig. 12. Epithel des Porenganges der Madreporenplatte ebendaher. D. oc. 3.
- Fig. 13. Enterocoelepithel von *Ophiogl. albida*. F. oc. 3.

**Tafel V.**

- Fig. 1. Längsschnitt durch den Arm von *Ophiothrix fragilis*, um die Verzweigungen des vom durchquerten radiären Nervenstamm ausgehenden Latralnerven zu zeigen. A. oc. 2. *g, g<sup>1</sup>, g<sup>2</sup>* die Ganglien. *Ophiothr. fragil.*
- Fig. 2. Längsschnitt seitlich von der Medianlinie durch eine Armspitze derselben Art. *F* Fühler. Der gegliederte radiäre Nervenstamm tritt deutlich vor. Ebendaher.
- Fig. 3. Flächenansicht des Fühlers derselben Art. Lupenvergrößerung. Ebendaher.
- Fig. 4. Längsschnitt durch einen beweglichen Haken von *Ophiothr. fragil.* D. oc. 1.
- Fig. 5. Schnitt durch die Körperhaut. *ep* Epithel, *bg* Cutis. *Ophiomyxa pentagona*. D. oc. 3.
- Fig. 6. Flächenansicht eines beweglichen Hakens von *Ophiothr. fragil.* *M* der Beuger.
- Fig. 7. Querschnitt durch ein Mundfüßchen von *Ophiogl. alb.* D. oc. 3.
- Fig. 8. Längsschnitt durch die Madreporenplatte von *Ophiogl. albid.*, um die zwei Poren zu zeigen, *B* Eingang in die Bursa.
- Fig. 9. Das der Länge nach durchschnittenen, im Arm verlaufende radiäre Wassergefäß von *Ophiogl. alb.* F. oc. 3.
- Fig. 10. Querschnitt durch das radiäre Wassergefäß des Armes, rechts und links die zu den Füßchen führenden Wassergefäße. *Ophiogl. alb.* D. oc. 3.
- Fig. 11. Epithel aus dem Steinkanal von *Ophiogl. alb.* F. oc. 3. Osmiumpräp.
- Fig. 12. Querschnitt durch den Wassergefäßring und den Anfangsteil des von diesem entspringenden Steinkanales. *Ophiogl. alb.*
- Fig. 13. Isolierte Muskelfibrillen von *Ophioderma longicauda*. <sup>1</sup>/<sub>12</sub> Oelimm. ZEISS.
- Fig. 14. Längsschnitt durch den Rückenporus von *Ophiogl. alb.* D. oc. 3.
- Fig. 15. Schnitt durch die Madreporenplatte. *Ophiogl. alb.*
- Fig. 16. Längsdurchschnittenes Mundfüßchen derselben Art. D. oc. 2.

Fig. 17. Isolierte glatte Muskelfaser aus einem Intervertebralmuskel von Ophiogl. alb. F. oc. 3.

**Tafel VI.**

- Fig. 1. Längsschnitt durch eine Bursa Ophiogl. albida. *L—H* Leibeshöhle; *Ov* Ovarialsäckchen; *KW* Körperwand; *Uk* Urkeimzellen. D. oc. 2.
- Fig. 2. Teil eines Schnittes durch die Wandung einer Bursa, um den Verlauf der Genitalröhre zu zeigen. *H* Hodensackanlage.
- Fig. 3. Längsschnitt durch ein Ovarialsäckchen, Oph. alb. um die Urkeimzellen der Genitalröhre in ihrem Eindringen in dieselbe zu zeigen. *Sch* = Schizocoelraum, *PR* = Perihämälraum; *GR* Genitalröhre. F. oc. 3.
- Fig. 4. Längsschnitt durch ein Hodensäckchen und einen Teil der Wandung der Bursa. *e*<sup>2</sup> Cölomepithel. F. oc. 3.
- Fig. 5. Querschnitt durch das Bindegewebsseptum, in welchem im Zentrum die Genitalröhre *GR*, peripher in Lücken der Binde substanz die Blutflüssigkeit der dorsalen Blutlakune *Bl* verläuft. Chroms. entk. neutr. Karm. wie die vorhergeh. F. oc. 3.
- Fig. 6. Urkeimzellen aus der Genitalröhre. F. oc. 4.
- Fig. 7. Ansicht einer Ophiure von der Rückenfläche. Das Rückendach ist abgetragen. Diese Figur ist mit Benutzung einer KÖNLERschen Figur entworfen. Blau ist das Wassergefäßsystem, rot das Blutlakunensystem, welches in gelben Perihämäl- oder Schizocoelräumen verläuft, gekennzeichnet. Zugleich deuten die gelben Linien den Verlauf der Genitalröhren an. *Dr* Drüse. Der Verlauf der Blutlakunen sowie Genitalröhren ist bald in der ventralen Körperwand (interradial) oder in der dorsalen Körperwand (radial).
- Fig. 8. Längsschnitt durch die dorsale Blutlakune, Genitalröhre *GR*, um die zum Darm durch die Leibeshöhle ziehende Blutlakune *DBL* zu zeigen. F. oc. 3.
- Fig. 9. Schnitt durch die Darmwand von Ophiogl. alb. F. oc. 3.
- Fig. 10. Isolierte Darmepithelzellen ebendaher. F. oc. 3.

**Tafel VII.**

- Fig. 1. Längsschnitt durch das sog. gekammerte Organ von *Actinometra pulchella*. *K* die Kammern des Organes; *st* die Fortsetzung des drüsigen Organes in dieselben; *R* die verkalkte Rosette; *a—b*, *c—d* deuten die Richtungen an, in welchen die Schnitte Fig. 4 und Fig. 5 geführt sind. A. oc. 1.
- Fig. 2. Längsschnitt durch den unteren Teil des gekammerten Organes derselben Art. s. Text. D. oc. 1.
- Fig. 3 bis Fig. 8. Querschnitte durch das gekammerte Organ. *ChG* die Cirrhen-Gefäße. *c*, *C* das aborale Central-Nervensystem. Anted. rosac. A. oc. 1.



- Fig. 9. Teil des in Fig. 6 abgebildeten Querschnittes stärker vergrößert, um die Ganglienzellen und Nervenfibrillen zu zeigen. D. oc. 1. Anted. rosac.
- Fig. 10. Längsschnitt durch das gekammerte Organ von *Actinometra pulchella*. A. oc. 1. (Tangentialschnitt.)
- Fig. 11. Ganglienzellen mit Nervenfibrillen. (Chroms. entkalkt, Neutral. Karminlösg.  $\frac{1}{12}$  Oelimmers. oc. 3.)
- Fig. 12. Isolierte Epithelmuskelfibrillen aus dem Wassergefäßsystem von Anted. rosac. F. oc. 3.
- Fig. 13. Ebenfalls, Oberflächenansicht.

### Tafel VIII.

- Fig. 1. Einer der folgenden Schnitte (auf Fig. 8 von Tafel VII folgend) oberhalb des gekammerten Organes. Der Achsenstrang in dem Anfangsteil der Leibeshöhle suspendiert. A. oc. 1.
- Fig. 2. Längsschnitt durch die Mundöffnung von Ant. ros. Es ist nur die linke Hälfte wiedergegeben. *Schl* = Schlundwandung; *T* = Tentakel; *Nr* der durchquerte pentagonale Schlundring mit den von ihm sich abzweigenden Nervenzügen zum Tentakel und der (ventralen, ovalen) Körperwand, welcher wiederum einen Ast in die Leibeshöhle entsendet. *WT*<sup>1</sup> und *WT* zwei Wimpertrichter. A. oc. 1.
- Fig. 3. Der durchquerte Nerven-Schlundring mit seinen Ganglienzellen. F. oc. 1. Ant. ros.
- Fig. 4. Schnitt durch die Seitenwand eines Armes, im Bereich des zweiten Brachiale. Die Wimpertrichter und ein Nervenzug *nf* in der Binde substanz der Körperwand. *C*, *C*<sup>1</sup> Teile der Leibeshöhle. A. oc. 1. Ant. ros.
- Fig. 5. Ein Teil des vorigen Bildes stärker vergrößert. F. 1. Ant. ros.
- Fig. 6. Teil des der Länge nach durchschnittenen Nervenzuges, welcher vom (oralen) Schlundring entsprungen ist. F. oc. 1. Ant. ros.
- Fig. 7. Ein Arm-Nervenstamm vergrößert (vergl. Fig. 1). D. oc. 1. Ant. ros.
- Fig. 8. Zwei Enden von zwei Steinkanälen von *Actinometra pulchella*. D. oc. 1.
- Fig. 9. Ein durchquerter Cirrhusnerv mit dem Gefäß im Centrum und der bindegewebigen Scheidewand. F. oc. 1. Ant. ros.
- Fig. 10. Blutlakunen durchschnitten, aus der Leibeshöhle um die Mundöffnung gelagert. D. oc. 3. Ant. ros.
- Fig. 11. Schlundwandung. Epithel mit Nervenfibrillen und Drüsenzellen, Binde substanzschicht, Ringmuskelschicht und Leibeshöhlenepithel. D. oc. 3. Ant. ros.
- Fig. 12. Isolierte Schlundepithelzellen ebendaher. D. oc. 3. Ant. ros.
- Fig. 13. Durchquerter Armnervenstamm mit abgehenden Nervenzügen. D. oc. 3. Ant. ros.

**Tafel IX.**

- Fig. 1. Querschnitt durch einen Arm von *Ant. ros.* Nur der ventrale (orale) Teil ist wiedergegeben. *NL*<sup>1</sup> und *NL*<sup>2</sup> die beiden oralen durchquerten Längsnervenzüge. *TT*<sup>1</sup> die beiden Tentakel. *C*, *C*<sup>1</sup>, *C*<sup>2</sup> Fortsetzungen des Enterocoels in die Arme. *G* Genitalstrang. *NV* Verbindungsnerf zwischen oralen Längsnerven und dorsalem (aboralem) Nervenstamm des Armes. A. oc. 2. Hämatoxylin.
- Fig. 2. Das Chiasma der Armnerven. *Ant. ros.* D. oc. 3.
- Fig. 3. Ganglienzellen aus dem Zentralorgan des mesodermalen Nervensystems. <sup>1/12</sup> ZEISS Oelimm. neutral. Essig-Karmin.
- Fig. 4. Quer durchschnittenen drüsiges Organ. A. 1. *Ant. ros.*
- Fig. 5. Dasselbe stärker vergrößert. F. oc. 1. *Ant. ros.*
- Fig. 6. Ganglienzellen und Nervenfasern aus dem Chiasma. A. F. oc. 1. *Ant. ros.*
- Fig. 7. Querschnitt durch die Mundöffnung in der Höhe des Wassergefäßes. *WGR*, *WG*<sup>1</sup>, *WG*<sup>5</sup> Wassergefäßring und Wassergefäße. *a*, *b* die einzelnen vom Schlundring *NR* sich abzweigenden Nervenzüge; *Nf* Nervenfibrillenschicht des Schlundes; *Anted. rosac.*
- Fig. 8. Querschnitt durch einen ventralen Längsnervenzug. *Anted. rosac.* F. oc. 1.
- Fig. 9. Epithel mit Nervenendigungen von *Anted. rosac.* F. oc. 1.
- Fig. 10. Teil eines Querschnittes durch den Arm. *ep*, *nf* Epithel der Ambulacralfurchen; *Sch* Schizocoellängskanal durchquert; *WG* Wassergefäß quer durchschnitten. Ebendaher. D. oc. 3.
- Fig. 11. Isolierte Zellen aus dem drüsigen Organ. *Anted. rosac.* F. oc. 1.
- Fig. 12 und 13. Querschnitte durch das gekammerte Organ an seinem ventralen Ende. *Anted. rosac.*

**Tafel X.**

- Fig. 1. Querschnitt durch den ventralen Teil eines Armes; nur die eine Hälfte ist dargestellt. *LN* durchquerter Längsnerv; *TN* Nervenzug zum Tentakepithel. *Anted. Eschrichtii.* A. oc. 4.
- Fig. 2. Durchquerter dorsaler Nervenstamm des Armes von *A. Eschrichtii.* *N. musc.*<sup>1</sup> und *N. musc.*<sup>2</sup> zu den Interbrachialmuskeln ausstrahlende Nervenzüge. A. oc. 4.
- Fig. 3. Querschnitt durch den ventralen Teil eines Armes von *Anted. rosac.*; nur der rechte Tentakel ist längsdurchschnitten. F. oc. 1.
- Fig. 4. Ein durchquerter Längsnerv des Armes von *A. Eschrichtii.* F. oc. 1.
- Fig. 5. Tentakepithel, von der Innenseite von *A. Eschrichtii.* F. oc. 1.
- Fig. 6. Isolierte Epithelzellen aus der Ambulacralfurche eines Armes von *Anted. Eschrichtii.* F. oc. 1.
- Fig. 7 und 8. Querschnitte durch den Nervenstamm eines Armes von *A. Eschrichtii.* F. oc. 1.

- Fig. 9. Unpolare Ganglienzellen ebendaher. F. 1.  
Fig. 10. Nervenendigungen am Epithel von Anted. Eschrichtii. F. oc. 3.  
Fig. 11. Durchquerter Nervenzug im Cirrhus von Anted. carinata. D. oc. 2.  
Fig. 12 und 13 ebendaher. A. oc. 4.  
Fig. 14 und 15. Sinnespapillen von den Tentakeln eines Armes von Antedon carinata und einer Pinnula von Anted. Eschrichtii. F. oc. 1 und F. oc. 3.  
Fig. 16. Zellen des Schizocoelkanales eines Armes.  
Fig. 17. Epithel eines Wassergefäßes des Armes.  
Fig. 18. Enterocoelepithel aus dem Dorsalkanal eines Armes. Sämtliche drei von Anted. Eschrichtii. F. oc. 3.

### Tafel XI.

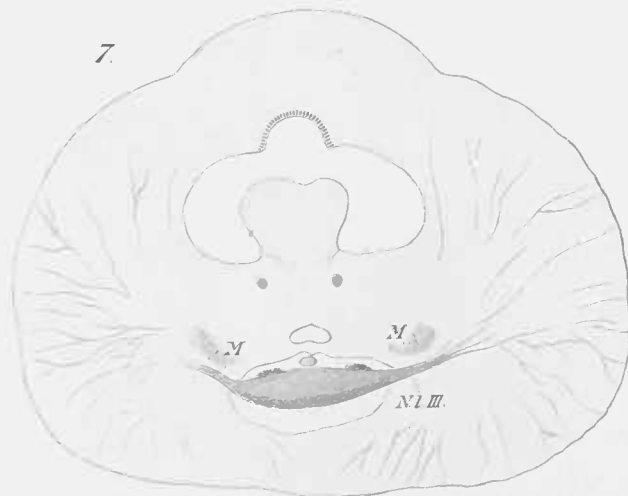
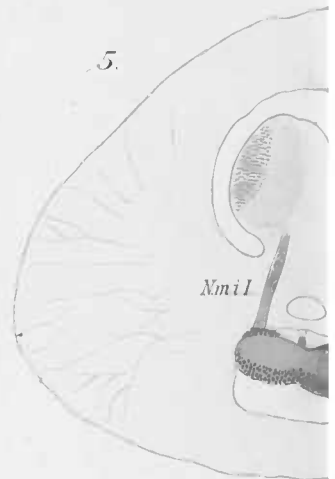
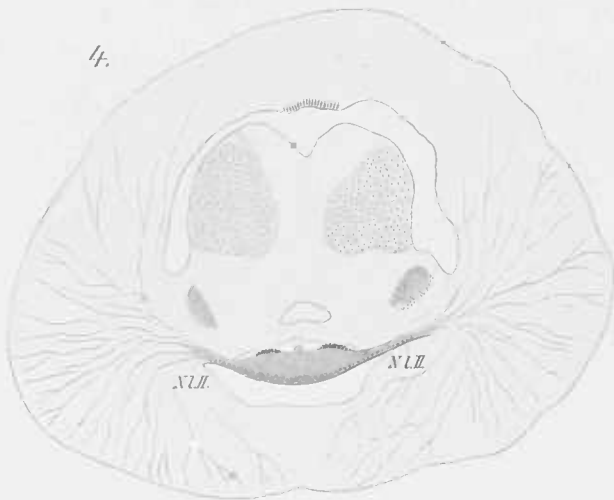
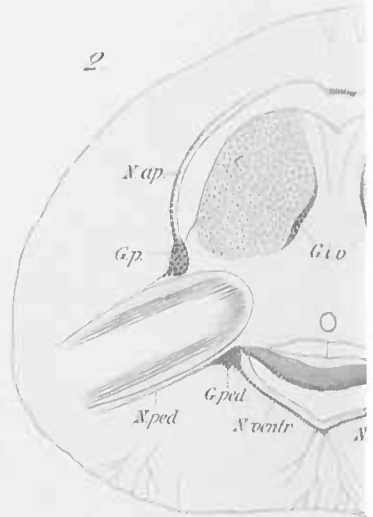
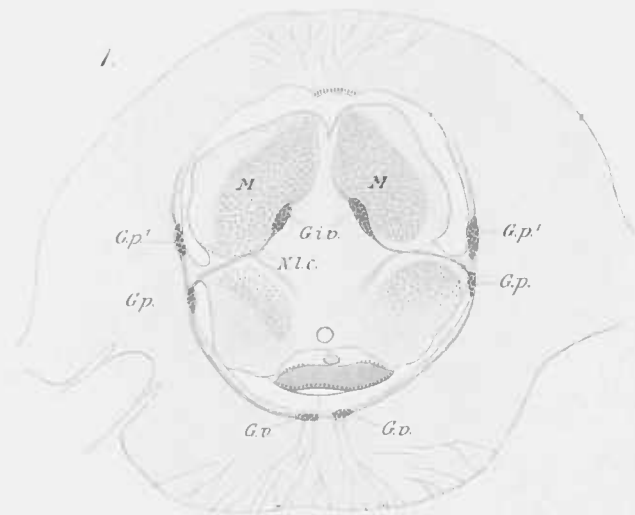
- Fig. 1. Ganglienzellen von Anted. carinata. F. oc, 3.  
Fig. 2. Querschnitt durch einen Arm von A. rosac. *NP* Pinnulalnerv; *VN* zu den Längsnerven *LN* ziehender Nervenzug. *T* Tentakel.  
Fig. 3. Querschnitt durch den Arm; zugleich Längsschnitt durch eine Pinnula. *H* Hoden. A. rosac.  
Fig. 4. Längsschnitt durch einen Cirrhus. *N* Längsnerv desselben. A. rosac. A. oc. 1.  
Fig. 5. Durchquerter Cirrhus von A. rosac.  
Fig. 6. Muskelfasern von A. rosac. *b* eine isolirt. F. oc. 3.  
Fig. 7. Fasern aus dem Antagonisten eines Armmuskels.  $\frac{1}{12}$  Oelimm. oc. 3.  
Fig. 8. Muskelfasern durchquert von Anted. Eschrichtii. F. oc. 3.  
Fig. 9. Solche von A. rosac. F. oc. 3.  
Fig. 10. Cirrhus-Fasern von A. rosac. F. oc. 3.  
Fig. 11. Cirrhus-Faserbündel ebendaher. F. oc. 3.  
Fig. 12. Integument von Actinometra pulchella.  
Fig. 13. Querschnitt durch eine Ambulacralfurche von A. pulchella. *T* Tentakel. D. oc. 1.  
Fig. 14. Querschnitt durch ein Brachiale. *P* die Porenkanäle, welche teilweise in den Genitalkanal führen. A. rosac. A. oc. 4.  
Fig. 15. Porenkanal von Anted. rosac. F. oc. 1.  
Fig. 16. Durchquerte Blutlakune von A. rosac. F. oc. 3.  
Fig. 17. Längsschnitt durch die Wandung einer solchen. *blf* Blutflüssigkeit. F. oc. 3.

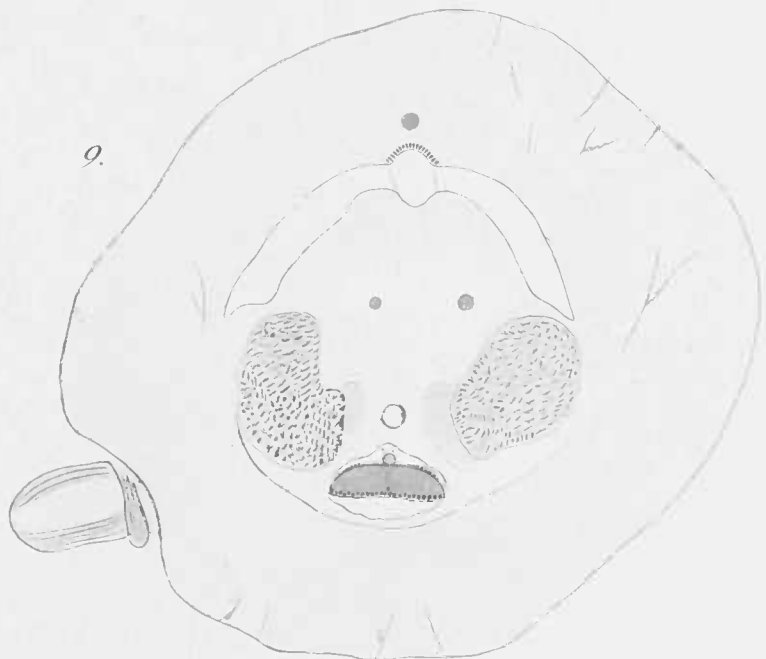
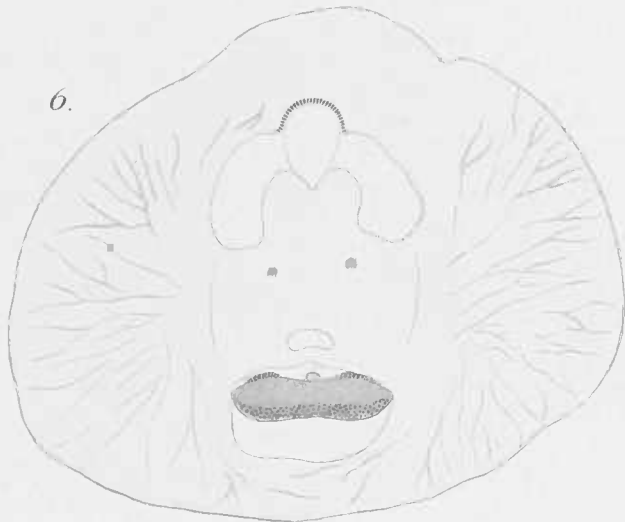
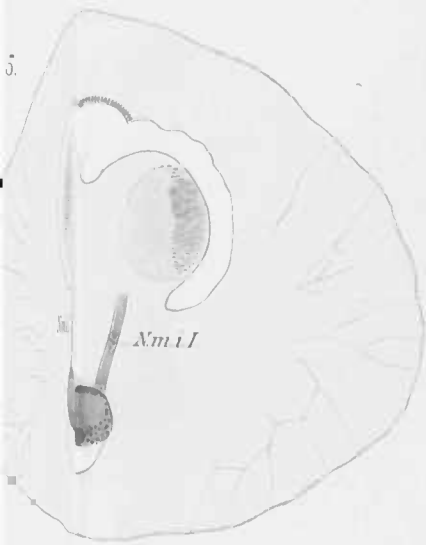
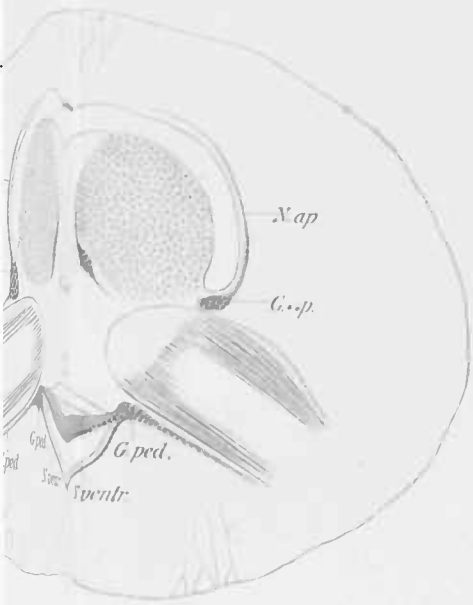
### Tafel XII.

- Fig. 1. Längsschnitt durch die Afterröhre von Anted. rosac. *DW* Darmwandung; *Int.* Integument.  
Fig. 2. Teil der Afterröhre stärker vergrößert. *ep* Epithel, *bg* Binde-  
substanz der Körperwand, *rm* Ringmuskulatur, *bg*<sup>1</sup> und *e*  
Binde-  
substanzschicht und Innenepithel der Darmwand.

- Fig. 3. Längsschnitt durch eine Pinnula. *GS* Genitalschlauch mit reifen Eiern.
- Fig. 4. Teil der Wandung desselben stärker vergrößert. *ek* Eikern, *rk* Richtungskörperchen. F. oc. 3.
- Fig. 5. Schnitt durch ein Wimpersäckchen von *Anted. rosac.* F. oc. 3.
- Fig. 6. Genitalschlauch und Genitalröhre längs durchschnitten aus dem Kelch von *Anted. rosac.* D. oc. 3.
- Fig. 7. Derselbe durchquert. Ebendaher. F. oc. 3.
- Fig. 8. Durchquerter Genitalschlauch aus dem Arm von *Anted. rosac.* F. oc. 3.
- Fig. 9. Derselbe von *Anted. Eschrichtii.* D. oc. 3.
- Fig. 10. Vertikaler Längsschnitt durch das Integument von *Anted. rosac.* *C, C'* Hohlräume des Enterocoels. D. oc. 1.
- Fig. 11. Ganglienzellen aus einem Pinnulanerv von *Pentacrinus decorus.* F. oc. 3.
- Fig. 12. Längsschnitt durch einen Pinnulanerv während seines Verlaufes im Arm. *M* Muskelfasern; *NP* der Nerv. *Pentacrinus decorus.* D. oc. 1.
- Fig. 13. Plasmawanderzellen aus der Bindesubstanz von *Anted. rosac.* F. oc. 3.
- Fig. 14. Bindesubstanz aus dem Arm von *Anted. Eschrichtii.* F. oc. 3.
- Fig. 15. Plasmawanderzellen von *Anted. Eschrichtii.* F. oc. 3.
- Fig. 16. Zwei längsdurchschnittene Wimpersäckchen aus dem Dorsalkanal einer Pinnula von *Pentacrinus decorus.*
- Fig. 17. Bindegewebe von *Actinometra parvicirra.* D. 1.
- Fig. 18. Große blasige Zelle aus der Bindesubstanz von *Actinometra parvicirra.* F. oc. 3.
- Fig. 19. Isolierte Zellen aus einer Sinnespapille eines Tentakels von *Anted. rosac.* F. oc. 3.
-



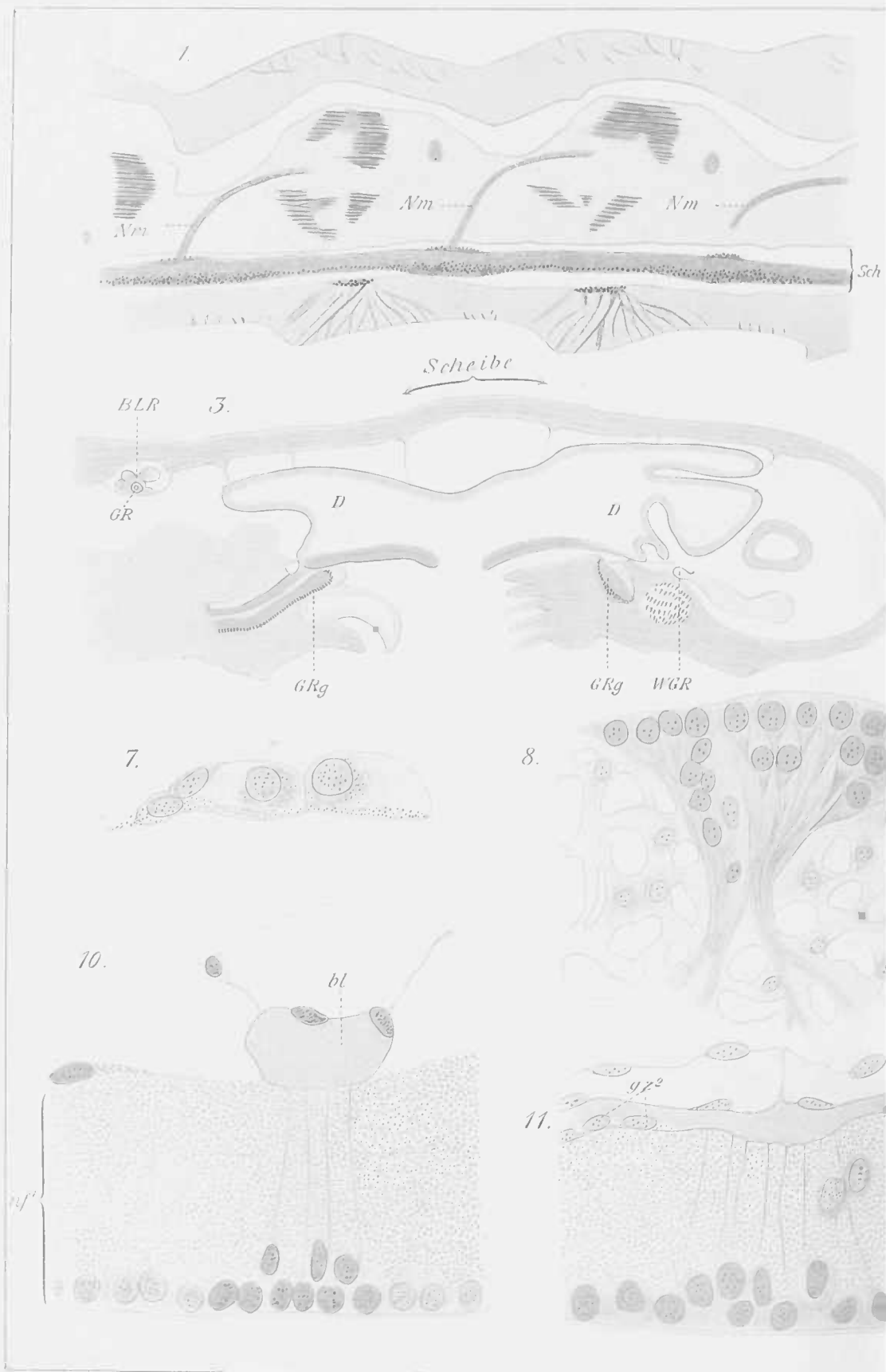


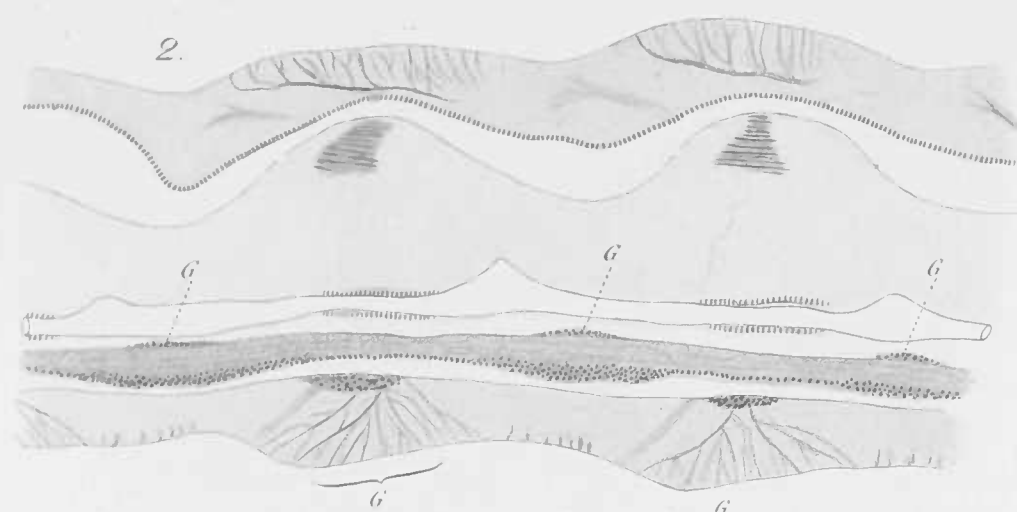








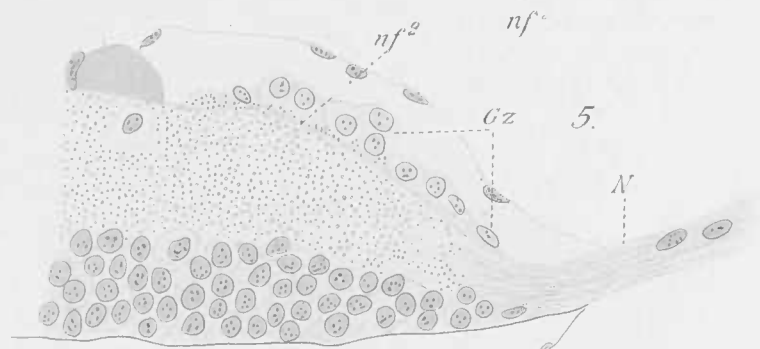




12.

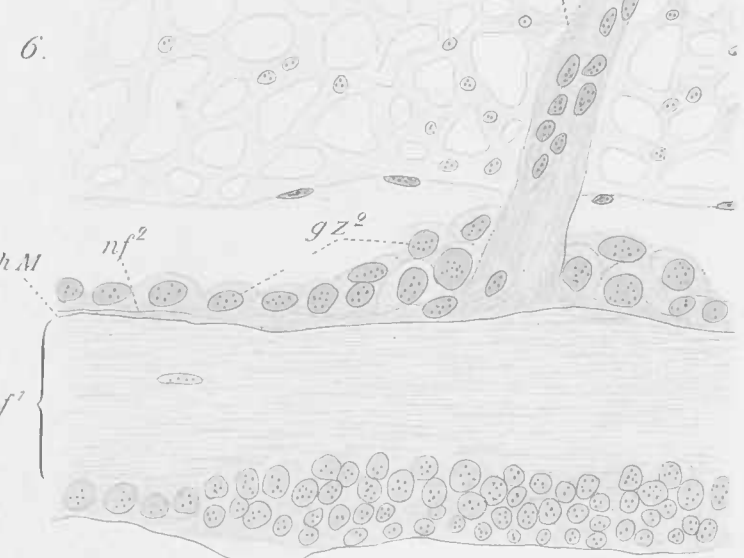


4.



5.

9.

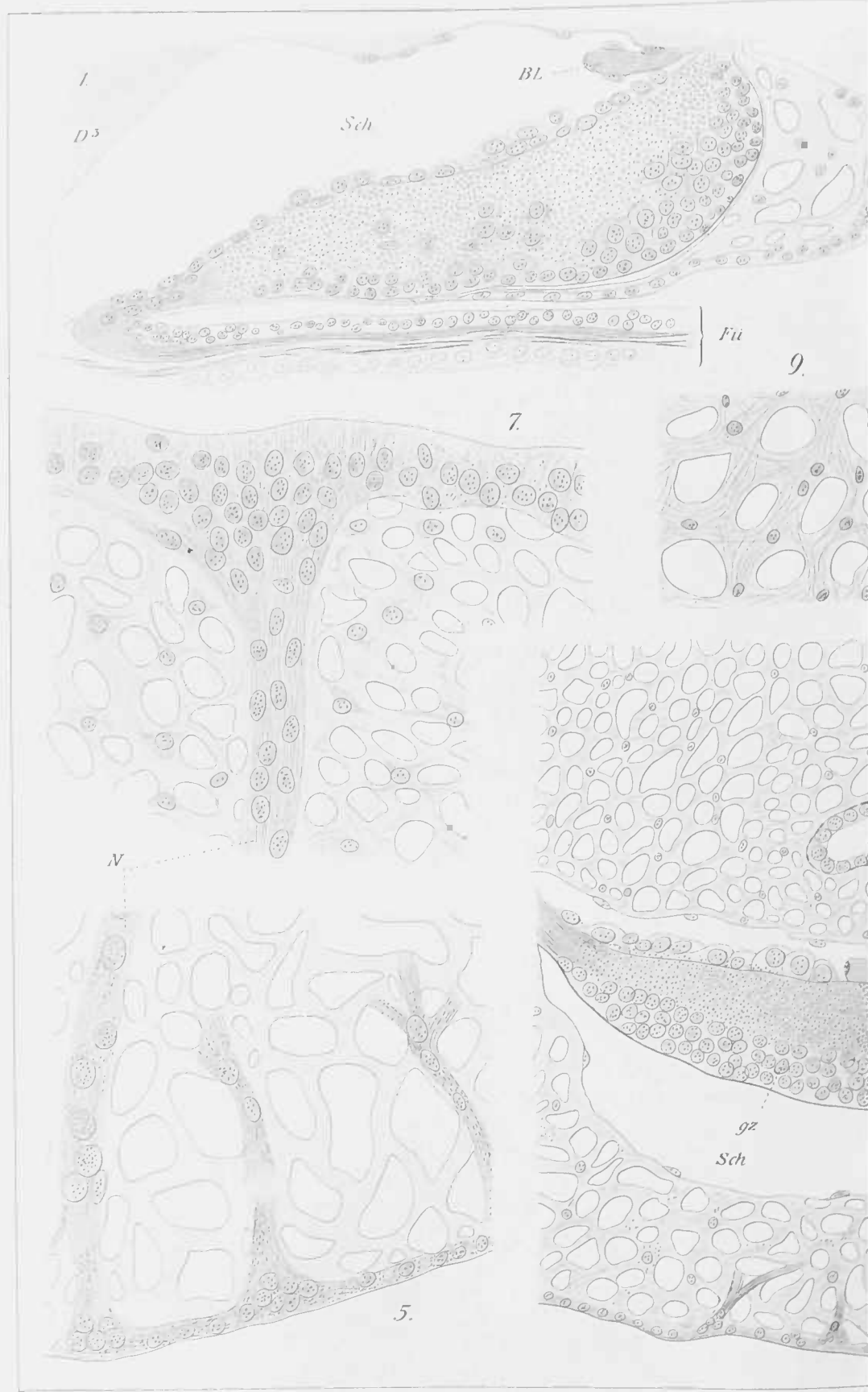


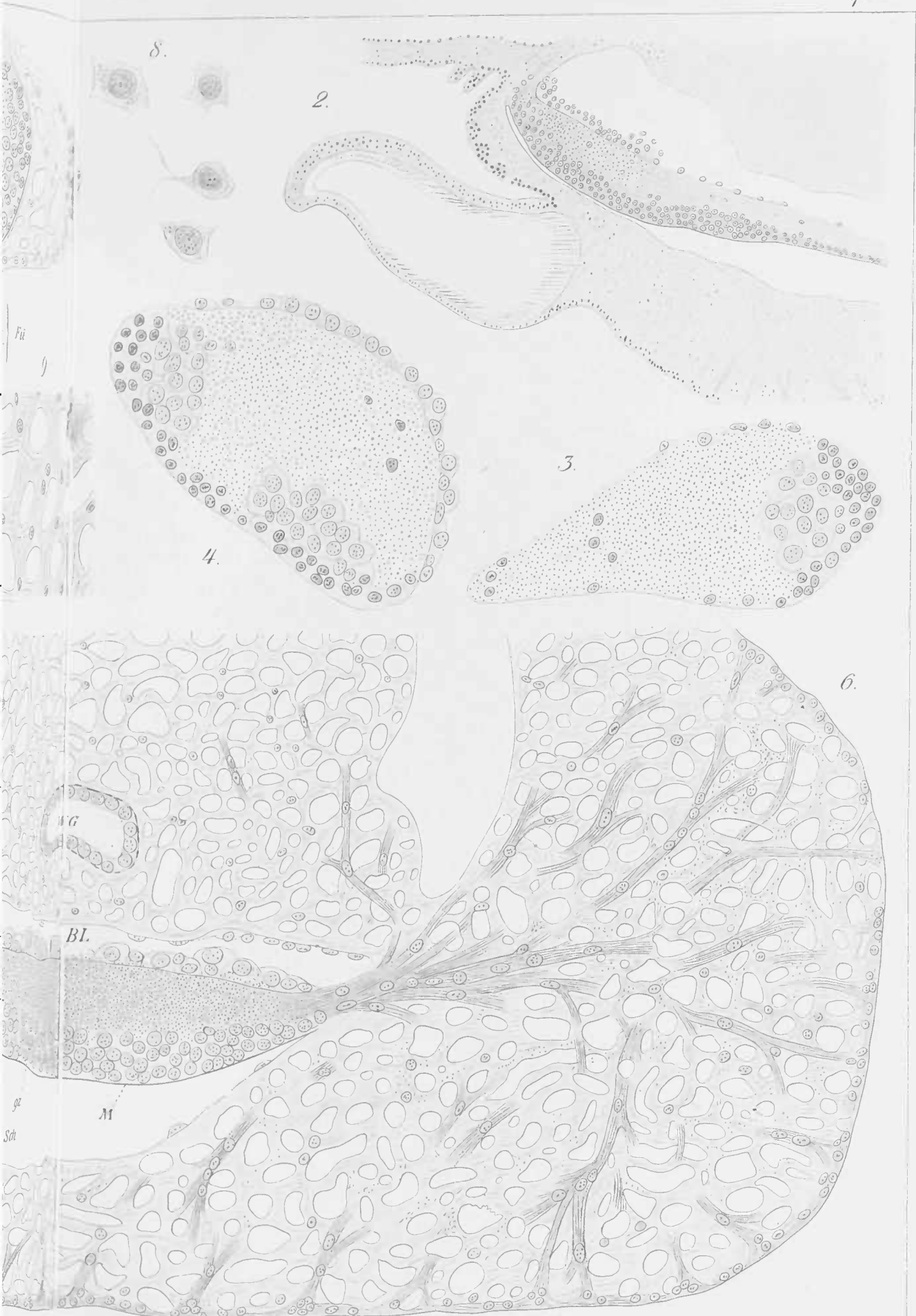
6.

nf^1













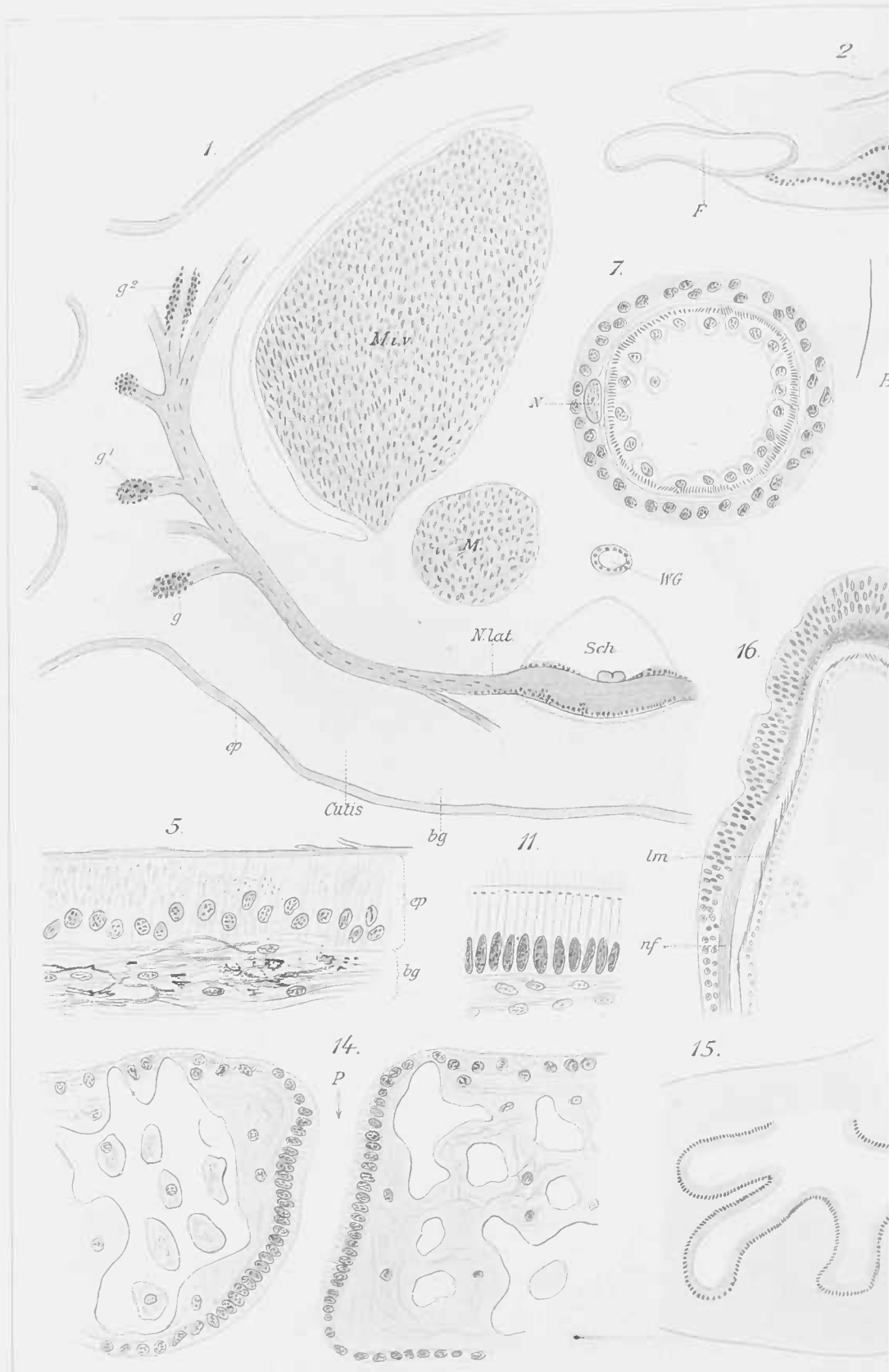










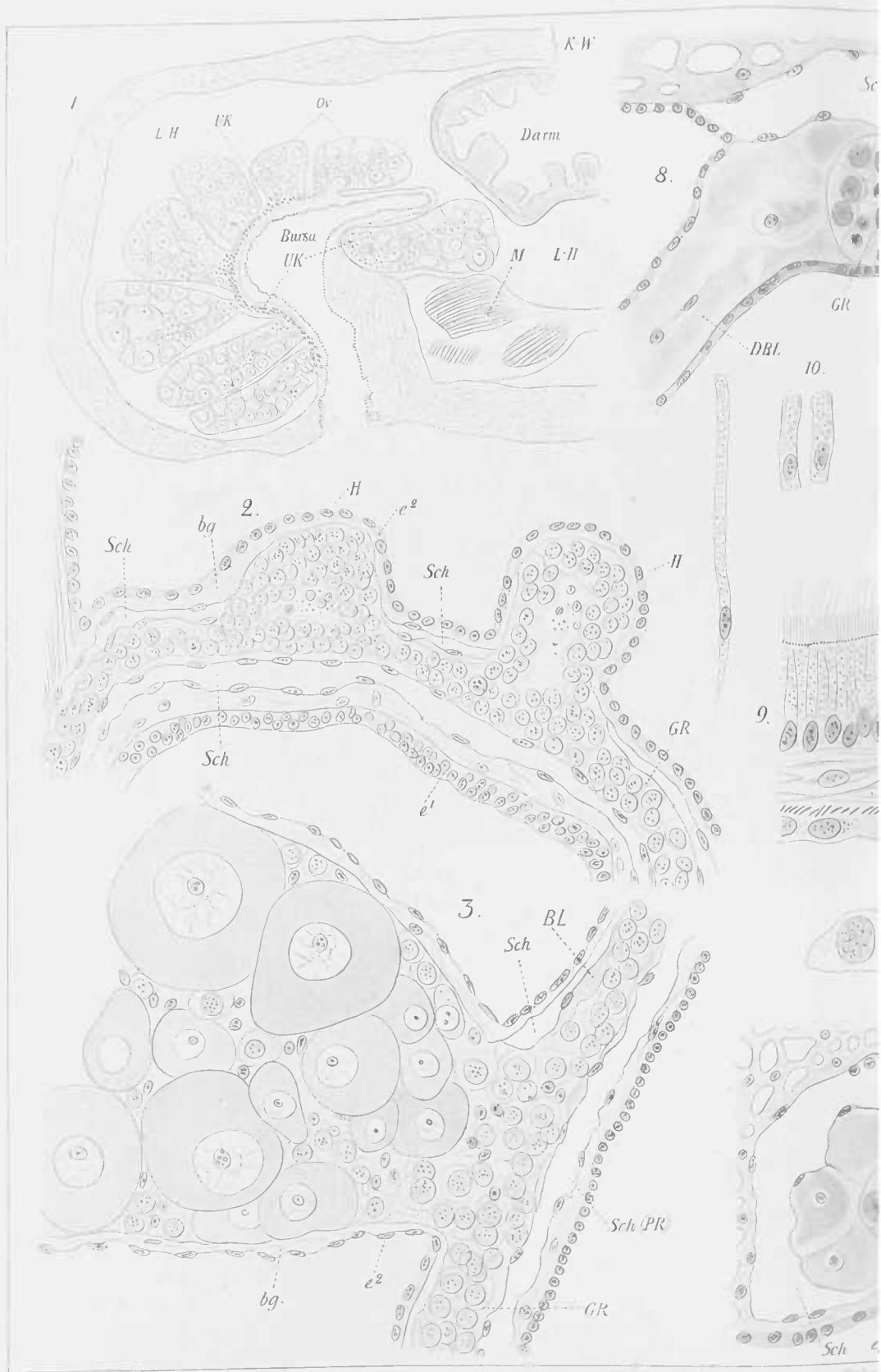


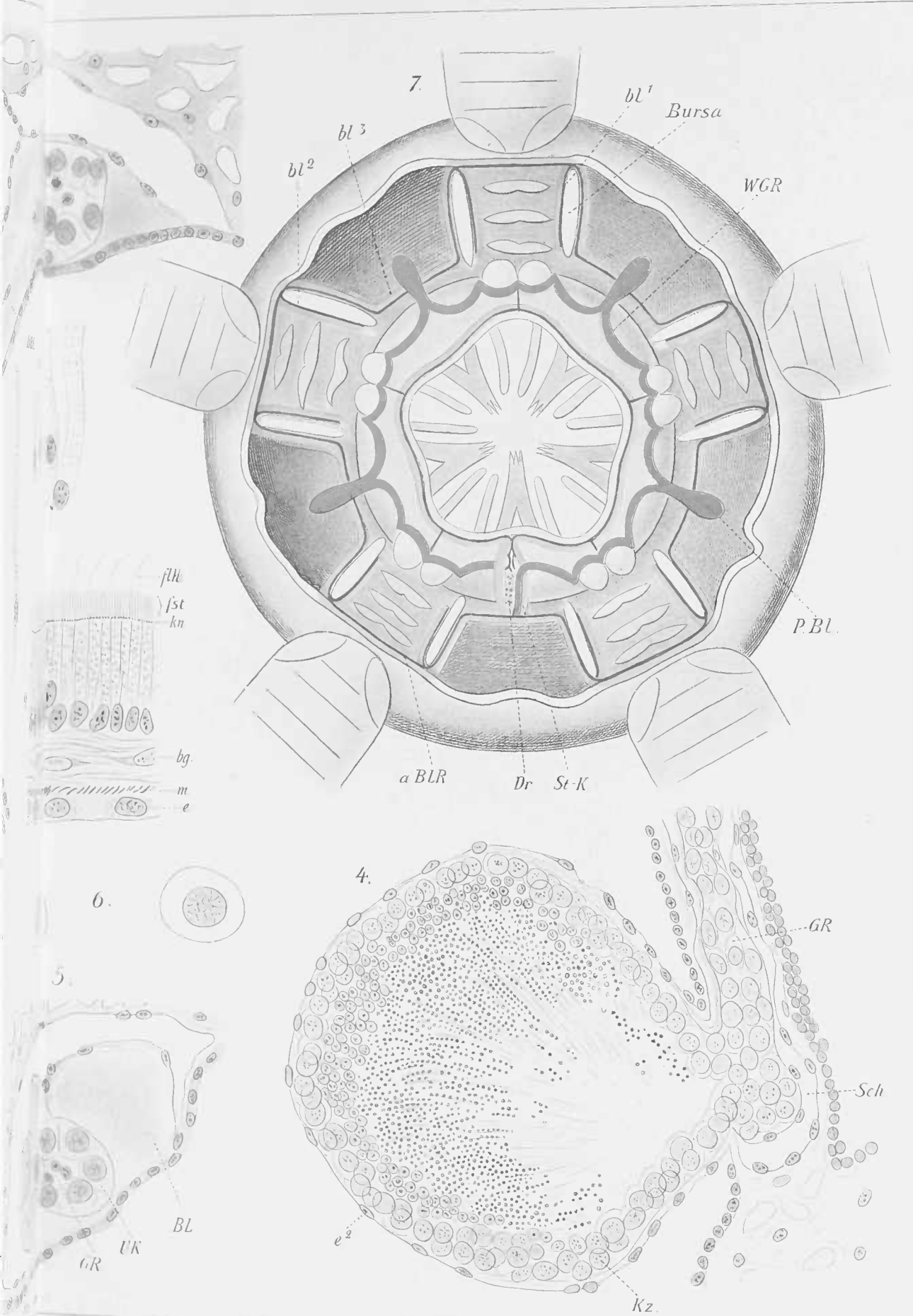






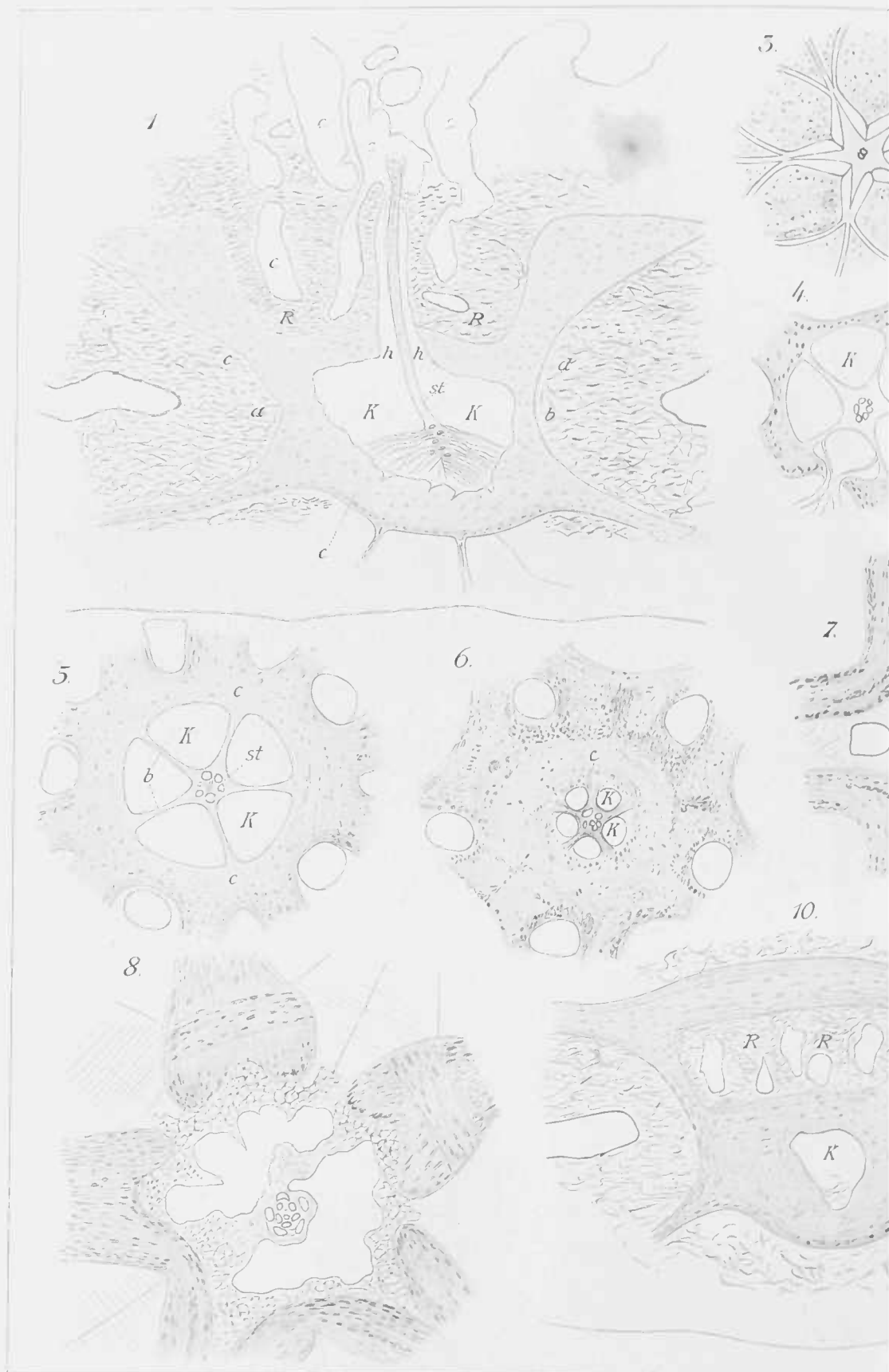


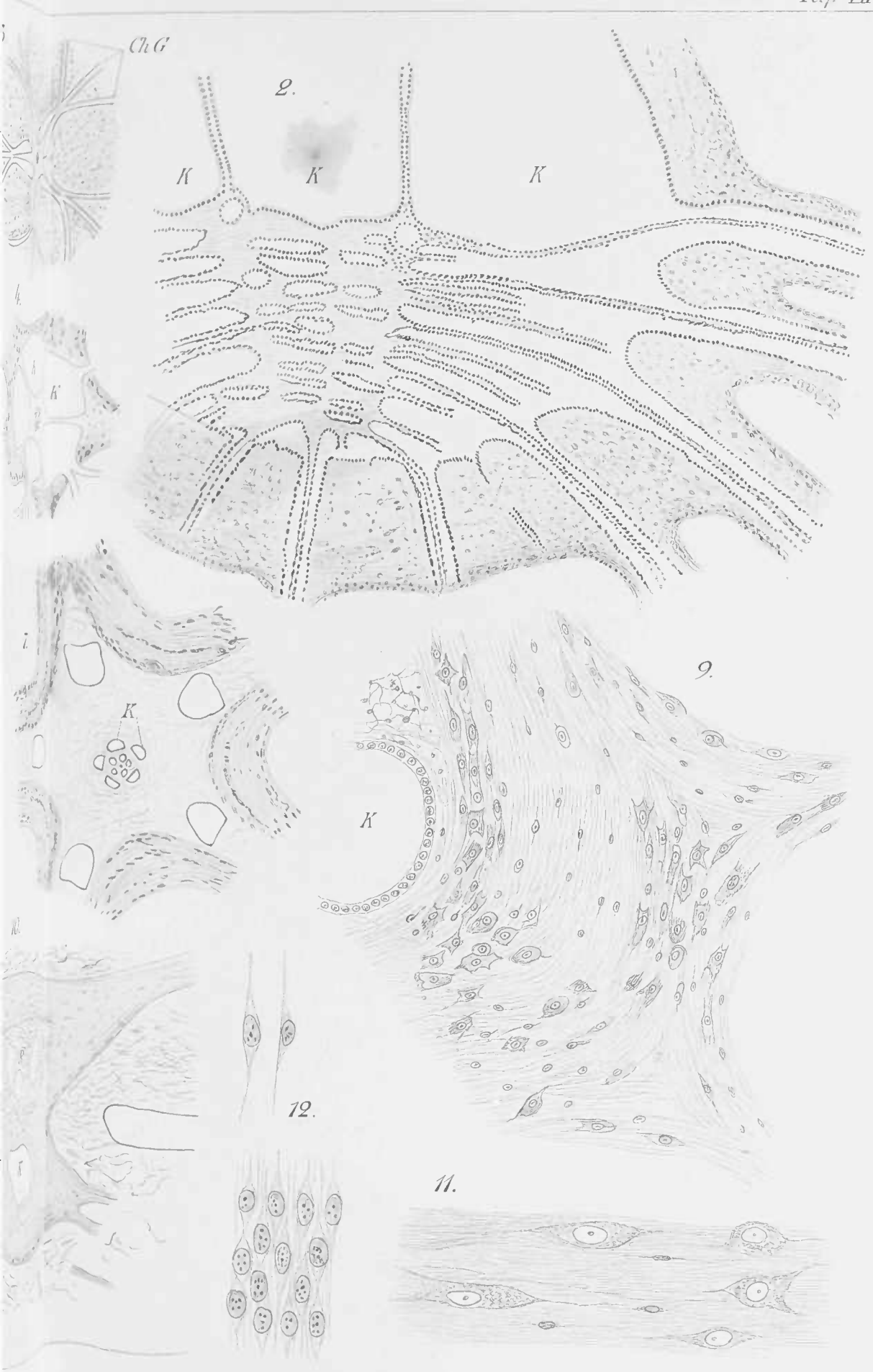








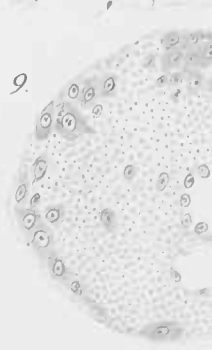
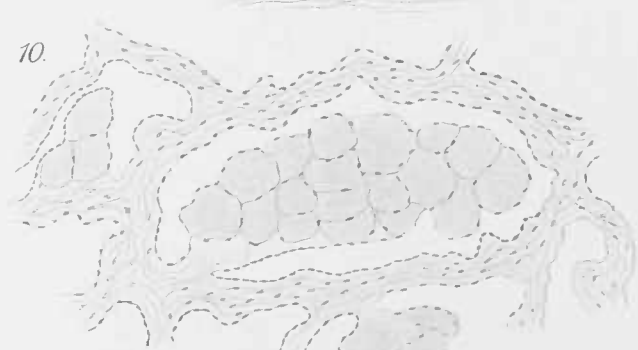
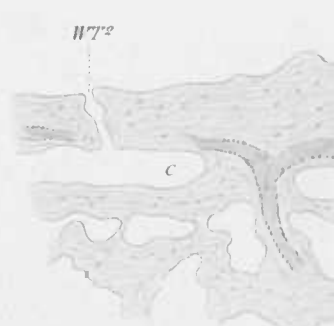
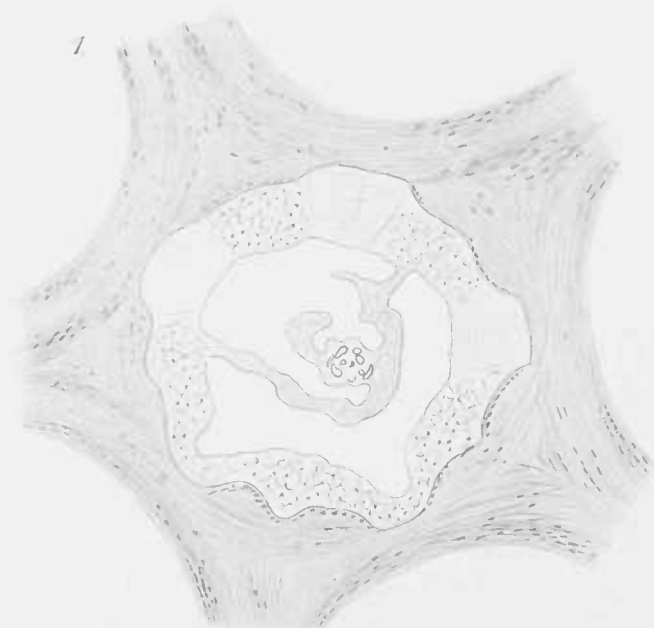












Hamann del.

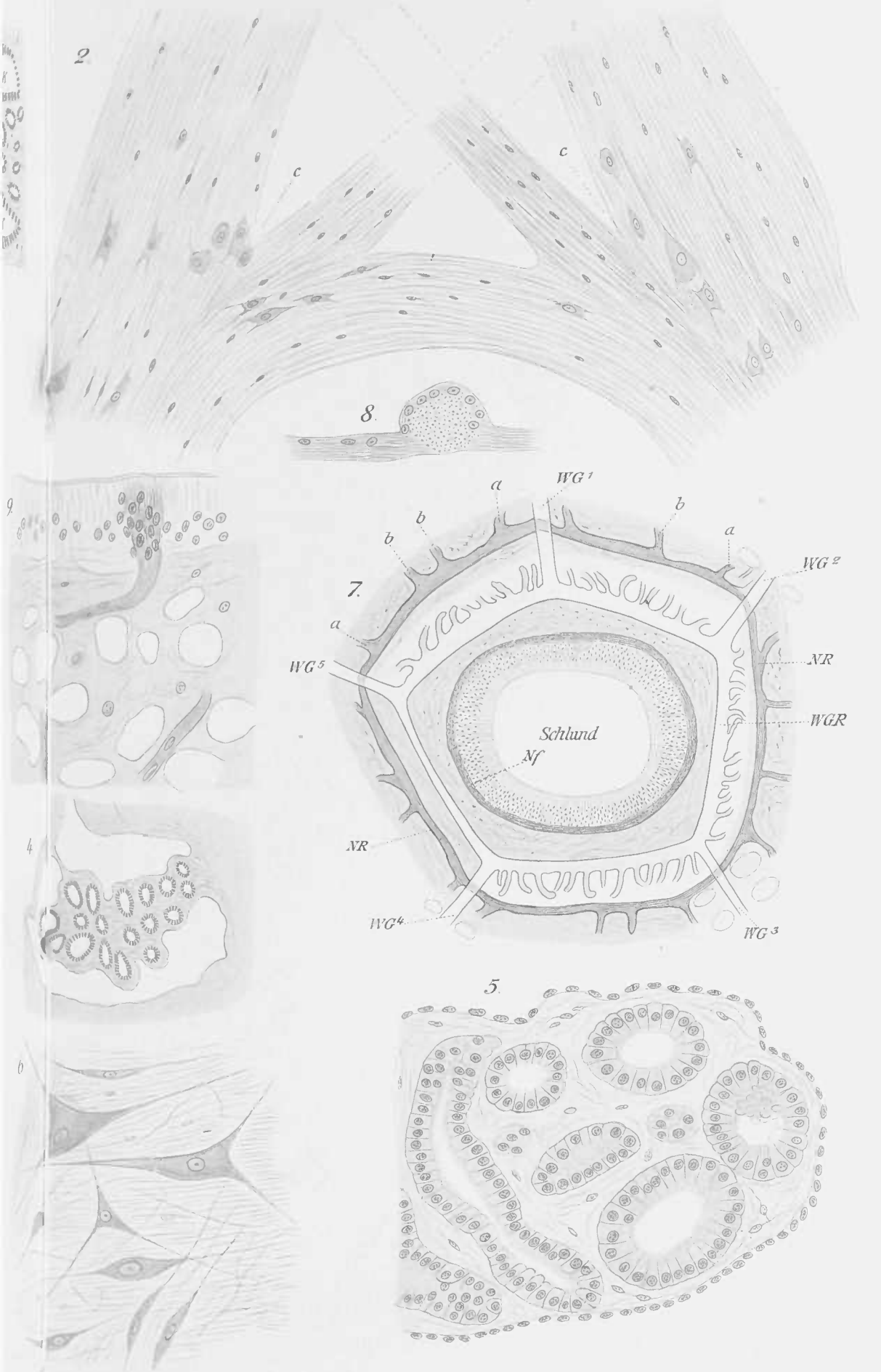
Verl. v. Gustav









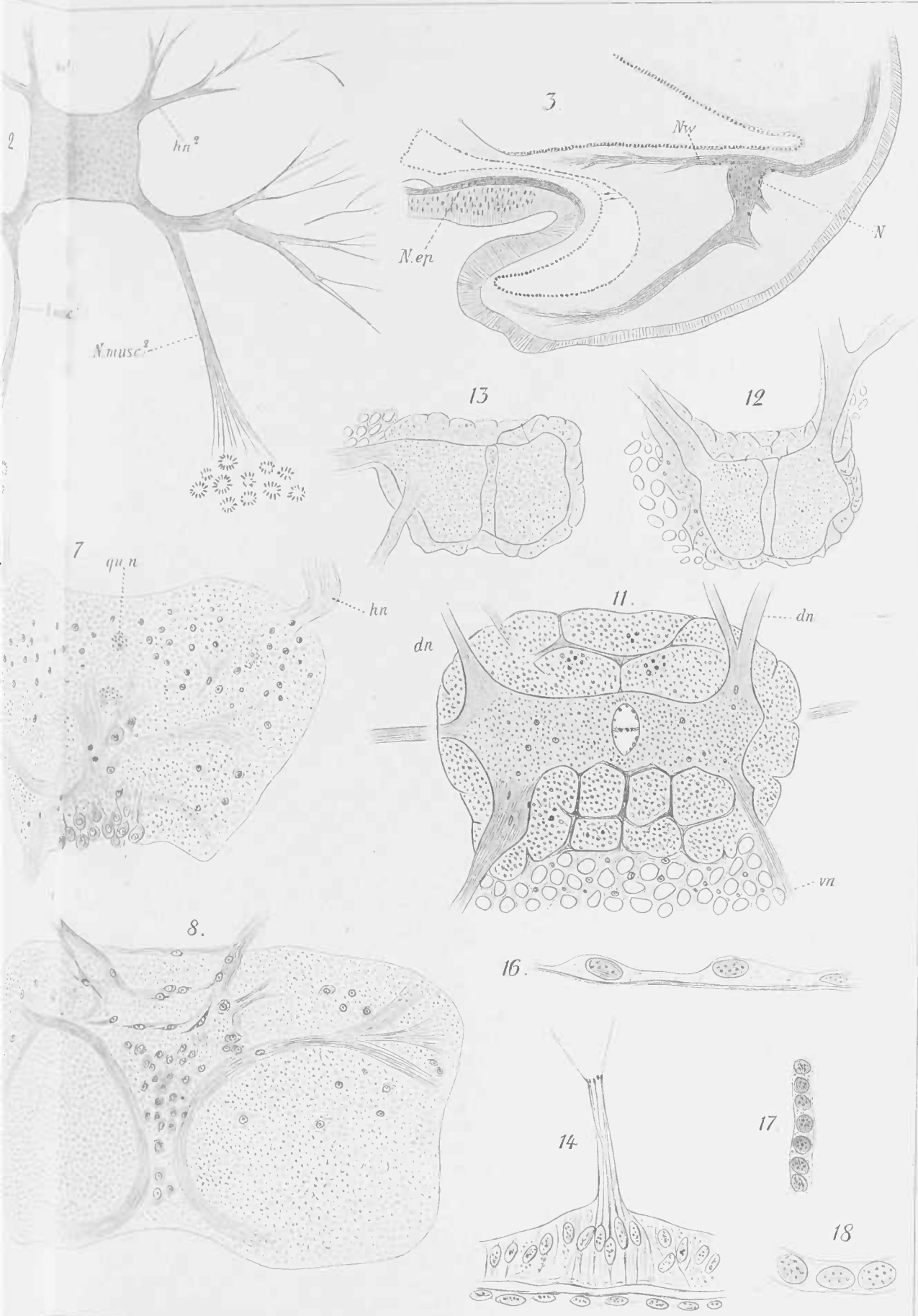








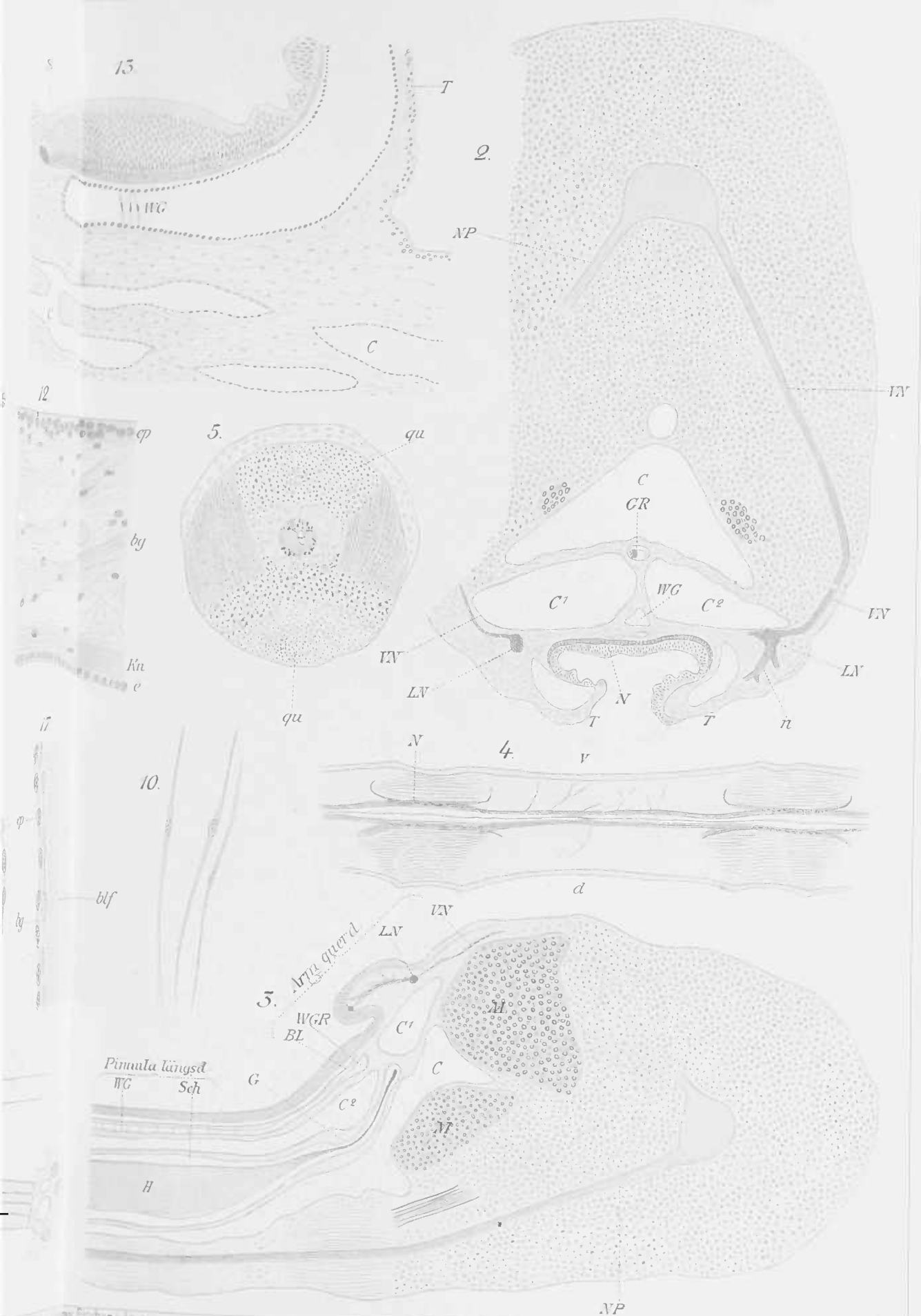








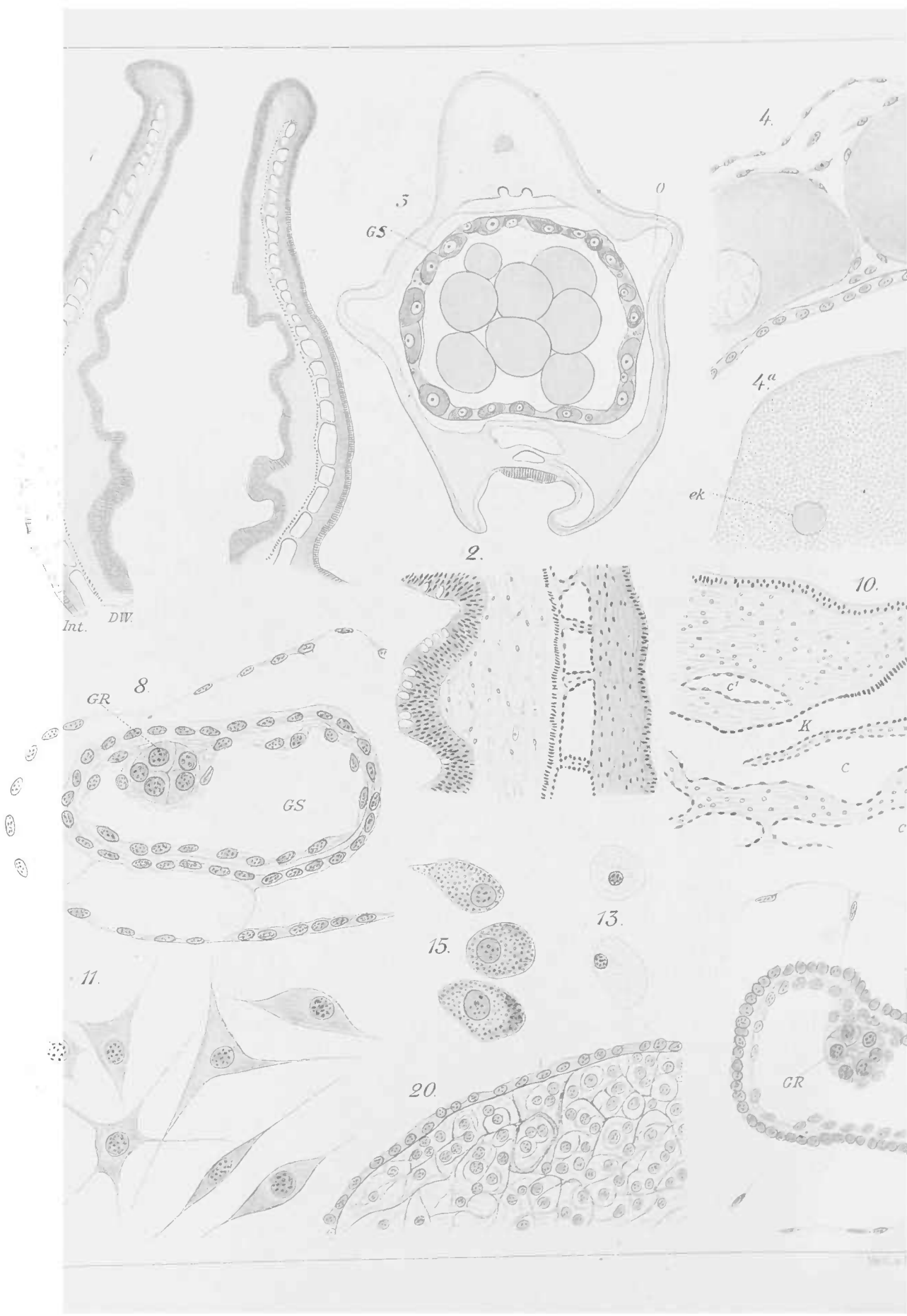


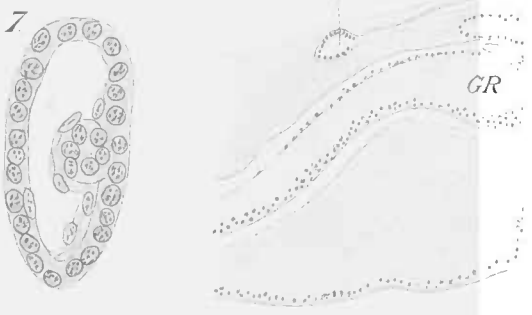
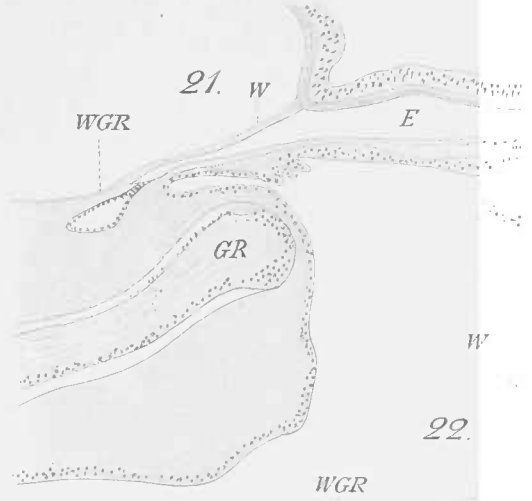
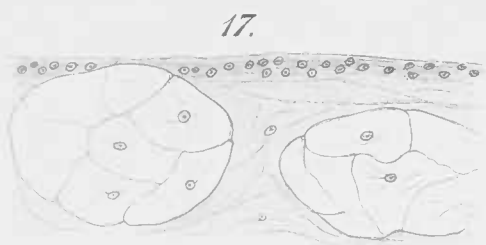
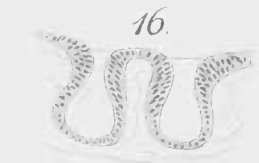
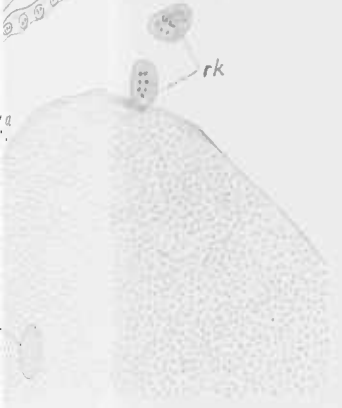
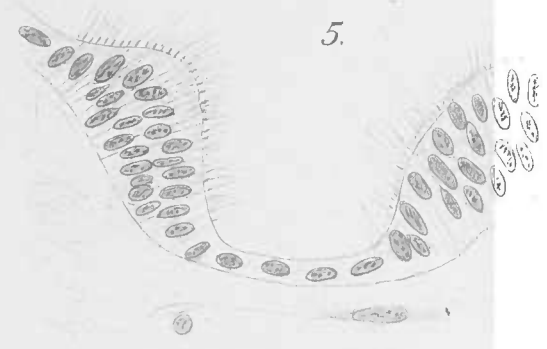
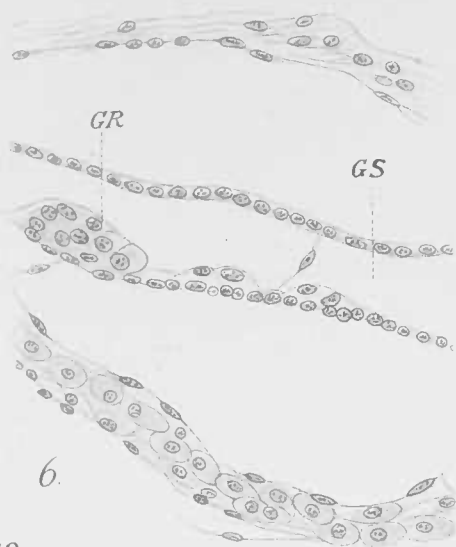
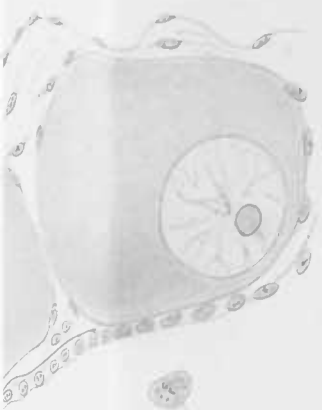














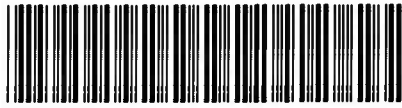




**DEDALUS - Acervo - IO**

03.323  
H185b  
v.1-4

Beitrage zur histologie der echinodermen:



12200003530

HAMANN, OTTO. 2074 a 2077

BEITRAGE ZUR HISTOLOGIE DER  
ECHINODERMEN: HOLOTHURIEN...  
C3.323/H185B  
v.1-4

210037430

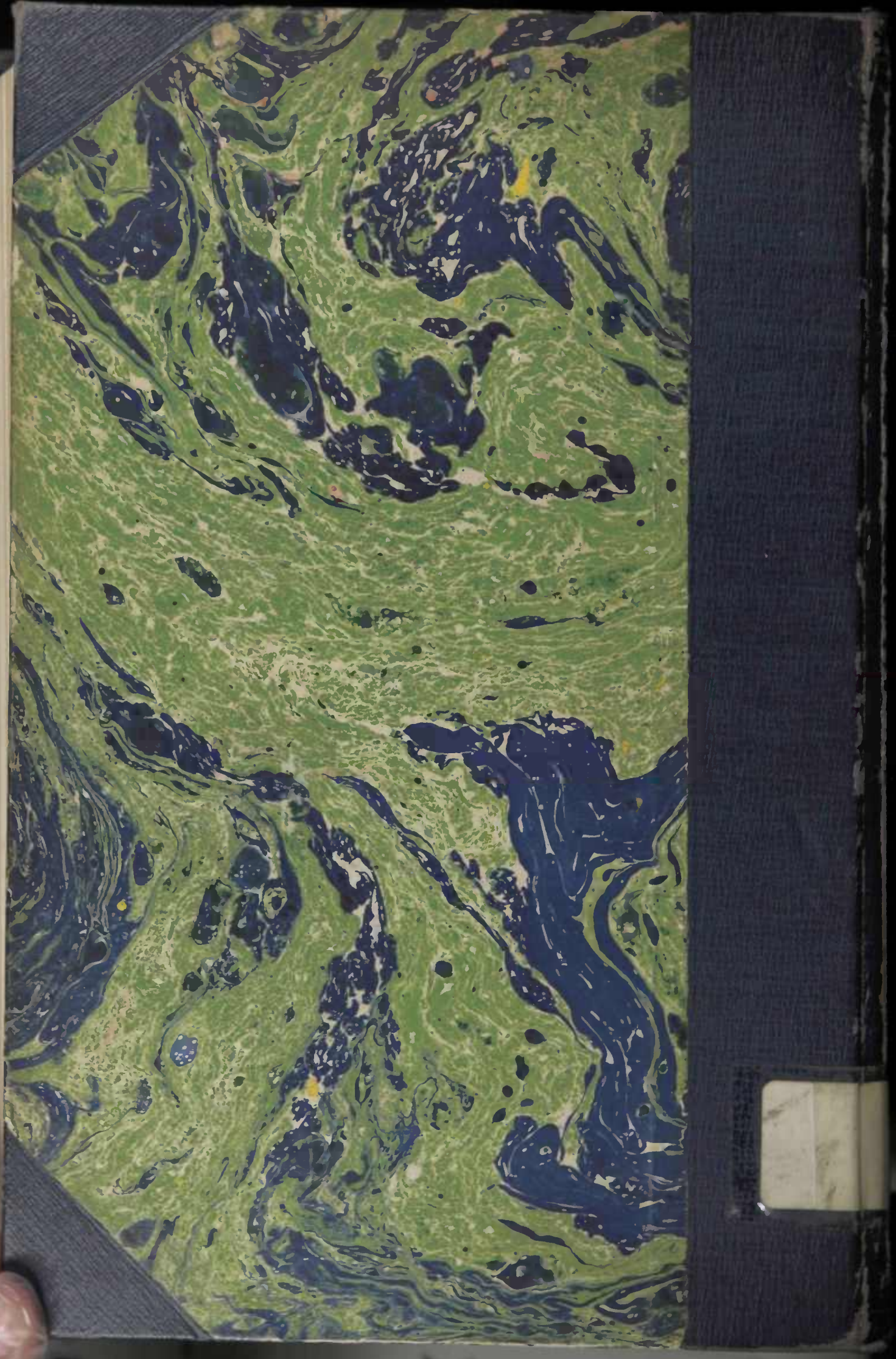
2074

~~2077~~

**BIBLIOTECA**  
**Inst. Oceanográfico**

MOD. 300-084 - 6.000 - 7 - 62







## ORIENTAÇÕES PARA O USO

Esta é uma cópia digital de um documento (ou parte dele) que pertence a um dos acervos que fazem parte da Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP. Trata-se de uma referência a um documento original. Neste sentido, procuramos manter a integridade e a autenticidade da fonte, não realizando alterações no ambiente digital – com exceção de ajustes de cor, contraste e definição.

**1. Você apenas deve utilizar esta obra para fins não comerciais.** Os livros, textos e imagens que publicamos na Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP são de domínio público, no entanto, é proibido o uso comercial das nossas imagens.

**2. Atribuição.** Quando utilizar este documento em outro contexto, você deve dar crédito ao autor (ou autores), à Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP e ao acervo original, da forma como aparece na ficha catalográfica (metadados) do repositório digital. Pedimos que você não republique este conteúdo na rede mundial de computadores (internet) sem a nossa expressa autorização.

**3. Direitos do autor.** No Brasil, os direitos do autor são regulados pela Lei n.º 9.610, de 19 de Fevereiro de 1998. Os direitos do autor estão também respaldados na Convenção de Berna, de 1971. Sabemos das dificuldades existentes para a verificação se uma obra realmente encontra-se em domínio público. Neste sentido, se você acreditar que algum documento publicado na Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP esteja violando direitos autorais de tradução, versão, exibição, reprodução ou quaisquer outros, solicitamos que nos informe imediatamente ([dtsibi@usp.br](mailto:dtsibi@usp.br)).