

# DIE SCHALEN

VON

# SEPIA, SPIRULA UND NAUTILUS.

STUDIEN ÜBER DEN BAU UND DAS WACHSTHUM

VON

A. APPELLÖF.

---

MIT 12 TAFELN.

---

DER K. SCHWEDISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN VORGELEGT DEN 14. SEPTEMBER 1892.

---

<sup>Sm</sup> STOCKHOLM 1893.  
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER.



Die Litteratur über vorliegenden Gegenstand ist nicht gerade reichhaltig zu nennen. Dies gilt besonders von den Schalen der *Sepia* und *Spirula*; dagegen liegen über die des *Nautilus* mehrere Beschreibungen und Angaben vor, die besonders in paläontologischen Arbeiten zu finden sind. Doch auch über diesen letztgenannten sind bisher keine vollständigen Untersuchungen vorgenommen worden und viele Notizen über den Schalenbau des *Nautilus*, die in Arbeiten verschiedener Verfasser vorkommen, sind unrichtig oder wenigstens irreleitend.

In dieser Arbeit habe ich mir die Aufgabe gestellt vergleichende Untersuchungen über die gekammerten Schalen der drei noch lebenden Formen anzustellen. Von vorn herein war es meine Absicht auch die fossilen Formen mit in die Untersuchungen zu ziehen; aber schon die drei recenten Formen haben so viel Zeit in Anspruch genommen, dass ich auf diese meine Absicht verzichten musste. Die von mir untersuchten Arten sind: *Sepia officinalis* L. und zum Theil *Sepia indica* D'ORB. und *Sepiella inermis* (v. HASS.) STP., *Spirula peronii* LMK., *Nautilus pompilius* L.

Durch Unterstützung vom schwedischen Staate und der Stiftung »Lars Hjertas Minne« bot sich mir die Gelegenheit zu einem Aufenthalte am Mittelmeer dar; dort hatte ich den Vortheil frisches Material der *Sepia* bekommen zu können und von besonderem Interesse waren die Embryonen, die ich in den verschiedenen Entwicklungsstadien erhielt. Ausserdem habe ich conservirtes Material ausgezeichneter Beschaffenheit von der zoologischen Station in Neapel erhalten.

Von *Spirula* und *Nautilus* habe ich nur trockne Schalen untersucht; Spiritus-exemplare von *Nautilus* habe ich zwar auch gesehen und äusserlich studiert, aber keine Schnitte machen können.

Ich fühle mich verpflichtet meinem verehrten Lehrer und Freund, dem Professor T. TULLBERG in Upsala meinen besten Dank auszusprechen. Nicht allein dass er mir mit grosser Liberalität das Material des zoologischen Museums in Upsala zur Verfügung stellte, sondern er folgte auch meinen Arbeiten mit grossem Interesse und in unsern gemeinschaftlichen Gesprächen über die betreffenden Gegenstände habe ich vieles von ihm gelernt und manch guten Rath bekommen.

Während meines Aufenthaltes in Messina hatte ich das Glück fünf Monate lang in dem Laboratorium des Prof. KLEINENBERG zu arbeiten, und immer werde ich das grosse

Wohlwollen, das mir Prof. KLEINENBERG während dieser Zeit bewiesen, in dankbarer Erinnerung bewahren.

Für erhaltenes Material spreche ich dem Herrn Etatsrath Prof. J. STEENSTRUP in Kopenhagen und dem Herrn Prof. G. LINDSTRÖM in Stockholm gleichfalls meinen herzlichsten Dank aus.

## Die Schale von Sepia.

### Übersicht der Litteratur.

Unter den Autoren, die sich früher mit der Sepienschale beschäftigt haben sind SVAMMERDAMM,<sup>1</sup> TILESUS,<sup>2</sup> DENYS-MONTFORT,<sup>3</sup> CUVIER,<sup>4</sup> MECKEL,<sup>5</sup> VOLTZ<sup>6</sup> und BRANDT<sup>7</sup> zu erwähnen. Diese Verfasser haben den gröbern Bau der Schale im allgemeinen richtig aufgefasst. So haben sie den Wulst als aus beinahe horizontal liegenden Lamellen aufgebaut, zwischen denen unregelmässig geformte vertikal gestellte Pfeilerchen verlaufen, beschrieben. SVAMMERDAMM hat die zwischen den Pfeilerchen gestreckten Membranen beobachtet und dasselbe scheint auch BRANDT gethan zu haben, da er sagt, die Pfeilerchen seien durch vereinzelte Querstreifen mit einander verbunden. Ausser diesen letztgenannten Forschern scheint keiner der älteren Autoren die frei gespannten Membranen beobachtet zu haben. CUVIER hat ganz richtig bemerkt, dass der vordere ungestreifte Theil des Wulstes die zuletzt gebildete Lamelle sei.

Die beiden Arbeiten von VOLTZ nehmen eine hervorragende Stellung ein. Nicht nur, dass er den makroskopischen Bau der Schale eingehender als die Übrigen beschrieben hat, sondern er hat auch die Homologie mit den Schalen von *Nautilus*, *Spirula* und den *Belemniten* in allgemeinen Zügen nachgewiesen.

Über die Wachstumsverhältnisse der Schale sind bis zum Jahre 1886, wo eine Arbeit von RIEFSTAHL<sup>8</sup> erschien, keine Untersuchungen angestellt worden. Diese Arbeit enthält zwar eine mehr detaillirte Beschreibung über die Sepienschale als die früherer Autoren, aber den die Schale umgebenden Weichtheilen ist gar keine Aufmerksamkeit geschenkt und vielleicht hat dieser Umstand den Verfasser zur Aufstellung der Hypothese von einem intussusceptionellen Wachstum der Sepienschale gebracht. Obgleich er viele richtige Detail-Angaben liefert, hat er doch das Wachstum und zum Theil auch den Bau der Schale völlig verkannt.

<sup>1</sup> Biblia Naturæ. T. 2. Leyden 1738. Seite 900—902.

<sup>2</sup> ISENFLAMM u. ROSENMÜLLER, Beiträge zur Zergliederungskunde. Vol. 1. Leipzig 1800 (nach VOLTZ citirt, siehe unten).

<sup>3</sup> Histoire Nat. des Moll. T. 1. Paris An 13.

<sup>4</sup> Mem. pour servir à l'hist. et l'anat. des Moll. Paris 1817.

<sup>5</sup> System der vergleichenden Anatomie. 2. Abtheil. 1. 1824. Seite 124—25.

<sup>6</sup> Observations sur les Belemnites. Mem. Soc. d'hist. nat. Strassburg. T. 1. 1830.

» » » Belopeltis. » » » » » T. 3. 1840.

<sup>7</sup> Medicinische Zoologie. Berlin 1833. 4:o. Seite 301—303.

<sup>8</sup> Die Sepienschale und ihre Beziehungen zu den Belemniten. Palæontographica. Bd. 32. Seite 201.

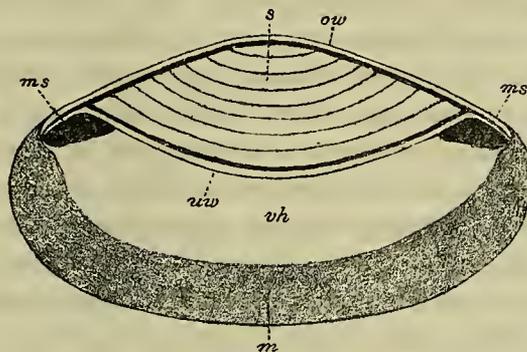
BATHER<sup>1</sup> giebt ein kurzes Referat von RIEFSTAHL'S Arbeit und opponiert gegen die Intussusceptionstheorie, bringt aber nichts neues zur Erklärung des Wachsthum's der Schale vor.

In einer vorläufigen Mittheilung<sup>2</sup> habe ich eine kurze Darstellung des Resultates meiner Untersuchungen über den Bau und das Wachsthum der Sepienschale geliefert.

Nach Erscheinen meines Aufsatzes sind noch zweier anderer Arbeiten von BATHER<sup>3</sup> zu erwähnen. Diese leiden doch an einer beträchtlichen Unklarheit der Darstellung und Neues bringen sie, soviel ich finden kann, nicht zum Vorschein. Ich komme weiter unten auf sie zurück und gehe nun zum Darlegen meiner Beobachtungen über.

### Gröberer Bau der Schale.

Bekanntlich ist bei *Sepia* die Schale in einer auf der Rückenseite des Mantels befindlichen Höhlung — dem Schalensack — welcher völlig zu ist, eingeschlossen. Wenn



Texttafel 1.

Schematischer Querschnitt durch eine *Sepia*. *s* Schale, *ow* obere, *uw* untere Schalensack-Wand; *ms* musculus depressor infundihuli, *m* Muskelmasse des Mantels, *vh* Visceralhöhle.

man nach Aufschneiden der obern Wand des Sackes an einem lebendigen oder eben getöteten Thiere versucht die Schale aus dem Sack herauszunehmen, so beobachtet man gleich, dass dieselbe an gewissen Stellen mehr oder weniger fest mit den sie umgebenden Weichtheilen zusammenhängt. Schon VOLTZ<sup>4</sup> hat hierauf aufmerksam gemacht, auch die Stellen richtig angegeben. — Ehe ich die Art und Weise der Befestigung darstelle, dürfte es wohl angemessen sein sich die äussere Beschaffenheit der Schale klar zu machen.

Die gewöhnliche Form der Schale sieht man am besten auf der Figur (I, 1, 2). Was den gröbern Bau betrifft sind folgende Theile zu unterscheiden:

1) Der Rückenschild (I, 2, 3, 4, II, 1 *rs*), eine dünne Platte, welche die ganze Rückenseite einnimmt und die ringsum die Peripherie der Schale bildet; dieser Theil ist

<sup>1</sup> The growth of Cephalopod Shells. Geol. Mag. Decad 3. Vol. 4. 1887. S. 446.

<sup>2</sup> Om skalets bildning hos *Sepia officinalis* L. Öfvers. Vet. Akad. Förh. 1887. S. 495.

<sup>3</sup> Shell-growth in Cephalopoda. Ann. Nat. Hist. 1888. S. 298. — Prof. Blake and Shell-growth in Cephalopoda. Ann. Nat. Hist. 1888. S. 421.

<sup>4</sup> Sur les Belopeltis, S. 13.

somit, was die horizontale Ausbreitung anbelangt, der umfangreichste. Dicht am hintern Rande, in der Mittellinie des Schildes, entspringt eine nach hinten ragende spitze Fortsetzung, der Dorn, Rostrum (I, 1, 2 *r*). Auf der Rückenfläche des Schildes zeigen sich kleine Kalktuberkeln, die besonders gegen das vordere Schalenende eine Anordnung in concentrischen Bogen aufweisen (chagriniertes Feld, RIEFSTAHL) (I, 2 *hz*). Ringsum erstreckt sich eine von Kalkablagerungen völlig freie Randzone, wo somit nur unverkalktes Chitin vorkommt (I, 2 *chz, m*). In der Umgebung des Rostrums besteht der Schild aus einer mehr oder minder dicken Hülle unverkalkter Chitinlamellen, der Dornhülle (I, 2 *dh*); die Ausbreitung der letztgenannten zeigt die Figur.<sup>1</sup> Man bemerkt ferner auf der Rückenseite eine in der Mitte hinlaufende Erhebung, zu beiden Seiten von seichten Furchen begrenzt, welche unmittelbar vor der eben erwähnten Dornhülle in dem hintern Theil des Schildes beginnt.

Den unteren Theil d. h. die Bauchseite der Schale nimmt eine ziemlich stark gewölbte Ablagerung, der Wulst, ein (I, 1, 3, 4; II, 1, 3 *w*). Dieser zeigt bei äusserlicher Betrachtung zwei scharf getrennte Partien: eine ungestreifte, die bei *Sepia officinalis* ungefähr das vordere Drittel des Wulstes einnimmt (I, 1 *l. hpt*), und eine gestreifte, deren Streifen parallel von einer Seite des Wulstes zur andern laufen, eine grosse Biegung nach vorn machend. Der ungestreifte Theil wird deshalb im hintern Rande eingeschnitten und läuft auf beiden Seiten in zwei Spitzen aus. Der Wulst nimmt nach vorn an Breite zu, so dass er ungefähr in der Höhe des vordersten Streifens am breitesten ist. Die grösste Dicke erreicht die Ablagerung gerade an der Grenze zwischen dem gestreiften und ungestreiften Theil. An der Basis des letzteren erblickt man einige seichte Furchen, wahrscheinlich Abdrücke der im Mantel liegenden Blutgefässe. Die Consistenz des Wulstes ist wenig fest, was von dessen Struktur, die unten eingehender besprochen wird, herrührt.

Etwa die hintere Hälfte des Wulstes wird von einer Leiste, der Gabel, bogenförmig umgeben (I, 1, *g*). Die nach vorn verlaufenden Seitentheile derselben sind niedrig und liegen dem Wulste dicht an; im hintern Theil ragt dieselbe zum Theil frei nach vorn und somit bildet sich zwischen der Gabel und der untern Seite des Wulstes eine Höhle (I, 1, 3; II, 1; III, 1 *sh*). Die Gabel zeigt ein der Länge nach gestreiftes Aussehen, der Lagerung entsprechend. Vorn verschmälert sie sich nach und nach und hört, dem blossen Auge oft kaum bemerkbar, etwa da auf, wo die spitz auslaufenden Seitenpartien des ungestreiften Theiles des Wulstes anfangen.

Ausserhalb des Wulstes und der Gabel ist die Schale dünn und nur von dem peripherischen Theil des Rückenschildes gebildet.

Am hintern Theile bemerkt man schmale, von der Gabel gegen die Peripherie auslaufende Furchen, wodurch dieser Theil ein gestreiftes Aussehen bekommt (I, 1). Der äusserste Rand des Schildes ist durchaus unverkalkt, weshalb ich diesen Theil die unverkalkte Randzone nennen will (I, 1, 2, *chz, m*) ausserdem noch bemerkend, dass dieselbe auf der Rückenseite breiter als auf der Bauchseite ist.

Wie schon gesagt ist VOLTZ der erste, der auf den Zusammenhang von Schale und Weichtheilen an gewissen Stellen aufmerksam gemacht hat. So giebt er an, es existiere

<sup>1</sup> Die Dornhülle besteht bei mehreren Sepiaarten aus verkalkten Lamellen, zeigt aber keine Höcker.

ein fester Zusammenhang »dans la périphérie de la lame cornée», d. h. rings um den äussersten Rand des Schildes. Dieser Rand, sagt er, liegt in die Falte eines Muskels, der ein wenig unterhalb des Auges entspringt und sich gegen das hintere Ende der Schale erstreckt, eingesenkt. Durch den obern »Lobus» dieser Falte, der auf der Rückenseite am Rande des Schildes befestigt ist, ist nach VOLTZ die Schale befestigt. Der untere Lobus dagegen hat, nach ihm, die Aufgabe »la lame cornée», d. h. die oben erwähnte kalkfreie Randzone des Schildes abzusondern. — Die Angabe von VOLTZ, es existiere ein fester Zusammenhang zwischen den Weichtheilen und der oben erwähnten unverkalkten Randzone des Schildes, ist völlig richtig; ebenso richtig hat er angeführt, dass dieser Zusammenhang im vordern Theil fester als im hintern ist. Der Muskel, von dem er spricht, ist, wie man sich leicht denken kann, *musc. depressor infundibuli*; derselbe ist bekanntlich paarig, und die beiden Muskeln inseriren jeder seinerseits auf der unteren Seite der Schalenkante; die Haftfläche nimmt etwa das mittlere Drittel der Schale ein. Den Bau und die Beschaffenheit der Muskeln hat er jedoch verkannt, weshalb ich dieselben nun in Kürze beschreiben will.

Bekanntlich ist der Mantel der Cephalopoden, besonders auf der untern Seite des Körpers, dick und muskulös. Macht man einen Querschnitt durch eine *Sepia*, etwa in der Mitte des Thieres (Texttafel 1), ergiebt sich, dass die Muskelmasse des Mantels auf der obern Seite der unverkalkten Randzone ausläuft und sich hier befestigt. Diese Muskelfasern des Mantels sind also der obere Lobus der von VOLTZ erwähnten Falte, welche er als zu *m. depressor infundibuli* gehörig bespricht. Der untere Lobus der Falte — »lobes inférieures» VOLTZ — gehört dagegen nicht zur Muskelmasse des Mantels, sondern ist ganz und gar von dem *m. depressor inf.* gebildet. Die Falte, in welche der Schalenrand eingesenkt ist, wird folglich hier nicht durch eine, sondern durch zwei Muskelmassen gebildet, die eine auf der obern, die andre auf der untern Seite befestigt. Beide Muskeln sind durch knorpelartiges Gewebe von einander getrennt. Vor und hinter der Haftfläche des *m. depr. inf.* besteht die Falte nur aus den Muskelfasern des Mantels; der vor dem *m. depressor* gelegene Theil dieser Muskelmasse heftet sich grösstentheils auf der obern Seite der Schalenkante, der hinter diesem gelegene Theil grösstentheils der untern an. Doch ist zu bemerken, dass der untere Theil der Falte vor dem *m. depressor* nicht muskulösen, sondern knorpelartigen Baues ist, natürlich doch auf der der Schale zugewendeten Seite mit Bindegewebe und Epitel bekleidet; die ganze Muskelmasse liegt also auf der obern Seite. Der Theil des Randes, wo der Zusammenhang am festesten ist, fällt etwa mit der Ausbreitung der Trichter-Depressoren, d. h. mit der Strecke, wo die Falte aus zwei Muskeln gebildet ist, zusammen. Ein Zusammenhang zwischen Schale und Weichtheilen existiert auch vor und hinter dieser Strecke, doch bei weitem kein so fester. — VOLTZ hat übrigens richtig angegeben, die Wand des Schalensackes hänge auch mit dem gestreiften Theil des Wulstes zusammen und dass der tuberkulösen Rückenpartie des Schildes, wie auch dem ungestreiften Theile des Wulstes keine Weichtheile angeheftet sind.

Ein Längsschnitt durch die Mitte der Schale zeigt, dass der Rückenschild überaus verhältnissmässig dünn ist, gegen das hintere Schalenende doch an Dicke ein wenig zunehmend. Das von unverkalktem Chitin bestehende Feld in der Umgebung des Rostrums, welches ich mit RIEFSTAHL die Dornhülle benennen will, zeigt im Durchschnitte ein

streifiges Aussehen, dem lamellosen Bau derselben entsprechend. Diese unverkalkten Chitinlamellen erstrecken sich auch über den Vordertheil des Rostrums (I, 3; II, 1; III, 1 *dh*). Vorn streckt sich der Schild ein wenig ausserhalb des Wulstes und hinten unter dem Rostrum bildet er was ich die hintere Schalenkante nennen will (I, 1, 3; II, 1 *hk*).

Aus dem Längsschnitte ergibt sich, dass der Wulst aus fast parallelen Lamellen besteht, die unter einem spitzen Winkel vom Rückenschild entspringen, schräg nach unten und hinten laufen um sich zuletzt mit ihren hintern Rändern an einander zu legen (I, 3; II, 1 *sp*). Mit Ausnahme eines kleinen Theiles des Hinterrandes ist jede Lamelle somit durch eine voranliegende bedeckt und hierdurch wird die Struktur, welche sich beim äusserlichen Betrachten zeigt, hervorgerufen. Der ungestreifte Theil des Wulstes ist nämlich die letztgebildete Lamelle (I, 1 *l. hpt*), die man hier in ihrer ganzen Ausdehnung sieht. Der gestreifte Theil dagegen sind die früher abgelagerten Lamellen, die mit ihren hintern Kanten frei liegen, während der grösste Theil der Lamelle von einer voranstehenden überlagert ist (II, 1). Da nun die Ausscheidung neuer Lamellen in der Richtung nach vorn vor sich geht, ist es klar, dass diese letztgebildete Lamelle, sobald sie von einer neuen überlagert wird, einen neuen Streifen in dem gestreiften Theile bildet, d. h. nur mit ihrem hintern Rande von aussen sichtbar wird. Zwischen den Lamellen erblickt man Zwischenräume (II, 1, 3 *hl*), in denen schon bei gewöhnlicher Lupenvergrösserung schmale, in rechtem Winkel gegen die Lamellen stehende Pfeilerchen (*pf*) zu sehen sind.

Die gewölbte Form des Wulstes ist dadurch bedingt, dass jede Lamelle eine konkave obere und konvexe untere Fläche hat, was sich am deutlichsten aus einem Querschliffe der Schale (I, 4, II, 3) ermitteln lässt.

Die längliche Form des Wulstes wird theils dadurch bedingt, dass die Schale am stärksten in der Richtung nach vorn wächst, theils dadurch, dass jede Lamelle sich von ihrer Basis an allmählich gegen das Vorderende verschmälert. Dass der Wulst mit dem Wachsthum der Schale allmählich an Breite zunimmt hat seinen Grund darin, dass jede Lamelle ihren Vorgänger an Umfang übertrifft und dieselbe somit auf allen Seiten überlagert.

Auch die Gabel ist aus Lamellen aufgebaut (I, 5 *gsp*), welche doch bedeutend dicker sind als die des Wulstes und die nur kleine, nicht dem blossen Auge sichtbare, Zwischenräume zwischen sich haben (I, 5; VI, 1 *ghl*).

### Feinerer Bau des Rückenschildes.

#### *Die Mittelplatte.*

Der Rückenschild ist aus drei über einander gelagerten, schon bei schwacher Vergrösserung deutlich wahrnehmbaren Platten, jede mit ihrer charakteristischen Struktur, zusammengesetzt. Ich nenne die obere derselben die Rückenplatte, die mittlere die Mittelplatte und die untere die Innenplatte. Ein Quer-oder Längenschnitt durch die Schalenkante zeigt uns die gegenseitigen Beziehungen der drei Platten (I, 6; II, 2, 3). Die Mittelplatte (*mp*), die grösstentheils den oben erwähnten, die ganze Schale umsäumenden, unverkalkten Chitinrand bildet, überragt die beiden anderen beträchtlich. Ein wenig innerhalb des äusseren Randes fängt die Platte an zu verkalken, jedoch streckt sich die Ver-

kalkung nicht auf einmal über die ganze Platte, sondern bildet zuerst auf der unteren Seite eine schmale Zone, die nach hinten allmählich an Dicke zunimmt, bis sie zuletzt die ganze Platte umfasst (I, 6 *a*). Die Grenze zwischen verkalktem und unverkalktem Chitin bildet somit eine von unten nach oben und hinten schief verlaufende, scharf markirte Linie. Gegen den hintern Theil der Schale nimmt die betreffende Platte allmählich an Dicke ab und ein wenig vor dem Rostrum ist sie in der Mittellinie nicht mehr als besondere Platte sichtbar.

Ein Querschnitt durch den ältesten Theil der Schale, d. h. unmittelbar vor dem Rostrum, wird folglich zeigen, wie die Mittelplatte von dem äussern Rand aus gegen die Mittellinie hin immer mehr an Dicke abnimmt, bis sie zuletzt völlig einschwindet. Schon hier sei erwähnt, dass dies Verhältniss darin begründet ist, dass das Gebiet unmittelbar vor dem Rostrum das älteste und zu einer Zeit gebildet ist, wo noch keine Differenzirung in verschiedene Schalthteile eingetreten war; erst mit dem allmählichen Zuwachs der Schale nach den Seiten und nach vorn tritt nach und nach eine solche ein.

Ein Querschnitt an jedem anderen beliebigen Punkte der Schale zeigt, dass die Mittelplatte gegen die Mittellinie hin an Dicke abnimmt, aber immer völlig deutlich bleibt (II, 3 *mp*). Der äusserste Rand ist, wie schon gesagt, immer unverkalkt; etwas innerhalb des Randes zeigt sich eine zuerst ziemlich schmale verkalkte Zone auf der Unterseite der Platte; diese wird gegen die Mittellinie hin nach und nach breiter, bis die ganze Platte verkalkt ist.<sup>1</sup>

Auch in dem unter dem Rostrum gelegnen Theile der Schale, den ich die hintere Schalenkante benenne, kommt die Mittelplatte vor, indem sie doch nur zu beiden Seiten des Rostrum mit der Mittelplatte der vorderen Schalthteile zusammenhängt; dagegen ist in der Mittellinie kein Zusammenhang aufzuweisen, da, wie oben gesagt, unmittelbar vor dem Rostrum der Rückenschild nicht in besondere Platten differentirt ist. Gegen die Basis des Rostrum nimmt die Platte an Dicke ab.

Von besonderem Interesse betreffs der Mittelplatte ist der Umstand, dass ihre Schichten sich erst lange nach der Absetzung verkalken. Die neuen Schichten setzen sich selbstverständlich am äussern Rande ab, die Verkalkung aber tritt erst ziemlich weit vom Rande auf.<sup>2</sup> Mit der Verkalkung bekommt die Platte ein anderes Aussehen, weshalb auch die Grenze zwischen verkalkten und unverkalkten Theilen sehr ausgeprägt ist und sich auch bei starker Vergrösserung als eine scharf markirte Linie zeigt. Dass die unverkalkten und verkalkten Theile der Schichten doch in direktem Zusammenhange mit einander stehen, geht aus entkalkten Schnitten am deutlichsten hervor.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Der Figur 6 Taf. I nach könnte man vielleicht glauben, die Platte habe ihre grösste Dicke erst erreicht sobald sie vollständig verkalkt ist, da der unverkalkte Theil ( $\beta$ ) bedeutend dünner ist. Dies ist indessen nicht der Fall. Die Veranlassung zu diesem Verhältniss ist, dass beim Schleifen der Präparate diese zuerst in Canadabalsam gekocht werden, was wieder die Einwirkung zu haben scheint, dass die unverkalkten Lagen einschrumpfen. Bei mit Messern angefertigten Schnitten ist deutlich wahrzunehmen, dass die Platte, wenn sie von der Innenplatte bedeckt wird, ihre völlige Dicke erreicht hat.

<sup>2</sup> Die Angabe RIEFSTAHL'S (S. 208) nur die über die Rückenplatte und Innenplatte herausstehenden Ränder seien unverkalkt, stimmt nicht mit den faktischen Verhältnissen.

<sup>3</sup> Die mittlere Platte von *S. indica* zeigt in der Hauptsache dasselbe Verhältniss wie bei *S. officinalis*.

Was die feinere Struktur der Platte anbelangt, so ist über diese nicht viel zu sagen. Die Lagerung ist sehr deutlich und die Lagenrichtung zeigt, dass das Wachstum von unterer Seite vor sich geht, d. h. dass sich die neuen Lagen von unten absetzen. Eine Streifung winkelrecht auf die Lagenrichtung zu tritt immer deutlich hervor.

In betreff der mittleren Platte können wir uns folgendermassen zusammenfassen: Die Platte wächst von der untern Seite und die Schichten verkalken sich erst lange nach dem Absetzen; auf den Seiten der Schale bleiben sie bei älteren Schalen zum Theil immer unverkalkt, da hier nur ihre untersten Theile verkalken (II, 2 *kz*). Von ihren Rändern aus nimmt sie gegen die Mittellinie an Dicke ab; in den ältesten Schalentheilen ist sie nicht differentirt. Der in der hintern Schalenkante befindliche Theil der Platte hört an der Basis des Rostrum auf und steht nur auf den Seiten des Rostrum mit den vorderen Theilen in direktem Zusammenhange.

### *Die Innenplatte.*

Ein wenig innerhalb des Randes der Mittelplatte fängt die Innenplatte an. Dem blossen Auge zeigt sie sich wie eine dünne Rinde auf der untern Seite der Schalenränder, (I, 1 *ip*) und die Grenze zwischen dem unverkalkten Rande der Mittelplatte und der Innenplatte ist deutlich sichtbar.

Die feinere Struktur der Innenplatte ist weit complicirter als die der Mittelplatte. Um eine richtige Auffassung von derselben zu bekommen, müssen wir Dünnschliffe von verschiedenen Theilen der Schale studiren.

Ein Längsschliff durch die Schalenspitze, also von der Mittellinie der Schale, zeigt, dass die äusserst gelegnen Theile der betreffenden Platte aus anfangs zerstreuten, später dichter auf einander gelagerten Kalkknollen gebildet sind: diese äussersten Theile sind die zuerst gebildeten (II, 4 *kk*, II, 6 *a*). Fertig tritt die Platte erst da auf, wo die letztgebildete Wulstlamelle von der Platte entspringt.

Betrachten wir nun, gleichfalls von der Mittellinie, ein Stück der Platte im Durchschnitt, etwa in der Mitte der Ansatzstelle zweier Wulstlamellen, also an einem Punkte, wo die Platte völlig ausgebildet ist (IV, 6). Wie wir sehen ist die Grenze zwischen Mittel- und Innenplatte sehr scharf; ausserdem zeichnet sich letztere durch stärkere Lichtbrechung aus als erstere. Unmittelbar an der Grenze der Mittelplatte liegen ziemlich unregelmässig geformte, doch mehr oder minder abgerundete Kalkkörperchen (*kk*), zwischen denen man nur homogene Kalksubstanz ohne deutliche Lagenstreifen findet. Bei stärkerer Vergrößerung sieht man, dass diese Kalkkörper mit einem Theile ihrer obern Enden oft in die Mittelplatte ragen und dass von hier aus in rechtem Winkel gegen die Lagen zu der unterste Theil der Mittelplatte von einer Spalte durchsetzt wird. Dies Verhältniss lässt sich dadurch erklären, dass diese Körperchen, wie leicht einzusehen ist, Reste der zuerst gebildeten Kalkkugelchen sind, während die andern zu einer mehr homogenen Verkalkung verschmolzen sind. Diese Kalkkörperchen werden während die Mittelplatte noch unverkalkt ist gebildet und können deshalb mit ihren obern Enden einen schwachen Eindruck in diese verursachen; verkalkt sich die Platte später, ragen die Kalkknollen zum Theil in die Platte hinein.

An den untern Theilen der Platte machen sich oft Längsstreifen bemerkbar, doch sind die in rechtem Winkel gegen die Lagerung verlaufenden Querstreifen die vorherrschenden. Oft durchsetzt eine Spalte die Platte von den untern Enden der Kalkknollen an bis zur untern Fläche derselben; dies ist eine schwache Andeutung der an den Schalenseiten gleich zu erwähnenden Pfeilerstruktur. Die deutlichen Lagenstreifen, die auf der Wulstseite an der Figur zu sehen sind (*sp*), gehören nicht der Platte, sondern den Wulstlamellen an und werden weiter unten bei Beschreibung des Wulstbaues erwähnt werden.

RIEFSTAHL, welcher auch der obenbeschriebnen Kalkkörperchen erwähnt, deutet an, dass diese möglicherweise in irgendwelcher Beziehung zu dem von ihm angenommenen intussusceptionellen Zuwachs der Schale stehen; was er damit meint, ist mir aber keineswegs verständlich.

An einem Querschliff auf den Seiten der Schale zeigt die Platte folgendes Aussehen (II, 2 *ip*). Wie bei dem vordern Schalenende fängt dieselbe als eine dünne Rinde auf der Unterseite der Mittelplatte an. Die Kalkkörperchen hier sind doch im Gegensatze zu denen im Vorderende mehr oder weniger langgestreckt pfeilerförmig (II, 6 *b*, 2 *pr*; IV, 5 *pr*) und liegen ziemlich unregelmässig, bald parallel, bald einander kreuzend. Nach innen zu<sup>1</sup> werden die Pfeilerchen länger und stehen dichter zusammen, immer doch durch deutliche Grenzen von einander getrennt. Die Pfeiler zeigen keine Lagerung, aber da, wo sie ihre völlige Ausbildung erreicht haben, d. h. ein wenig innerhalb des Anfangs der Platte, tritt auf der Unterseite derselben eine sehr deutlich gelagerte Substanz auf (II, 2; IV, 5 *ss*); dieselbe ist dunkler als die Pfeilerchen, was wahrscheinlich durch reichlicheres Vorhandensein der organischen Substanz verursacht wird. Gegen den Wulst hin nimmt diese Substanz an Dicke zu und die Lagerung wird immer deutlicher. Da wo der Wulst anfängt, auf der Grenze zwischen diesem und der Innenplatte, zeigt sich ein stark lichtbrechender Streifen (II, 2; IV, 5 *α*), der sich jedoch, wie aus der Figur (II, 2) hervorgeht, kaum ausserhalb des Wulstes erstreckt, so dass klar ist, dass er sich bei dem Verkalkungsproeess in unmittelbarer Nähe desselben gebildet hat. Dass dieser Rand nichts anderes ist als ein stärker lichtbrechender Theil der Innenplatte ist bei stärkerer Vergrösserung klar zu sehen, indem sich die Lagenstreifen der dunkleren Partie in der lichtbrechenden fortsetzen. — Der ganze unter den Pfeilern befindliche gelagerte Theil der Platte zeigt sich, schon bei schwacher Vergrösserung, mit groben vertikal verlaufenden Streifen versehen.<sup>2</sup>

Gegen die Mittellinie hin werden sowohl die Pfeiler wie auch die Lagerung immer undeutlicher und gleichzeitig fangen die obenerwähnten abgerundeten Kalkkörperchen, die wir im Längsschliffe durch die Spitze gefunden haben, an, sich zwischen die obern Enden der Pfeilerchen einzuklemmen. Man überzeugt sich am Querschnitte leicht, dass die in der Spitze beschriebene Struktur der Innenplatte auf einer Strecke auch zu beiden Seiten der Mittellinie vorherrschend ist, was damit gleichbedeutend, dass eine ausgeprägte Pfeilerbildung erst in einigem Abstand von der Spitze an den Schalenseiten hinab anfängt. Innerhalb des Wulstes, gegen die Mittellinie hin nimmt die Innenplatte an Dicke ab.

<sup>1</sup> d. h. gegen die Mittellinie hin.

<sup>2</sup> Bei stärkerer Vergrösserung (IV, 5 *ss*) tritt diese grobstreifige Struktur sehr deutlich hervor, die Lagerung aber nicht.

Die Bildung der Pfeiler und der abgerundeten Kalkkörper ist das Resultat eines Verkalkungsprocesses, der in einer zusammenhängenden Chitinmasse vor sich geht. Der äusserste, in Bildung begriffene Theil der Platte zeigt somit beim Durchschnitt sowohl Kalkbildungen wie unverkalktes Chitin dazwischen (IV, 9 *pr* u. *ch*); dies zeigt sich am deutlichsten an entkalkten Schnitten, die mit Hämatoxylin gefärbt werden. Hier zeigen sich die entkalkten Pfeiler als helle Flecken in dem dunkel gefärbten unverkalkten Chitin; auch zeigt die verschiedene Empfänglichkeit für Färbestoffe, dass das Chitin bei der Verkalkung eine Veränderung erlitten hat.

Aus Schnitten gleicher Art geht ausserdem hervor, dass die letztgebildete Lage der Innenplatte ohne Unterbrechung in die der Mittelplatte übergeht, d. h. dass sich die Lagen der Mittelplatte in denen der Innenplatte fortsetzen. Bei den Theilen der Schale, wo die Platten schon fertig sind, lässt sich solcher Zusammenhang der Lagen schwer nachweisen und weiter unten werde ich die Ursache dieses Verhältnisses angeben.

Dieselbe Struktur, die man an unentkalkten Schliften wahrnimmt, zeigt sich in der organischen Grundsubstanz auch an entkalkten und gefärbten Stückchen. Dass die Pfeiler deutlich hervortreten ist schon gesagt; aber auch die querstreifige Struktur in dem gelagerten Theile tritt bei Färbung mit Hämatoxylin deutlich hervor; diese ganze gelagerte Partie der Innenplatte wird ausserdem bei Färbung bedeutend dunkler als die Pfeilerchen. Zwischen den Pfeilern bilden dunkler gefärbte Querlinien die Grenze und in der unteren Abtheilung sind die Querstreifen abwechselnd heller und dunkler gefärbt.

Soweit ich habe finden können ist es Regel, dass die Stellen des Chitin, in denen Kalk eingelagert gewesen, durch Hämatoxylin heller gefärbt werden als die, in denen sich noch kein Kalk abgesetzt hat. Dies ist z. B., wie ich oben erwähnte, deutlich am Anfang der Innenplatte zu sehen, wo die Kalkkörperchen zerstreuter liegen und zwischen sich auch unverkalktes Chitin haben; nach und nach werden diese Zwischenräume durch Kalk ausgefüllt und bei Entkalkung und Färbung zeigen sie dann ein helleres Aussehen als vorher.

Die Lagerung wie die Querstreifung der unentkalkten Grundsubstanz zeigt sich als abwechselnd dunklere und hellere Streifen. In betreff der Pfeiler lässt sich nun deutlich nachweisen, dass es gerade die Grenzstreifen sind, also die, welche auch bei unentkalkter Schale dunkel sind, die bei Entkalkung und Färbung dunkel gefärbt werden, und da bei Entkalkung und Färbung nun dieselben abwechselnd helleren und dunkleren Streifen auch in übrigen Theilen der Schale auftreten, ist es wohl kaum zu bezweifeln, dass auch diese den helleren und dunkleren Streifen bei unentkalkten Stücken entsprechen.

Hieraus ziehe ich nun folgenden Schluss. Es scheint mir wahrscheinlich, dass die dunkleren Streifen Theile der organischen Grundsubstanz sind in denen gar kein oder wenigstens sehr wenig Kalk vorkommt, während die hauptsächlichliche Verkalkung in den hellgefärbten Theilen stattfindet. Wenn der Verkalkungsprocess anfängt, setzt sich der Kalk in Form von langen, nadelförmigen Krystallen ab; zwischen diesen bleiben äusserst schmale kalkarme oder gar nicht verkalkte Streifen als Grenzstriche zurück und in diesen hat sich dann die Grundsubstanz unverändert erhalten. Ich nenne die Streifen wo sich der Kalk absetzt »Verkalkungscentra.« Man muss nämlich annehmen, dass die Verkalkung von verschiedenen Punkten aus gleichzeitig beginnt und fortschreitet bis zwei benachbarte Centra an einander stossen.

Dieser Verkalkungsprocess kann mehr oder weniger vollständig sein. Sind die Kalknadeln grob und die Zwischenräume zwischen denselben breiter, so entsteht jene grobstreifige Struktur, die wir in dem gelagerten Theile der Innenplatte finden.

Längsgehende Streifen oder Lagerstreifen, welche dunkel gefärbt werden, würden somit auch unverkalkte Grenzen zwischen benachbarten Verkalkungscentra bezeichnen.

Dass übrigens die Lagerung selbst von den Verkalkungserscheinungen unabhängig ist, geht daraus hervor, dass eine Lagerung, in vielen Fällen wenigstens, sich auch in unverkalktem Chitin nachweisen lässt, so z. B. in der Mittelplatte; hier kann man nach Färbung mit Hämatoxylin abwechselnd hellere und dunklere Schichten unterscheiden. Mir scheint wahrscheinlich, dass sich der Kalk hier vorzugweise in den hellen Schichten absetzt; diese sind es nämlich, die vor und nach der Verkalkung verschieden gefärbt sind. Ziemlich wahrscheinlich ist es wohl auch, dass die dunkleren Lagerstreifen eine dicht abgelagerte Substanz bezeichnen, die sich in gewissen Wachstumsperioden absetzt.

Ein Verhältniss, das meine Annahme von zwischen den Kalkstreifen befindlichen unverkalkten Räumen bestätigt, ist, dass da, wo zwei Schalentheile verschiedener Struktur z. B. die Mittel- und Innenplatte an einander stossen, diese, obschon sich eine kontinuierliche Lagerfolge nachweisen lässt, sich nicht nur durch eine deutliche Grenzlinie von einander unterscheiden sondern sich auch gerade in dieser leicht von einander lösen lassen. Käme in dieser Linie keine weichere Substanz vor, so könnte auch die Spaltung hier nicht so leicht vor sich gehen.

Dass die dunkleren Streifen in den verkalkten Theilen der Sepiaschale Kanäle in dem Chitin sein sollten, scheint mir nicht wahrscheinlich; wenigstens habe ich in der unverkalkten Grundsubstanz, wo die Pfeilerchen später entstehen, gar keine solche entdecken können und doch finden sich hier sobald die Verkalkung eingetreten ist dunklere Querstriche als Grenzen zwischen den Pfeilerchen. Ebenso wenig habe ich solche Kanäle in den noch unverkalkten Theilen der Mittelplatte finden können.

Die quergestreifte und z. Th. auch die gelagerte Struktur der Sepiaschale hinge demnach davon ab, dass die stark lichtbrechenden Kalkkrystalle unverkalkte Zwischenräume in der organischen Substanz zwischen sich lassen.

Wie aus oben gesagtem hervorgeht, kann ich der Ansicht F. MÜLLER's<sup>1</sup> nicht beistimmen. Er betrachtet nämlich die Lagerung als wahrscheinlich ganz und gar von Verkalkungsphänomenen abhängig. Der Umstand, dass eine Lagerung auch in unverkalktem Chitin wahrnehmbar ist, widerlegt wohl diese Annahme.

Im Querschliffe zeigen die Pfeiler einen polygonalen Umriss (I, 7).

Wie schon gesagt nehmen die Pfeiler gegen die Mittellinie der Schale, also auch gegen das vordere Schalenende, das ja in der Mittellinie liegt, an Deutlichkeit ab. Auch gegen das hintere Schalenende ist die Pfeilerstruktur weniger ausgeprägt, ebenso werden die Grenzen zwischen den Pfeilern und dem gelagerten Theil hier immer undeutlicher. Die Strecke wo die Pfeilerbildung am deutlichsten ist, fällt ungefähr mit den Haftflächen der Depressoren zusammen, erstreckt sich doch aber ein wenig vor und hinter derselben.

<sup>1</sup> F. MÜLLER, Ueber die Schalenbildung bei Lamellibranchiaten. Zoolog. Beiträge herausgeg. v. SCHNEIDER. Bd. I. Heft 3. 1885. S. 240.

Eine Bildung, die in dem gelagerten Theile der Innenplatte sehr häufig vorkommt, sind scharf begrenzte besenartige Bündel, die oft mehrere neben einander liegen (I, 5 bes). Ich habe Gelegenheit gehabt zu sehen wie sich diese bilden. Jedes von ihnen wird von einem Verkalkungscentrum aus gebildet, d. h. der Verkalkungsprocess fängt auf verschiedenen benachbarten Punkten fast gleichzeitig an. Durch fortwährendes Absetzen von Krystallen nehmen diese Stellen an Umfang zu bis zuletzt die Bündel fertig sind und dann an einander stossen.

Zwischen je zwei sich begrenzenden Bündeln entsteht dann als Grenze ein dunkler Streifen und die Bildungsweise dieser Bündel stimmt also mit derjenigen der Pfeiler überein, so wie diese oben dargestellt ist.

Bündel dieser Art kommen auch an der hintern Schalenkante unter dem Rostrum vor, ebenso habe ich Andeutungen zu dergleichen auf einem Querschnitte durch das Rostrum beobachtet, wo sie auch RIEFSTAHL<sup>1</sup> gefunden hat.

Wie die Mittelplatte, so ist auch die Innenplatte als besondere Platte auf einem Bezirke unmittelbar vor dem Rostrum nicht zu unterscheiden.

In der hinteren Schalenkante, ist die Innenplatte gut entwickelt (III, 1 ip). Bei entkalkten und gefärbten Schnitten unterscheidet man eine der Mittelplatte angrenzende hellere Partie und eine untere von dunklerem Aussehen. Die Lagerung ist in der ersteren un-  
deutlich, in der letztgenannten hingegen sehr distinkt. Die Struktur ist übrigens grob-  
streifig mit häufig vorkommenden scharf umsäumten, besenartigen Büscheln, wohingegen keine Pfeiler zu sehen sind.

Ein Theil der Platte ragt unter dem Wulste hervor und dieser Theil ist von grossem Interesse. Derselbe wird nämlich, wenn die Schale noch jung ist, zu gleicher Zeit wie die ältesten Lamellen der Gabel, die von der Platte entspringen, gebildet. Gleichzeitig mit der Absetzung neuer Gabellamellen bilden sich in der Platte neue Lagen, so dass dadurch gleichzeitig mit einem Zuwachs nach hinten ein Zuwachs nach vorn gefördert wird. In der jungen Schale haben die Gabellamellen ihren Ursprung an der obern, d. h. der dem Wulste zugekehrten Seite der Platte; später ändert sich das Verhältniss und die Lamellen entspringen dann von der untern Seite; von da ab wächst die Platte ausschliesslich nach hinten zu. Da nun die Gabel, wie weiter unten nachgewiesen wird, als ein unterer rudimentärer Theil des Wulstes aufzufassen ist, bekommt dieser hervorragende Theil der Innenplatte eine grosse Bedeutung, indem wir in ihm ein wenn auch kleines Rudiment einer untern Schalenwand vor uns haben.<sup>2</sup>

Der Bau der Innenplatte kann kurz so zusammengefasst werden:

Die Innenplatte, deren Lagen eine direkte Fortsetzung derer der Mittelplatte sind, wächst durch Apposition neuer Lagen auf ihrer Unterseite; sie nimmt vom äussersten Rande bis zum Rande des Wulstes an Umfang zu, von da aus gegen die Mittellinie nimmt sie wieder an Umfang ab; hieraus geht hervor, dass die Platte an der Schalen Spitze dünner ist als auf den Schalseiten. Ein Längsschnitt durch die Mittellinie der Schale zeigt, dass

<sup>1</sup> l. e. S. 208.

<sup>2</sup> Bei *Sepia indica* ist die hintere Schalenkante ein wenig nach vorn umgebogen; diese bildet somit hier während des ganzen Wachsthums eine untere Schalenwand.

die Platte allmählich von der Schalenspitze gegen den Hintertheil der Schale an Umfang abnimmt und in dem ältesten unmittelbar vor dem Rostrum gelegnen Theil ist sie als eine besondere Platte nicht nachweisbar. Ein Theil der Platte der hinteren Schalenkante, der im Jugendzustand der Schale gebildet ist, ragt unter dem Wulst nach vorn vor.

Die Platte besteht auf den Seiten der Schale aus zwei ziemlich gut getrennten Theilen: den Pfeilern, die an die Unterseite der Mittelplatte grenzen und der unter diesen gelegnen, deutlich gelagerten Abtheilung. Nach vorn und hinten werden die Pfeiler undeutlicher. Ausserdem kommen auch besenartige, wohl begrenzte Kalkbildungen vor. Die Verkalkung erfolgt ziemlich bald nach Absetzen des Chitins.

#### *Die Rückenplatte.*

Die Rückenfläche der Schale zeigt, wie schon früher erwähnt, einen verkalkten höckerigen Theil und eine unverkalkte Randzone; ausserdem liegt vor dem Rostrum und in dessen Umkreis eine unverkalkte Chitinhülle, die Dornhülle (I, 2 *dh*).

Die ganze Rückenseite des Schildes nimmt die Rückenplatte ein (II, 3 *rp*) die nicht nur aus dem höckerigen Theile und erwähnter Hülle besteht, sondern die auch die unverkalkte Randzone mit umfasst. Ein Schnitt durch die entkalkte Schalenkante zeigt nämlich, dass die unverkalkte Randzone zwar zum grössten Theil durch die Mittelplatte gebildet wird; bei Hämatoxylin-Färbung bemerkt man aber an deren oberer Fläche einen schmalen, dunkelgefärbten Rand, der sich deutlich als zur Rückenplatte gehörig erweist und dessen Lagen sich ohne Unterbrechung in dem höckerigen Theile fortsetzen (VI, 11 *rp*). Zwar gelang es mir nicht einen derartigen Rand überall nachzuweisen, doch ist dessen Vorhandensein kaum zu bezweifeln.

Von dem äussern Rande aus nimmt die Platte gegen die Mittellinie hin an Dicke zu, verhält sich also entgegengesetzt zu den beiden andern Platten, auch wird sie von vorn nach hinten allmählich umfangreicher; die Erklärung dieser Verhältnisse liegt darin, dass die Platte immer in Contact mit dem Epithel bleibt. — Ein Querschliff des Schalenrandes, der sich auch über den höckerigen Theil erstreckt zeigt, dass die Lagen in der unverkalkten Randzone völlig eben sind, in dem höckerigen Theil aber eine wellenförmige Anordnung annehmen, wodurch die Struktur dieses Theiles hervorgerufen wird. Die Lagenstreifen sind genau zu erkennen und wie gewöhnlich bemerkt man auch eine deutliche Querstreifung. Unmittelbar vor der vordern Grenze der erwähnten Dornhülle erreicht der höckerige Theil der Platte seine grösste Dicke. Ein Schliff in diesem Theile (III, 2) zeigt einen Wirwar von Höckern, Lagenstreifen und Strichen, die scheinbar ohne Ordnung durch einander geworfen sind. Die Erklärung dieser scheinbaren Wirrnis muss man zum Theil in den Wachstumsverhältnissen, zum Theil in Verkalkungsphänomenen suchen. Besonders an den Rändern des Höckerfeldes kann man die Bildung der Höcker verfolgen. Hier ist denn zu beobachten, dass die Höcker und die zwischenliegenden Vertiefungen bei fortschreitendem Wachsthum nicht ihre von Anfang an eingenommene Lage beibehalten: man sieht wie ein Höcker in einer Vertiefung entstehen kann und umgekehrt, wie sich eine Vertiefung oberhalb der Stelle wo ein Höcker ist, bildet. Auch beobachtet man, dass in solchen Fäl-

len eine scharfe Grenze in Form eines dunklen Striches zwischen den neuentstandenen und den unterliegenden Bildungen entsteht.

Man beobachtet ferner, dass die Querstreifen zu beiden Seiten eines dunkeln, quer-verlaufenden Striches einen verschiedenen Verlauf haben, dadurch angehend, dass sie zwei Verkalkungscentra angehören.<sup>1</sup>

Dies Verhältniss lässt sich folgendermassen erklären: In den älteren Theilen der Schale findet man immer, in den jüngeren oftmals unverkalktes Chitin zwischen zwei benachbarten Höckern liegend und die Vertiefung zum Theil ausfüllend. Verkalkt sich nun dieses, so beginnt dieser Process am äussersten Rande jedes Höckers und dringt von beiden Seiten gegen die Mitte der Vertiefung vor. Da, wo die beiden Verkalkungscentra an einander stossen entsteht oft ein dunkler Strich, wie wir dies auch bei der Innenplatte deutlich gefunden haben. Klar ist es auch, dass gerade da, wo die Platte am meisten entwickelt ist, also im hintern Theile, und wo somit viele Umlagerungen stattgefunden haben, diese unregelmässige Struktur am auffälligsten sein muss.

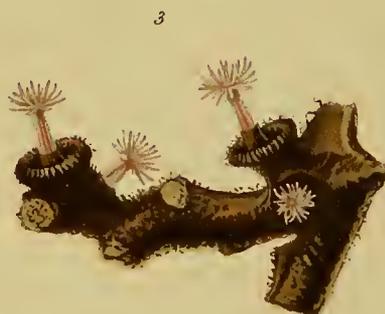
Die wellenförmige Struktur der Rückenplatte wird dadurch verursacht, dass die Lagen an verschiedenen Punkten eine verschiedene Mächtigkeit haben; diese Verschiedenheit ist jedoch nicht auf gewisse bestimmte Stellen der Platte beschränkt, sondern wechselt während des Wachstums.

Die dunkeln Striche färben sich auf entkalkten und mit Hämatoxylin gefärbten Schnitten dunkel; sonst färbt sich die organische Grundsubstanz der Platte überhaupt sehr hell.

Der verkalkte Theil der Platte weist doch nicht überall regelmässige Höcker und Vertiefungen auf. Erstens sind die Höcker gegen die Ränder der Platte zu ziemlich un- deutlich und die Platte hat hier noch keine ausgeprägt wellenförmige Struktur. Zweitens können die Höcker gegen die hintern Theile der Schale nicht nur am Rande, sondern auch gegen die Mittellinie hin fast völlig ausgewischt sein; in der Mittellinie selbst ist dies doch niemals der Fall.

Wie schon gesagt liegt im hintern Theile der Schale ein Gebiet mit unverkalkten Chitinelamellen, die Dornhülle. Dies ist doch nicht so zu verstehen, als sei die Rückenplatte hier durchaus unverkalkt. Im Gegentheil zeigt ein Durchschnitt, dass die untersten Theile der Platte immer verkalkt sind (III, 1). Die die Mittelplatte zunächst begrenzenden Theile weisen die gewöhnlichen Höcker auf. Der obere Theil dieser verkalkten Partie ist dunkler als der unterliegende und dieser dunkle Theil gehört zu verkalkten Lamellen der Hülle; gegen die vordere Grenze der Hülle zeigen dieselben in der Mittellinie eine höckerige Anordnung, die doch gegen das Rostrum hin völlig schwindet. Folglich verkalken sich die Lamellen der Dornhülle auch, doch bleiben die obern Lamellen älterer Schalen durchaus unverkalkt. Nach vorn geht die Hülle allmählich in den eigentlichen höckerigen Theil über; nach den Seiten läuft dieselbe, sich stets verdünnend, gegen den Schalenrand aus; die Lamellen, welche sich auf dem Rostrum fortsetzen, verdünnen sich sehr gegen die Spitze desselben und sind zuletzt nicht mehr wahrnehmbar.

<sup>1</sup> Unter einem Verkalkungscentrum verstehe ich also nicht nur einzelne Kalkstreifen, sondern auch grössere Verkalkungsbezirke, die aus mehreren Streifen bestehen, und welche durch eine Grenzlinie von angrenzenden Bildungen getrennt sind. Innerhalb eines grossen Verkalkungscentrum können also mehrere kleinere vorhanden sein.



Wie wir gesehen haben zeigt sich, besonders in den älteren Schalentheilen, ein bunter Wirwar von Höckern und Streifen, der wahrscheinlich die eigenthümliche Anschauung von RIEFSTAHL hervorgerufen hat. Die »Bälkchen« sind wohl nichts anderes als gewisse Lamellengruppen, die durch scharf hervortretende dunklere Streifen getrennt sind, wie man solche hie und da beobachten kann. Die »Stäbchen«, welche die Lamellen quer durchsetzen, sind verkalkte Querstreifen und der Anschein »eigener Hohlräume«, welche von den Stäbchen ausgefüllt werden sollen, entsteht dadurch, dass zwei benachbarte Stäbchen oder Streifen durch die unverkalkte dunklere Grundsubstanz von einander getrennt werden.

Die Rückenplatte der hinteren Schalenkante hat in ihrem untersten Theile eine dunklere Abtheilung, den zuerst gebildeten Theil der Platte. Die Lamellen sind hier nicht wellenförmig abgelagert.

Fassen wir nun, was oben über die Rückenplatte gesagt ist zusammen: Die Platte nimmt die Rückenfläche des Schildes ein. Sie besteht aus zwei Partien: einem höckerigen, verkalkten Theile und einer unverkalkten Randzone; die unverkalkte Dornhülle ist als ein modificirter Theil der Höckerpartie zu betrachten. Die Randzone der Platte ist jedoch sehr dünn und die Lamellen hier nicht wellenförmig abgelagert; sie bildet, auch wenn sie von dem höckerigen Theile überlagert wird, eine deutliche untere Partie der Platte. Die Platte hat ihren grössten Umfang in den älteren Schalentheilen und ist am dünnsten an den Rändern. In den hintern Schalentheilen ist der verkalkte, höckerige Theil der Platte verhältnissmässig dünn, was davon herrührt, dass die oberen Lamellen hier nicht verkalken, sondern einen unverkalkten Ueberzug, die Dornhülle, bilden. Die festere Consistenz dieser Lamellen setze ich mit einem langsameren Wachsen der Schale in Verbindung. Die Platte wächst durch Apposition neuer Lagen auf ihrer oberen Seite.

#### *Das Rostrum.*

Die Lamellen der Rückenplatte setzen sich direkt in denen des Rostrum fort, wie sich das besonders an entkalkten Schnitten sehr gut ermitteln lässt. Da nun jede Lamelle das ganze Rostrum umfasst, zeigt sich dasselbe als aus in einander steckenden Düten aufgebaut, wie schon RIEFSTAHL dies richtig bemerkt hat.

Ein Längsschliff zeigt, dass das Rostrum an seiner Basis ringsum von unverkalkten Chitinlamellen, die eine direkte Fortsetzung der Dornhülle sind, umgeben ist (I, 3; II, 1; III, 1 *dh*, *ch*). Gegen die Spitze hin verkalken sich dieselben schneller und sind deshalb in unverkalktem Zustande gar nicht oder nur als ein schmaler Rand wahrzunehmen.

Die erwähnten unverkalkten Lamellen der Dornhülle füllen auch den Zwischenraum zwischen dem Rostrum und der hintern Schalenkante zum Theil aus (*ch*), indem sie, wie schon gesagt, den Basaltheil des ersteren umfassen. Von dort gehen sie auf die Rückenplatte der hintern Schalenkante über. Theils von der Rückenplatte dieser hinteren Schalenkante, theils von der Unterseite des Rostrum ragen nun verkalkte Spitzen in das unverkalkte Chitin hinein; im inneren Winkel stossen die Spitzen beider Seiten zusammen (III, 1).

Im Rostrum bemerkt man an einem Längsschliffe (III, 1) Streifen zweierlei Art; die einen, die mit der Oberfläche parallel gehen, sind die Lagenstreifen, die anderen sind die

durch Verkalkung hervorgerufenen Querstreifen. Ein Querschliff zeigt die Lagen als concentrische Ringe, die Querstreifen strahlen radiär gegen die Peripherie aus.

Im Centrum des Rostrum beobachtet man eine hellere Partie, die sich durch die ganze Länge desselben erstreckt; mit RIEFSTAHL nenne ich dieselbe den Dornkern (*dkr*). Die Querstreifen strahlen von hier nach der Peripherie aus; die Verkalkung ist im Dornkern unregelmässiger, indem da grössere oder kleinere Kalkknollen eingelagert sind. Kalkknollen liegen immer in der Spitze des Rostrums angehäuft und hier wird selbstverständlich der Dornkern gebildet. Der äussere Theil des Rostrum, welcher den Kern auf allen Seiten umlagert, wird von RIEFSTAHL »Dornkappe« benannt; hauptsächlich in diesem Theile kommt eine deutliche Querstreifung vor. Der unmittelbar an die Rückenplatte grenzende Basaltheil verkalkt sich unregelmässig; derselbe ist auch als der Rückenplatte angehörig zu betrachten, wie dies bei der Beschreibung der Embryonalschalen näher erörtert werden wird. Die Grenze zwischen Rostrum und der Dornhülle tritt sehr scharf hervor.

An entkalkten und gefärbten Schnitten zeigen sich die das Rostrum zusammensetzenden Lamellen nicht als aus durchweg homogener Substanz gebildet. Der in der Medianlinie befindliche Theil nämlich, d. h. die Grundsubstanz des Dornkernes, wird durch Hämatoxylin oder Pikrokarmine äusserst schwach gefärbt (VI, 6 *dkr*). Die Grenze zwischen dem Dornkern und der Dornkappe (*dkp*) ist doch, ebensowenig wie im verkalkten Zustande, scharf; die beiden Abtheilungen gehen vielmehr allmählich in einander über. Die Grundsubstanz des Kernes scheint von zarterer Consistenz als die der Kappe zu sein. Zwischen den Lamellen des Kernes liegt oft organische Substanz protoplasmatischer Natur eingelagert (VI, 6 *kr*), was bei der Beschreibung der Weichtheile eingehender beschrieben werden wird.

In betreff der Platten in der hintern Schalenkante will ich noch hinzufügen, dass die Grenzen zwischen den Platten, besonders an unentkalkten Schliffen, oft schwer zu bestimmen sind.

Die Bauverhältnisse im hintern Theile der Schale, die bei Beschreibung der einzelnen Theile ein wenig verwickelt vorkommen, werden leicht verständlich, wenn man nur folgendes festhält. Die dem Rostrum nächstliegenden Theile sind die ältesten und während einer Periode gebildet, wo noch keine Sonderung in verschiedene Platten eingetreten war. Die Rostralgegend bildet daher ein Centrum, von dem aus die Platten beim Wachsen der ganzen Schale gegen die Peripherie hin an Umfang zunehmen, die Rückenplatte ausgenommen, die aus später zu erörternden Gründen in den ältesten Schalentheilen am umfangsreichsten ist. Das Rostrum und die Dornhülle sind nur modificirte Theile der Rückenplatte und ihre Lagen hängen überall mit denen der Platte zusammen.

### Der Wulst.

Die Hauptzüge des makroskopischen Baues des Wulstes habe ich schon oben angeführt und gehe deshalb direkt zu der mehr detaillirten Schilderung desselben über.

Zuerst will ich denn hervorheben, dass, was ich bei dem Wulste als Lamellen bezeichnet habe sich bei stärkerer Vergrösserung nicht als einfache Lagen erweist, sondern aus mehreren verkalkten Chitinlamellen aufgebaut ist. Ich will deshalb diese Gebilde von

nun ab nicht mehr Lamellen, sondern Septa nennen, da ich dieselben in Uebereinstimmung mit vielen andern Verfassern als Homologa der *Spirula*- und *Nautilus*-Septa ansehe,<sup>1</sup> was ich weiter unten begründen will. Die Lagen der Septa sind eine direkte Fortsetzung der der Innenplatte, was doch nur an dem letztgebildeten Septum deutlich ist, dessen letztgebildete Lage nämlich ohne Unterbrechung in die der Innenplatte übergeht (VII, 1).

Mit seinem vordern Theile liegt jedes Septum der Innenplatte dicht an, um dann plötzlich nach unten umbiegend seinen Verlauf nach unten und hinten fortzusetzen (I, 6; IV, 1, 2, 3, 4 *sp*), bis es sich mit seinem hintern Rande dem nächst hinterliegenden anlegt (II, 1; V, 4 *sp*). Der vordere Winkel zwischen zwei benachbarten Septa, welchen ich den vordern Höhlenschichtwinkel nennen will (I, 6; II, 1 *vw*)<sup>2</sup> ist durch eine Kalkmasse ausgefüllt, die das Septum hier von bedeutender Dicke scheinen lässt (IV, 1, 2 *afs*). Wie wir später sehen werden, gehört diese Kalkmasse jedoch nicht dem Septum an.

Wie aus der Figur hervorgeht (I, 6; IV, 1 *sp*) bilden die vorderen Theile der Septa auf der untern Fläche der Innenplatte, einen zusammenhängenden Rand.<sup>3</sup> Die betreffenden Theile der Septa sind doch immer deutlich von der Innenplatte zu unterscheiden, ebenso ist die Lagerung deutlich. Kalk liegt hier oft in Form zertreuter unregelmässiger Kalkknollen eingelagert. In den vordern und hinteren Theilen sind die Septa am dicksten; auch in den letztgenannten sind überall Kalkknollen eingelagert (V, 4 *a*), die in den mittleren Abschnitten, wo die Verkalkung homogener ist, weniger zahlreich sind. In den hinteren Abtheilungen jedes Septum treten die einzelnen, das Septum bildenden Lamellen deutlicher hervor als sonst, da sich dort keine Kalkausscheidungen vorfinden und die Lamellen weiter von einander getrennt sind. Der hintere Winkel zwischen zwei anstossenden Septa, den ich den hintern Höhlenschichtwinkel nenne, (II, 1 *hw*) ist wie der vordere Winkel durch eine Kalkmasse ausgefüllt (V, 4 *afs*).

Der Raum zwischen zwei benachbarten Septa, den ich Höhlenschicht nennen will (II, 1 u. a. *hl*), ist kein leerer Raum. In gewissem Abstand von einander stehen hier verkalkte Gebilde, die an einem Sagittalschliffe bald die Form schmaler Pfeilerchen, bald die breiter Wände haben, welche immer winkelrecht gegen die Septa stehen (II, 1; V, 1, 2, 3, 4 *pf*). Ein Horizontalschliff, d. h. ein Schliff, der parallel mit den Septa geht, giebt ein wahres Bild ihrer Form. Sie zeigen sich dann als dünne, vielfach geschlängelte, hie und da mit Leisten ausgestattete Gebilde (II, 5).

Trotz dieses Aussehens behalte ich die gewöhnlich gebrauchte Benennung Pfeiler bei. Dieser unregelmässige Bau ist es, der ihr wechselndes Aussehen bei einem Sagittalschliffe verursacht. Trifft z. B. der Schliff eine hervorragende Leiste, zeigt sich ein schmaler Pfeiler; trifft derselbe dagegen einen mehr gerade verlaufenden Theil, zeigt sich eine breite Wand. Auf diese Weise können mehrere verschiedene Figuren zum Vorschein kommen. Wenn z. B. ein Pfeiler an mehreren Stellen vom Schliffe getroffen wird und die zwischen liegenden gebuchteten Theile werden weggeschliffen, so bekommt er das Aus-

<sup>1</sup> In meinem vorläufigen Aufsätze über diesen Gegenstand habe ich die Gebilde »väggskikt» (Wandschicht) benannt.

<sup>2</sup> Die der Innenplatte dicht anliegenden vorderen Theile der Septa bilden auf der Unterseite der Platte einen zusammenhängenden Überzug. Der Winkel wird also in der That von zwei benachbarten Septa, nicht wie man bei der makroskopischen Betrachtung glauben sollte von einem Septum und der Innenplatte, begrenzt.

<sup>3</sup> Auf den Seiten der Schale ist dies jedoch nicht der Fall.

sehen von mehreren schmalen, neben einander stehenden Pfeilerchen. — In dem hintern Theil der Höhlenschicht stehen die untern Enden der Pfeiler deutlich vor und zeigen sich da keulenförmig angeschwollen (V, 4).

Die unentkalkten Pfeiler weisen auf der Oberfläche eine deutliche Lagerung auf, die von abwechselnd hellen und dunklen Schichten herrührt. An durchschnittenen Stellen eines Pfeilers zeigt sich, dass die Oberfläche nicht eben sondern wellenförmig ist, indem hier Vertiefungen und Erhöhungen abwechseln. Ich habe constatirt, dass die Erhöhungen stark lichtbrechend sind, d. h. sich hell zeigen, die Vertiefungen dunkel. Wahrscheinlich ist es dieser Umstand, der die Lagerung an den verkalkten Pfeilern so deutlich hervortreten lässt. In den entkalkten Pfeilern, wo übrigens sehr viel organische Substanz übrig bleibt, sind die Erhöhungen und Vertiefungen zwar deutlich, die Lagerung aber ausgewischt.

In den untern und oberen Enden sind die Pfeiler breiter als in der Mitte. Eine Querstreifung lässt sich immer deutlich wahrnehmen. Die Bedeutung der Pfeiler für die Schale ist leicht einzusehen und ist schon von VOLTZ<sup>1</sup> richtig angegeben. Die Septa sind ja sehr brüchige Dinger und würden schon bei einem geringen Druck zerbröckeln und somit die Schale zerstört werden. Da nun die Pfeiler nahe an einander und winkelrecht gegen die Septa stehen, ist es klar, dass sie eine sehr wirksame Stütze abgeben müssen. Zudem stehen sie in den verschiedenen Höhlenschichten einander gegenüber und beim Einwirken von aussen drücken sie einander und nicht gegen die brüchigeren Partien der Septa.

Zwischen den Pfeilern erstrecken sich in gewissem Abstände von einander äusserst dünne Membranen, die mit einander und mit den Septa parallel verlaufen, also mit den Pfeilern einen rechten Winkel bilden (II, 1, 3; IV, 8; V, 1, 2, 3, 4 *fr. m*). Diese freigespannten Membranen sind nun an die Pfeiler befestigt, indem sich dieselben unmittelbar vor der Befestigung in der Regel in zwei oder mehrere Zweige spalten; im vorigen Falle biegt der eine nach oben, der andere nach unten somit ein kleines Dreieck bildend; sind mehrere Zweige vorhanden biegen einige nach oben, andere nach unten (IV, 8). Die Befestigung kann nur da, wo die Pfeiler vom Schiffe getroffen sind beobachtet werden; sonst sieht man nur wie sich die Membranen über die Oberfläche derselben fortsetzen, wie es Taf. 5, Fig. 3 und 4 deutlich zeigt. Kalkausscheidungen lassen sich weder bei stärkster Vergrösserung noch durch polarisirtes Licht nachweisen, auch ist ihre Dicke nicht zu messen. Zwischen den Membranen liegen Hohlräume.

Diese Membranen lassen sich in der Regel nicht bis zum vordern Höhlenschichtwinkel verfolgen, indem sich zwischen dem vordersten Pfeiler und der die Ecke ausfüllenden Kalkmasse gewöhnlich keine finden; die Ursache hierzu wird später (S. 25) erörtert werden. Die Anzahl der Membranen wechselt in den verschiedenen Höhlenschichten; ich habe bis zu sieben beobachtet.

Um das Wachsthum des Wulstes richtig aufzufassen müssen wir entkalkte kleinere Stückchen desselben untersuchen.

<sup>1</sup> Sur les Bélemnites S. 28.

Die zu diesem Zwecke geeignetsten Theile sind die an der Grenze zwischen dem gestreiften und ungestreiften Theil. Hier wird ein Stück ausgeschnitten, welches beide Abtheilungen mit einander zusammenhängend enthält. Nach Entkalkung und Einbettung wird es nun möglich durch die organische Substanz dünne Schnitte zu machen, die später mit Hämatoxylin gefärbt werden.

Das Bild, welches sich nun an den Schnitten zeigt ist je nach den verschiedenen Schalen verschieden.

Pl. V, Fig. 2, zeigt einen Schnitt durch das letztgebildete Septum nebst der letztgebildeten Höhlenschicht; beide Bildungen zusammen nenne ich eine Hauptschicht;<sup>1</sup> oberhalb dieser liegt die nächst vorangehende Hauptschicht.

In den fertigen Höhlenschichten treten die Membranen durch Färbung sehr deutlich hervor. In der letztgebildeten Höhlenschicht dagegen sind, wie ich es in meiner vorläufigen Mittheilung schon dargestellt habe, keine freigespannten Membranen zu sehen, nur die Pfeiler und zwischen diesen eine zusammenhängende und gelagerte Chitinmasse, in der hellere und dunklere Lagen mit einander abwechseln (*hch*). Dass die Lagen, welche die Chitinmasse der Höhlenschicht zusammensetzen, in ihrer Consistenz von denen des Septum abweichen, geht schon aus ihrem Aussehen deutlich hervor; sie sind bedeutend heller und haben eine sehr zarte Beschaffenheit. An unentkalkten und ungefärbten Schnitten kann man sie sogar unmöglich entdecken.

Das Septum besteht aus dicht auf einander gelagerten, festen, durchaus gleichgeformten Lamellen, wo nicht, wie in den Höhlenschichten, verkalkte und unverkalkte Stellen mit einander abwechseln.

Im ganzen ungestreiften Theile des Wulstes zeigt sich nun dasselbe Verhältniss; eine Hauptschicht hat sich abgelagert und nimmt nun die ganze ungestreifte Fläche des Wulstes ein; in dieser Hauptschicht jedoch ist die Höhlenschicht eine zusammenhängende Masse, die aus verkalkten Pfeilern und zwischenliegenden unverkalkten Chitinlagen besteht.

Ein andres Aussehen der letztgebildeten Höhlenschicht, einer andern Schale entnommen, zeigt uns Pl. V Fig. 3. Hier haben die freigespannten Membranen schon angefangen sich zu bilden (*f. m.*). Dies geht folgendermassen vor sich. An gewissen, über einander gelegnen Stellen entstehen Spalten in der Längsrichtung der Lagen; dadurch, dass sich diese immer mehr erweitern werden die zwischen denselben befindlichen Lagen immer mehr zusammengepresst bis sie zuletzt eine dünne Membran von unmessbarer Feinheit bilden. Wenn nun zwischen den Pfeilern mehrere solcher Spalten entstehen, die eine über der andern und die zwischenliegenden Chitinlagen zusammengepresst werden, bilden sich durch die ganze Höhlenschicht freigespannte Membranen, die durch Hohlräume von einander getrennt sind. Wie die Figur zeigt, sind die Pfeiler, weil sie verkalkt sind, nicht von Spalten durchsetzt und die Membranen scheinen deshalb an ihnen befestigt zu sein.

Pl. V Fig. 1 stellt einen Schnitt durch eine Schale vor, wo eine Höhlenschicht im Begriff ist sich zu bilden. Die Höhlenschichtlagen nehmen nach hinten zu bedeutend an

<sup>1</sup> Ich fasse dann das unter einer Höhlenschicht liegende Septum als dieser angehörig auf.

Mächtigkeit ab, bis sie zuletzt in das vorhergehende Septum auslaufen und hierauf beruht, dass die Septa mit ihren hintern Theilen an einander stossen. Wenn eine Höhlenschicht im Bilden begriffen ist überragen die Pfeiler, die, wie oben gesagt, sich gleich verkalken, mit ihren untern Enden die untere Fläche der unverkalkten Lagen; dass sich die Lagen des unverkalkten Chitin durch die verkalkten Pfeiler fortsetzen geht am deutlichsten aus einer im Bilden begriffenen Höhlenschicht hervor (IV, 7; V, 1 *pf*).

Die Höhlenschichtlagen setzen sich nicht auf einmal gleichmässig über den ganzen ungestreiften Theil des Wulstes ab; wenigstens scheinen die Lagen immer gegen die Ränder hin in das nächst vorhergehende Septum auszulaufen; erst allmählich nehmen sie die ganze ungestreifte Fläche des Wulstes ein, mit Ausnahme eines schmalen Randes des hinteren Theiles.

Ein Schnitt durch den Zuwachsbezirk des Wulstes, d. h. den ungestreiften Theil, kann somit bei verschiedenen Individuen ein verschiedenes Aussehen darbieten. Entweder liegt an der untern Fläche eine fertige Hauptschicht, wo die freigespannten Membranen schon gebildet sind;<sup>1</sup> oder es kommt da eine Hauptschicht vor, wo die Höhlenschichtlagen noch zusammenhängend sind, das Septum aber gebildet ist; oder es ist endlich eine neu angelegte Höhlenschicht zu sehen. Die Hauptschichten fangen nämlich, wie schon erwähnt, mit einer Höhlenschicht an und schliessen mit einem Septum ab.

Die Pfeilerchen verkalken sich gleichzeitig mit oder wenigstens unmittelbar nach der Absetzung, was man an Schliffen durch Höhlenschichten im Entstehen deutlich beobachten kann.

Ich will nun die Erscheinungen bei Entstehung der freigespannten Membranen in einer Höhlenschicht eingehender schildern.

Wie schon oben gesagt sind die freigespannten Membranen in der Regel derartig an die Pfeiler befestigt, dass sie sich in horizontaler Richtung unmittelbar an den Pfeilern in zwei Zweige spalten, der eine nach unten, der andre nach oben biegend; beide Zweige befestigen sich an den Pfeiler. Oft beobachtet man auch drei oder mehrere Zweige. Die Zerklüftung ist doch nur scheinbar; der Anschein einer solchen wird aber durch die Entstehungsweise der Membranen bedingt. Wir erinnern uns, dass die Pfeiler in gewissen Abständen von einander stehen und dass sich die Spalten nur zwischen diesen bilden. Durch eingetretne Spannung entsteht nun eine Spalte z. B. in den untern Theilen der Höhlenschichtlagen; die Pfeiler, welche die Spalte begrenzen hindern nun diese sich ohne Unterbrechung über die ganze Schicht auszustrecken, was möglicherweise ohne dies Hinderniss der Fall sein könnte. Durch Erweiterung der Spalte wird nun die dieselbe unten begrenzende Lagenmasse nach unten gepresst, die obere nach oben. Es ist nun klar, dass je näher den Pfeilern, je geringer wird die Zusammenpressung sein, weil die Pfeiler dieselbe über eine gewisse Grenze hinaus hindern. Dadurch entsteht eine anfänglich ovale oder rundliche Spalte, und unmittelbar an den Pfeilern stossen die ober- und unterhalb der Spalte befindlichen Lagenmassen zusammen (V, 6). Oberhalb dieser Spalte entsteht nun eine neue und dieselben Vorgänge wiederholen sich hier, indem die Lagen, welche die Spalte oben und unten begrenzen, je mehr sich diese erweitert, immer mehr nach oben und unten ge-

<sup>1</sup> Hier sei doch bemerkt, dass man in dem Falle unter dem dazugehörigen Septum gewöhnlich eine schon angelegte Höhlenschicht finden wird.

presst werden, bis es zuletzt so weit kommt, dass die zwischen beiden Spalten befindlichen Lagen so dicht zusammengepresst sind, dass sie eine Membran von nicht zu messender Feinheit bilden (V, 6 *fr. m.*).

Aber wie geht es denn mit den den Pfeilern näher gelegenen Theilen der Lagen, die infolge des Widerstandes der Pfeiler nicht in horizontaler Richtung zusammengepresst werden können? Die Abbildung Pl. V Fig. 6 giebt hierauf Antwort. Hier sehen wir wie die Zusammenpressung in den die Pfeiler begrenzenden Theilen immer fortgeht, während der übrige Theil eine schon fertige Membran bildet. Indessen, anstatt in horizontaler Richtung zusammengepresst zu werden, müssen sich die Lagen in vertikaler Richtung den Pfeilern anlegen und werden der Oberfläche derselben derart angepresst, dass jede Spur einer Lagerung schwindet; hie und da habe ich längs der Oberfläche der Pfeiler eine äusserst schmale Konturzone wahrgenommen (IV, s), die möglicherweise der Rest der zusammengepressten Lagen gewesen sein kann; in andern Fällen ist mir auch dies nicht möglich gewesen. Zuletzt erreicht die Zusammenpressungsfähigkeit ihr Maximum und es bleibt unmittelbar an dem Pfeiler eine kleine dreieckförmige Figur übrig, die ausser dass ein Bersten der Membran einträte, nicht mehr zusammengepresst werden kann.

Hier sei gleich bemerkt, dass in den Höhlenschichten, wo die Zusammenpressung noch nicht völlig abgeschlossen, es immer leicht ist, die noch in der Triangel befindlichen Lagen durch Färbung mit Hämatoxylin nachzuweisen; in älteren Höhlenschichten ist dies nicht immer möglich und dadurch entsteht das Aussehen als sei die Membran zerspalten. Oftmals auch sind diese Lagen nicht länger dort zu finden, weil eine secundäre Zusammenpressung innerhalb des triangulären Bezirks stattgefunden hat; oftmals auch mag ihr Dasein, da sie sich nach einiger Zeit nicht so gut färben lassen, der Aufmerksamkeit entgehen; gewiss ist es, dass sie, wo es mir möglich gewesen sie nachzuweisen, äusserst schwach gefärbt waren.

Bisweilen scheint eine Zerspaltung und Membranenbildung vorzukommen während sich noch die Lagen der Höhlenschicht absetzen. Bisweilen beobachtet man auch, dass an gewissen Stellen auch in der Mitte einer Höhlenschicht neben den horizontalen auch vertikale Membranen entstehen können (V, 5  $\beta$ ). Dies geht vor sich, indem zwei Spalten etwa in gleicher Höhe neben einander entstehen, zwischen deren benachbarten Endpunkten dann eine Lagenmasse übrig bleibt. Je nach Erweiterung der Spalten nehmen nun diese Lagen beim Zusammenpressen eine vertikale Richtung ein, gerade so wie es mit den den Pfeilern anstossenden Lagen geschieht und daraus entsteht, wenn das Maximum der Zusammenpressung erreicht ist, zwischen den beiden Höhlenräumen eine vertikal verlaufende Membran. Dies Verhältniss scheint in der Regel nur in der Nähe eines Pfeilers vorzukommen. Die Ursache der Entstehung dieser vertikalen Membranen liegt wahrscheinlich darin, dass die Spaltöffnungen der beiden benachbarten Spalten nicht ganz in derselben Höhe entstehen was wiederum zur Folge hat, dass diese sich nicht vereinigen, und hieraus folgt dann schliesslich, dass die zwischenliegende Lagenmasse zusammengepresst wird.

Fasst man die geradezu unglaubliche Fähigkeit des Zusammenpressens, welche die Lagen besitzen, ins Auge, bekommt man die feste Ueberzeugung, dass der Unterschied betreffs der Dicke der zusammengepressten Lagen fast unmerkbar sein würde, wenn in der Höhlenschicht keine Pfeiler vorhanden wären und die Lagen somit den Septa angepresst

lägen. Wahrscheinlich würden sie dann, wie man es in dem vordern Höhlenschichtwinkel beobachten kann, den Septa so dicht angepresst werden, dass man sie nur als eine dunkle Kontur unterscheiden könnte. Ich hebe diesen Umstand mit besonderem Nachdrucke hervor, weil sich meine Theorie des Wachsthum der *Spirula*- und *Nautilus*-Schalen, die ich weiter unten darstellen werde, zum Theil hierauf begründet.

Ebenso wichtig für die betreffende Theorie sind die Verhältnisse, die sich in dem vorderen Höhlenschichtwinkel der Sepiaschale beobachten lassen. Dieser Winkel ist von einer Kalkmasse ausgefüllt (IV, 2 u. a. *afs*) und oft, wenn auch nicht immer, beobachtet man auch in unmittelbarer Nähe ihrer hintern freien Fläche eine oder mehrere Membranen (*fr. m.*), die sich doch nicht in horizontaler, sondern in vertikaler Richtung erstrecken, indem sich dieselben, auf die beiden die Höhlenschicht begrenzenden Septa übergehend, dicht an diese legen. Entkalkte Schnitte zeigen wie diese Membranen entstehen. Zuerst sei denn bemerkt, dass die Spannung in dem innersten Theile des vorderen Höhlenschichtwinkels wahrscheinlich nicht so stark ist, was zu Folge hat, dass die Höhlenschichtlagen hier immer im ursprünglichen Zustande, ohne sich zu spalten bleiben und später verkalken<sup>1</sup>. In dem Raume, der sich zwischen dieser verkalkten Partie und dem nächstliegenden Pfeiler befindet sind gewöhnlich keine horizontalen Membranen zu sehen. Dies hängt wieder davon ab, dass da gewöhnlich nur eine Längenspalte entsteht. Die Lagen, welche diese begrenzen werden somit selbstverständlich den beiden, die Höhlenschicht begrenzenden Septa, wie dem vordersten Pfeiler angepresst und legen sich den Septa in horizontaler Richtung an, nehmen dagegen an dem Pfeiler und längs der freien Fläche der Ausfüllungsmasse eine vertikale Richtung an. Nun kommt es aber häufig vor, dass sich die Längenspalte nicht bis zu der ausfüllenden Kalkmasse erstreckt und somit bleiben zwischen dem Endpunkte der Spalte und der Ausfüllungsmasse zusammenhängende Chitinlagen zurück. In diesen entstehen dann eine oder mehrere Spalten und die vertikal verlaufenden Membranen entstehen auf die Weise, wie ich eben geschildert habe.

Der hintere Höhlenschichtwinkel ist gleichfalls von einer Kalkmasse ausgefüllt (V, 4 *afs*). Doch scheint die organische Grundsubstanz dieser Masse, wie überhaupt die angrenzenden Theile der Höhlenschichtlagen, von verhältnissmässig fester Beschaffenheit zu sein; dies kann möglicherweise die Ursache sein, dass in diesem hintern Theile keine Zusammenpressung vorkommt.

An der untern Fläche jedes Septum kommt eine Kalkkruste vor, die durch ihre lichtbrechende Beschaffenheit von dem dunkleren Septum auffällig abweicht (IV, 1, 2, 4 *ls*). Diese Kalkkruste hat in verschiedenen Theilen des Septum eine verschiedene Mächtigkeit; dieselbe scheint am dicksten da zu sein, wo sich das Septum von der Innenplatte trennt und nach unten biegend einen Bogen bildet (IV, 1); gegen den hintern Rand kann sie sehr unbedeutend sein. Diese Ablagerung, deren entkalkte und mit Hämatoxylin gefärbte Grundsubstanz sich viel heller als das Septum zusammensetzende Chitin zeigt, unterliegt keiner Zusammenpressung, sondern scheint sich sehr schnell zu verkalken. Häufig ist auch die Grenze zwischen dieser Substanz und der des Septums sehr scharf hervortretend.

<sup>1</sup> Bisweilen ist es mir vorgekommen als <sup>ob</sup> ab Kalk schon vor Entstehung der Membranen in diesem Winkel eingelagert gewesen sei, wodurch selbstverständlich ein Zerspalten verhindert wird.

Dieselbe setzt sich vor der Pfeilerbildung ab und ist daher von durchaus homogener Struktur. Wahrscheinlich ist diese Substanz als ein Uebergang zu den eigentlichen Höhlenschichtlagen aufzufassen. RIEFSTAHL benennt diesen Theil »Stützblatt«.

Auf der obern Fläche des Septum ist eine derartige hellere Ablagerung bei starker Vergrößerung nur in den Zwischenräumen der Pfeiler nachzuweisen. Da sind es indessen, soweit ich habe finden können, nur die Höhlenschichtlagen die solch starker Zusammenpressung nicht unterlegen sind; es ist möglich, dass dies von einer festeren Beschaffenheit der untern Theile herrührt. In diesem helleren Rand habe ich hier und da kleine Kalkkörper beobachtet.

Leider ist mir die Ursache der Zerspaltung und Zusammenpressung der Höhlenschichtlagen noch ganz dunkel. In meiner vorläufigen Mittheilung über diesen Gegenstand<sup>1</sup> habe ich die Vermuthung ausgesprochen, die Spaltung stehe möglicherweise mit der eintretenden Verkalkung der weichen Lagen in Zusammenhang. BATHER<sup>2</sup> hat später dieselbe Meinung angenommen. Diese Vermuthung muss ich jedoch als völlig unhaltbar erklären, weil ich selbst bei polarisirtem Lichte in den Membranen gar keinen Kalk entdecken kann. Dagegen liesse sich vielleicht eine Erklärung darin finden, dass sich gewisse Gase schon vor der Zerspaltung in den Höhlenschichten befinden, durch deren Ausdehnung die Chitinlagen gespalten und zusammengepresst werden. Dass wirklich Gas in der Sepiaschale vorkommt haben HUXLEY und LANKASTER<sup>3</sup> nachgewiesen und unmöglich wäre eine solche Erklärung also nicht. Aber wann und wie die Gase hineinkommen oder was ihre Ausdehnung bewirkt — das sind Fragen, deren Lösung ich andern Forschern überlassen muss.

Die Bedeutung des durch die Zerspaltung entstandenen, porösen Baues des Wulstes liegt klar zu Tage; die Hohlräume enthalten nämlich die in der Schale eingeschlossene Luft.

Ich muss hier auf die Ansichten über die Bildung des Wulstes, die von RIEFSTAHL und BATHER aufgestellt sind, etwas näher eingehen.

VOR RIEFSTAHL ist kein Versuch zur Erklärung der Entstehungsweise des Wulstes gemacht worden;<sup>4</sup> und als Erklärung nimmt dieser Verfasser ein intussusceptionelles Wachsthum der Schale an. Hier mögen einige allgemeine Bemerkungen über diese Theorie Platz finden.

Die Theorie ist in späterer Zeit von NATHUSIUS-KÖNIGSBORN<sup>5</sup> für die Entstehung des Hummerpanzers und der Molluskenschalen in Anspruch genommen worden und F. MÜLLER<sup>6</sup> hat dieselbe für die Muschelschalen wieder aufgenommen. Letztgenannter weicht doch von NATH.-KÖNIGSBORN darin ab, dass er annimmt, dass »die organische Substanz der Schale ihrer Anlage nach aus der Zelle hervorgeht« (S. 240), während NATH.-KÖNIGSBORN die ganze Schale als ein, ohne irgend welche Mitwirkung von secernirenden Zellen selbstständig wachsendes Organ betrachtet. Ich gestehe, dass ich nicht recht einsehe, was MÜLLER

<sup>1</sup> l. e. S. 500.

<sup>2</sup> Prof. BLAKE and Shellgrowth in Ceph. S. 426.

<sup>3</sup> TODD, The Cyclopaedia of Anat. and Phys. Vol. 1. S. 546. London 1835—36.

<sup>4</sup> Die kurze Hypothese von KÖLLIKER die Embryonalschalen betreffend ausgenommen, die weiter unten erwähnt werden wird.

<sup>5</sup> Untersuchungen über nicht celluläre Organismen. Berlin 1877.

<sup>6</sup> Über die Schalenbildung bei Lamellibranchiaten. Zool. Beiträge, herausgeg. von SCHNEIDER. Bd. 1. 1885.

mit seinem Ausdruck sagen will; aus seiner ganzen Darstellung geht doch hervor, dass er wenigstens die ganze Grundsubstanz nicht als ein Secretionsprodukt anerkennen will, aber welche Theile derselben er als celluläre betrachtet oder wie er sich die Vermehrung derselben auf intussusceptionellem Wege denkt, ist mir unklar.

Die Secretionstheorie darf wohl als die vorherrschende angesehen werden. Eingehend und klar ist die Richtigkeit dieser Theorie durch die Arbeit von TULLBERG<sup>1</sup> erwiesen, und es scheint mir eigenthümlich, dass nach den schlagenden Thatsachen, die von ihm dargelegt sind, die Intussusceptions-Theorie von MÜLLER zur Erklärung des Wachsens der Molluskenschalen wieder angewendet wird. Vielleicht wäre dies nicht der Fall gewesen, hätte MÜLLER die Arbeit von TULLBERG in ihrem ganzen Umfange gekannt, was doch, wie er selbst sagt, nicht der Fall ist. Ein einziges Beispiel möge genügen um zu beweisen in wie fern die MÜLLER'schen Beweisgründe zu Gunsten der Intussusceptionstheorie befriedigend sind. Auf Seite 222—225 beschreibt MÜLLER Querschnitte durch eine kleine 4 mm. lange *Unio*, von der er zuletzt sagt: »Die vollständige Ausbildung der Schale dieser kleinen *Unio* spricht sich nicht nur darin aus, dass alle Theile derselben schon wirklich vorhanden sind, sondern dass auch alles bereits genau in denselben Verhältnissen vorliegt wie bei den Schalen älterer Thiere. Es gleicht daher der Querschnitt der Schale dieser kleinen *Unio* bei starker Vergrösserung vollständig dem Querschnitte durch dieselbe Stelle der Schale eines grösseren Thieres bei ganz schwacher Vergrösserung. Das Wachstum der Schale geht also in allen Theilen und in allen Dimensionen ganz proportionirt vor sich, wie dies nur bei organischen Körpern zu finden ist. Ein Wachstum durch Apposition, wie dies nach der Secretionstheorie stattfinden soll, ist für diese Verhältnisse geradezu unmöglich.»

Gegen diese letzte Behauptung möchte ich zwei Punkte in der TULLBERG'schen Arbeit aufstellen, welche er nebst vier andern als eine Zusammenfassung der Resultate seiner Untersuchungen über die *Mytilus*-Schale angiebt.<sup>2</sup> Es sind diese: »1. Die Schale wächst nur dadurch, dass neue Schichten successive von dem darunterliegenden Mantelepithel gebildet werden.»

»2. Diese Schichten werden gleichzeitig über der ganzen Schale gebildet.»

Wenn also die verschiedenen Theile der Schale durch Apposition gleichzeitig ausgebildet werden, scheint es mir ganz natürlich zu sein, dass auch eine kleine *Unio* die Verhältnisse der grösseren ausgebildet zeigt; ganz natürlich erreicht sie durch Apposition neuer Lagen unter Beibehalten derselben gegenseitigen Beziehungen der verschiedenen Theile ihre völlige Grösse.

RIEFSTAHL hat nun, sich MÜLLER anschliessend, auch für die Cephalopodenschalen ein intussusceptionelles Wachstum postulirt, indem er doch zugiebt, dass die äussere Platte (meine Rückenplatte), inclus. Rostrum durch Apposition wächst. In betreff des Interntheiles (Innenplatte, Wulst und Gabel) nimmt er an (S. 211), dass die genannten Theile »in einer zusammenhängenden, intussusceptionell wachsenden, primär ungeschichteten Conchyolinmasse abgelagert werden.« Die Entstehung der Pfeiler und der freigespannten Membranen stellt er sich folgendermassen vor: Gewisse Punkte dieser ungeschichteten Masse fangen an stärker zu wachsen als die benachbarten, und diese bilden die Pfeiler. Diese

<sup>1</sup> Studien über den Bau und das Wachstum des Hummerpanzers u. der Molluskenschalen. Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl. Bd. 19. 1882.

<sup>2</sup> l. c. S. 31.

werden immer höher und zuletzt heben sich die benachbarten Theile des Conchyolin als freigespannte Membranen von der ungeschichteten Masse ab. Die ganze Darstellung der Hypothese ist sehr unvollständig und unklar. — Nach meiner vorhergehenden Schilderung des Wulstes braucht wohl kein Wort mehr über diese Hypothese verloren zu werden.

Als Stütze seiner Intussusceptions-Theorie führt RIEFSTAHL ferner an, dass die letztgebildeten Lamellen des Wulstes<sup>1</sup> einander näher seien als die älteren. In der Regel ist dies nur bei älteren Schalen der Fall und selbst da nicht immer. Es hängt dies mit einem weniger lebhaften Wachsthum zusammen; in Embryonalschalen und jüngeren Schalen überhaupt liegen die letztgebildeten Septa in demselben Abstand von einander wie die älteren.

In meiner oben citirten vorläufigen Mittheilung über die Schalenbildung bei *Sepia* habe ich die Bildung des Wulstes, ganz wie oben beschrieben, dargestellt und dann auch hervorgehoben, dass sich die Schalenbildung auf ganz natürliche Weise durch die Secretionstheorie erklären lasse.

In einem später erschienenen Aufsatz behandelt BATHER<sup>2</sup> denselben Gegenstand; nicht nur dass er, soweit ich habe finden können, selbst keine neuen Thatsachen hervorgebracht hat, sondern er hat auch, was RIEFSTAHL und ich gesagt haben verkannt. So sagt er z. B. von ersterem: »RIEFSTAHL states that membranes of Chitin continue from the middle plate over the last formed septa; he implies that sinuous partitions<sup>3</sup> do not exist in these membranes.«<sup>4</sup> — Mir ist nicht klar, was BATHER damit meint und ebensowenig kann ich diese Ausdrücke bei RIEFSTAHL wiederfinden; derselbe bemerkt nur, dass die letztgebildete Lamelle keine Membranen hat und dass die Lagen jeder Lamelle mit der mittleren Platte zusammenhängen.

Ebenso muss ich gegen die Ansichten, die er mir zugeschoben, protestiren. Indem er meine Darstellung der Entstehung der freigespannten Membranen bespricht, schreibt er mir die Behauptung zu, dass die Septa durch eine Zusammenpressung der anfangs zusammenhängenden Chitinmasse entstünden. Ich habe ausdrücklich gesagt und die schematische Figur, die meinen Aufsatz begleitet, zeigt es ausserdem, dass das der letztgebildeten Höhlenschicht angehörige Septum schon gebildet ist während die Lagen der Höhlenschicht noch zusammenhängend sind und folglich nicht durch Zusammenpressung entstehen kann.<sup>5</sup> Mein Aufsatz war in schwedischer Sprache geschrieben und dieser Umstand mag wohl die Veranlassung zu dem Missverständnisse gegeben haben. Wenn aber BATHER sagt, dass seine Untersuchungen meine Angaben völlig bestätigen, dann muss ich meinen bestimmten Protest dagegen erheben.

In einem kurz danach geschriebenen Aufsatz<sup>6</sup> polemisiert BATHER gegen BLAKE,<sup>7</sup> der in betreff der *Nautilus*-Schalen bei BATHER nichts neues hat finden können. Der letztgenannte hat bei dieser Gelegenheit eine bestimmte Ansicht über die Bildung des Wulstes

<sup>1</sup> Mit Lamelle bezeichnet RIEFSTAHL was ich Hauptschicht nenne.

<sup>2</sup> Shellgrowth in Cephalopoda. Ann. Nat. Hist. 1888. S. 298.

<sup>3</sup> Sinuous partitions = Pfeilerchen.

<sup>4</sup> l. c. S. 303.

<sup>5</sup> Hier sei bemerkt, dass BATHER der Beschreibung und Figur nach unter Septum ganz dasselbe wie ich versteht, d. h. was ich in jener Mittheilung »Väggsikt« (Wandschicht) benannt habe.

<sup>6</sup> Prof. Blake and Shellgrowth in Cephalopoda. Ann. Nat. Hist. 1888. S. 421.

<sup>7</sup> Remarks on Shell-growth in Cephalopoda. Ann. Nat. Hist. 1888. S. 376.

in folgenden Worten ausgesprochen, von denen einige auch in dem vorigen Aufsätze vorkommen: »On the surface of the cells, that coat the visceral hump a layer of chitin is, by concrecence of their distal portions, continually formed and from it the membrances are, as it were, exfoliated. Secretion begins in the anterior region of the shell-wall, and proceeds backwards to the suture, thence centripetally over the septum to the posterior margin of the septal neck. The chitin of the septum is essentially on with the chitin of the shell-wall. Probably before, but possibly in consequence of calcification this chitin splits into membranes.» — In seinem vorigen Aufsätze behauptet er, die Septa seien durch Zusammenpressung von Chitinmembranen entstanden; hier bildet sich ein Septum, das sich bei der Verkalkung in Membrane spaltet. Das sind somit zwei verschiedene Ansichten, vorausgesetzt, dass BATHER in beiden Fällen mit Septa dieselben Theile meint. Wie mir scheint hat er doch eine Thatsache richtig aufgefasst, nämlich die zusammenhängende Lagenfolge zwischen der Innenplatte und den Wulst-Lamellen, die jedoch von RIEFSTAHL schon früher angeführt ist. Ich bedauere genöthigt zu sein BATHERS Untersuchungen so scharf zu kritisiren, da aber RIEFSTAHL und ich nebst ihm die einzigen sind, die sich mit der Bildung des Wulstes beschäftigt haben, schien es mir nothwendig dieselben eingehend zu besprechen.

Der Bau und das Wachsthum des Wulstes kann folgendermassen kurz zusammengefasst werden:

Der Wulst, der auf der untern Seite des Rückenschildes abgelagert ist und der den grössten Theil von dessen unterer Fläche einnimmt, besteht aus Hohlräumen, von mir Höhlenschichten genannt, welche durch Septa von einander getrennt sind. Die Höhlenschichten sind von verkalkten Pfeilern durchsetzt, die rechtwinklig gegen die Septa stehen. Zwischen den Pfeilern strecken sich, im rechten Winkel zu denselben, also parallel mit den Septa, äusserst dünne, freigespannte Membrane; zwischen diesen sind Hohlräume. Die Septa bestehen aus dicht an einander gelagerten Chitinlagen, die durchaus gleichgeformt sind, indem sich durch sie keine Pfeiler erstrecken. Eine Höhlenschicht nebst einem unter derselben gelegenen Septum ist eine Hauptschicht. Mit dem Wachsen der Schale lagern sich immer neue Hauptschichten in der Richtung nach vorn ab. Die Septa legen sich mit ihren hintern Rändern an einander an und jedes neugebildete Septum bedeckt das ihm vorangehende, einen kleinen Theil des hintern Randes ausgenommen. Diese freiliegenden Ränder zeigen sich als concentrische, halbcirkelförmige Streifen an der Oberfläche des Wulstes, während der vordere, ungestreifte Theil die letztgebildete Schicht in ihrer ganzen Ausdehnung zeigt.

Die Höhlenschichten sind anfangs mit zarten, zusammenhängenden Chitinlagen ausgefüllt, welche von verkalkten Pfeilern durchsetzt werden. Nach und nach entstehen in den zwischen den Pfeilern befindlichen Lagen, parallel mit den Lagen, Spalten, und die zwischen zwei benachbarten Spalten befindlichen Lagen werden, indem sich die Spalten immer mehr erweitern, zu dünnen Membranen zusammengepresst; weder vor noch nach der Zusammenpressung lässt sich in diesen Lagen Kalk nachweisen. Das Wachsen jeder Hauptschicht hört mit der Absetzung des dazugehörigen Septum auf. Die Lagen der Septa gehen ohne Unterbrechung in die Lagen der Innenplatte über.

### Die Gabel.

Von den Schalentheilen wäre somit nur noch die Gabel zu schildern, Wie schon oben gesagt, umsäumt dieselbe in Form einer dem Wulste dicht anliegenden Leiste ungefähr die hintere Hälfte des Wulstes, indem sie sich allmählich verschmälernd, bis zum Anfang der spitz auslaufenden Seitenpartieen des ungestreiften Theiles erstreckt (I, 1 *g*). In dem hintern, Ende des Wulstes ragt sie, vom Wulste frei, nach vorn und es bildet sich da eine kleine Höhle zwischen Wulst und Gabel (I, 1, 3; II, 1; III, 1 *sh*). Nach hinten und an den Seiten breitet sich die Leiste über die den Wulst begrenzenden Theile der Innenplatte in Form einer dünnen Kruste oder Rinde aus. Nach vorn zu nimmt deren Ausbreitung auf den Seiten ab, so dass die Gabel zuletzt nur einen schmalen Rand zu beiden Seiten des Wulstes bildet. Bisweilen erstreckt sich das vordere Ende ein wenig oberhalb des Anfangs der letztgebildeten Hauptschicht.

Ein Querschnitt durch die Gabel an den Seitentheilen der Schale zeigt, dass dieselbe aus verkalkten, wohl begrenzten Gruppen von Lamellen besteht, die aus der Innenplatte entspringend schräg nach unten und innen verlaufen (I, 3 *gsp*). Jede Lamellengruppe bedeckt die nächst vorangehende mit Ausnahme eines kleinen Theiles des unteren Randes. Jede solche Lamellengruppe nenne ich ein Gabelseptum.

Von der Oberfläche betrachtet zeigt die Gabel deutliche Längsstreifen, welche von den untern Kanten der Septa, die hier zum Vorschein kommen, herrühren; in der Regel lässt sich, wenigstens in den älteren, dem Wulste zunächst gelegnen Theilen jeder Streifen, also auch jedes Septum durch die ganze Gabel verfolgen. Jedes neugebildete Septum streckt sich also gewöhnlich der ganzen Gabel entlang. Die Septa sind übrigens so angeordnet, dass jedes neugebildete der Aussenseite des nächst vorhergebildeten angereiht ist und mit seinem vordern Ende dasselbe ein wenig überragt. Es ist folglich klar, dass in der Regel das jüngste Septum allein die Spitze der Gabel bildet. Dass dies Verhältniss in jüngeren Schalen vorkommt ist an den Streifen deutlich zu sehen. Bei älteren Schalen scheint bisweilen eine gewisse Unregelmässigkeit der Septa-Bildung vorzukommen. Die jüngsten Septa scheinen oft unterbrochen, so dass sie sich nicht durch die ganze Gabel erstrecken, ebenso scheinen sie nicht immer die Spitze der Gabel zu erreichen. Doch muss ich bemerken, dass sich diese Verhältnisse durch Schliffe nicht bestimmt entscheiden lassen, sondern nur mit Hilfe der Loupe, weshalb es möglich ist, dass ich mich irren kann; in älteren Schalen scheinen nämlich die jüngeren Septa äusserlich oft mit einander zusammenzuschmelzen, so dass die Grenzen undeutlich werden.

Jedes Septum ist in dem oberen, der Innenplatte angrenzenden Theile am dicksten und verschmälert sich allmählich gegen unten, die an dem freistehenden hintern Theile gelegnen Partieen (III, 1) ausgenommen. Die unmittelbar an die Innenplatte stossenden Theile der Septa sind nicht verkalkt. Diese unverkalkte Partie scheint während des ganzen Wachstums der Schale ziemlich unverändert zu bleiben, was sich daraus schliessen lässt, dass derselbe unverkalkte Rand auch in den ältesten Theilen der Gabel wahrnehmbar ist. — Die Lagen der Gabel sind, wie schon RIEFSTAHL richtig hervorgehoben hat, eine Fortsetzung derjenigen der Innenplatte. In dem die Innenplatte begrenzenden Theil

der Gabel liegt, zwischen je zwei Septa, eine schmale, verkalkte Partie, die sich schon durch ihre stark lichtbrechende Beschaffenheit von den Septa abhebt (I, 5; III, 3; VI, 1 *ghl*). Dieselbe verschmälert sich allmählich nach unten und ist zuletzt nicht mehr wahrzunehmen. Scharfe Grenzlinien trennen sie von den angrenzenden Septa und ausserdem zeichnet sie sich durch ihre Verkalkung, die aus unregelmässig geformten Kalkkörperchen besteht, von diesen aus. Dies Gebilde nennt RIEFSTAHL »Stützblatt«.<sup>1</sup> An entkalkten und gefärbten Schnitten zeigt die Grundsubstanz dieses »Stützblattes« ein von der Grundsubstanz des Gabelseptum ganz verschiedenes Aussehen (VI, 1). Sie ist nicht deutlich gelagert und lässt sich kaum merkbar färben, während die Septa deutlich gelagert sind und sich sehr dunkel färben. Dem Aussehen nach ist diese Grundsubstanz, ganz wie die der Wulst-Höhlenschicht, von zarter Consistenz. Wie diese Partie aufzufassen ist wird unten erwähnt. Die Oberfläche der Gabel, mit Ausnahme des grössten Theils des letztgebildeten Septum ist von einem dünnen, fast homogen verkalkten Ueberzug bekleidet (I, 5; III, 1 *üz*). Dieser setzt sich auch über die Seitentheile des Wulstes fort (I, 5) und erreicht dort oft einen bedeutenden Umfang. Der Ueberzug fängt auf dem letztgebildeten Septum, nahe dessen untern Rande, an (III, 4); gerade wo er anfängt lässt sich deutlich erkennen, dass derselbe eine direkte Fortsetzung der Septalamellen ist. Dieser Ueberzug sind also nur die untern Theile der Septalamellen, die durch eine verschiedene Verkalkung von den andern Theilen abgegrenzt sind.

Da sich nun jede neugebildete Lage in diesem Überzug nach innen über den ganzen fertigen Theil der Gabel fortsetzt, ergibt sich leicht, dass der Ueberzug gerade in den ältesten Theilen derselben, d. h. unmittelbar am Wulstrand und auf den Seiten des Wulstes seinen grössten Umfang haben muss.

In den Septa beobachtet man immer eine deutliche Lagerung und ebenso tritt eine Zerspaltung in der Längsrichtung sehr leicht ein; eine schwache Querstreifung ist gleichfalls sichtbar. Die Verkalkung ist jedoch keine gleichförmige über das ganze Septum. Auf der der Innenplatte zugewandten Fläche ist sie unregelmässiger, indem hier Kalkkörperchen von unregelmässiger Form angehäuft sind (III, 3). Ausserdem zeigen sich Kalkbildungen von ungefähr demselben Aussehen wie die bei der Innenplatte beschrieben; sie bilden scharf begrenzte, zugespitzte Figuren, zwischen denen dunkle, gegen die Lagen winkelrechte Streifen die Grenze bilden. —

In ihrem Verhältniss zu den Wulstseptata sind die Gabelseptata von besonderem Interesse. Die Gabelseptata sind nämlich direkte Fortsetzungen der Wulstseptata; ebenso sind die sogenannten »Stützblätter« direkte Fortsetzungen der Höhlenschichten des Wulstes.

Zur Ermittlung dieser Verhältnisse nehmen wir Querschnitte zu Hülfe (I, 5). Das dem Wulst zunächst anliegende Gabelseptum zerspaltet sich an seinem untern Ende in zwei Wulstseptata d. h. zwei Wulstseptata laufen in diesem einen Gabelseptum zusammen. Das »Stützblatt« zwischen dem ersten und zweiten Gabelseptum setzt sich nach unten in einer sehr schmalen Höhlenschicht fort; das nächstliegende Gabelseptum ebenfalls in einem Wulstseptum. Mit dem dritten Gabelseptum fängt der zuerst geschilderte Bau der Gabel an.

Machen wir uns nun die obengeschilderten Verhältnisse klar. — Erstens müssen wir dann festhalten, dass das Septum, welches dem Wulste zunächst liegt, einmal während

<sup>1</sup> l. c. S. 209.

des Wachsthums der Schale die vordere Spitze der Gabel gebildet hat, d. h. dass es sich etwas oberhalb oder wenigstens bis zur Grenze der spitz auslaufenden Seitentheile des letztgebildeten Wulstseptum erstreckt hat.

Nehmen wir dann an, dass im Wulste eine Höhlenschicht eben im Begriff ist sich zu bilden. Nach den Seitentheilen zu verengert sich dieselbe allmählich und setzt sich über die äussere Seite der ganzen Gabel in Form eines Stützblattes fort. Wir erinnern ferner, dass die Gabel in ihrem hintern Theil eine vom Wulste frei nach vorn ragende Leiste bildet. Das betreffende Stützblatt bildet also hier einen deutlichen, ventralen Theil der Höhlenschicht des Wulstes. Auf die Bildung der Höhlenschicht folgt im Wulste die Bildung eines Septum, das sich gegen die Seitenspitzen hin allmählich verdickt und in Form eines neuen Gabelseptum dem vorhergehenden an dessen äusserer Seite anreihet; in dem hintern Theil der Gabel bildet es also eine untere Abtheilung des betreffenden Wulstseptum. Schon hier sei bemerkt, dass die Höhlung zwischen dem hintern Theil des Wulstes und der Gabel durch Nachweisen eines direkten Zusammenhanges der beiden betreffenden Gebilde nur als eine, wenn auch rudimentäre Sifonalhöhlung aufzufassen ist, wie dies schon VOLTZ in seinen oben citirten Schriften ausgesprochen, ohne doch Beweise dafür zu liefern. Auf die Bildung des letztgenannten Wulstseptum folgt in dem Wulst das Absetzen einer neuen Hauptschicht, ohne dass doch entsprechende Gebilde in der Gabel differentirt werden. Somit sind zwei Wulstsepta und eine Höhlenschicht gebildet, die in einem Gabelseptum zusammenlaufen. Auf dem Schnitte ist noch eine Höhlenschicht und ein Wulstseptum zu sehen, die mit entsprechenden Theilen der Gabel deutlich verbunden sind. Bei dem dritten Gabelseptum lässt sich kein Zusammenhang mit dem Wulste nachweisen und der Grund hierzu ist leicht erklärlich. Bei dem Wachsthum der Schale rückte auch das Gebiet der neugebildeten Wulsttheile und damit auch das vordere Ende der Gabel weiter nach vorn. Wie schon bemerkt ist ein direkter Zusammenhang beider Gebilde natürlich nur da, wo die Gabel an die letztgebildete Hauptschicht stösst d. h. in dem vorderen Ende der erstgenannten nachzuweisen. Den Zusammenhang zwischen dem Wulste und diesem dritten Gabelseptum würden wir also sehen, wäre der Schnitt weiter nach vorn gemacht, wo dies seiner Ordnung nach einmal die vorderste Spitze bildete.

Die oben geschilderten Verhältnisse variiren doch etwas. So habe ich an andern Schalen nicht finden können, dass sich das dem Wulste zunächst liegende Gabelseptum in zwei Wulstsepta fortsetzt. Bisweilen habe ich gefunden, dass zwei Gabelsepta in ein Wulstseptum übergehen können.

Ein Längsschliff in der Medianlinie durch den hintern Theil der Schale, der die Gabel also da durchschneidet, wo sie freistehend hervorragt (III, 1), zeigt, dass die älteren, d. h. die dem Wulste nächstliegenden Gabelsepta von der obern Seite der hintern Schalenkante ausgehen; wie schon erwähnt ragt während einer jüngern Periode dieselbe nach vorn, somit eine untere Schalenwand bildend (S. 14). Je nach dem Wachsthum der Schale hört dieser Theil der Schalenkante auf nach vorn zu wachsen und die Gabelsepta entspringen nun aus der untern Seite. Das weitest nach hinten gelegene ist selbstverständlich das letztgebildete und ist an den Seiten der Schale das äusserste.

Bisweilen beobachtet man, dass zwischen einigen dem Wulst angrenzenden Gabelsepta einerseits und den ausserhalb derselben liegenden andererseits sich ein Theil der Innenplatte hineinschiebt. Dies lässt sich dahin erklären, dass eine Unterbrechung in der Bildung der Gabelsepta eingetreten ist, wodurch anstatt der Ablagerung neuer Gabelsepta, sich die Innenplatte über die schon gebildeten fortgesetzt hat.

Die Anzahl der Gabelsepta ist bedeutend geringer als die der Wulstsepta; nach RIEFSTAHL etwa dreimal, was auch ungefähr mit meinen Berechnungen stimmt. Hieraus geht klar hervor, dass die Bildung der Gabelsepta, im Vergleich mit der Ablagerung des Wulstes ziemlich unregelmässig ist, was schon, wie wir oben gesehen haben, an den Schliffen wahrzunehmen ist. Da die Gabel ein rudimentäres Organ ist, ist eine derartige Unregelmässigkeit in der Bildung ziemlich natürlich.

### Die Embryonal-Schale.

Bei KÖLLIKER<sup>1</sup> finden wir die erste und beinahe die einzige Angabe über die Embryonal-Schale der Sepien. An den Schalen erwachsener Thiere unterscheidet er eine Rückenschicht, in der dann der ganze Rückenschild eingefasst wird. Dieselbe besteht, nach ihm, theils aus »erdigen Theilen«, theils aus »Fasergewebe«. Nach ihm bildet das Fasergewebe der Rückenschicht eine dünne Membran »Fasermembran«, auf der Ober- und Unterseite mit Kalkausscheidungen belegt. Diese Membran besteht »aus leicht geschlängelten, parallel neben einander verlaufenden, 0,001,—2'' breiten, ziemlich dunkeln Fasern«. — In betreff der Bauchsicht (Wulst) sagt er richtig, diese gebe bei Entkalkung ein Gerüst, »das ganz die Gestalt der früheren Blätter und Blättchen darstellt«. KÖLLIKER scheint für diese Theile nur schwache Vergrösserung gebraucht, ausserdem keine Schnitte gemacht zu haben, weshalb die Zusammensetzung des Schildes aus drei Platten, wie auch die freigespannten Membranen seiner Aufmerksamkeit entgangen sind.

Ueber die Embryonal-Schale giebt KÖLLIKER an, dass dieselbe nur die Bauchsicht habe, »indem die Rückenschicht nur in der Anlage vorhanden ist«. Von letzterer sagt er, dass sie wahrscheinlich keine Spur einer Verkalkung aufweist. Ueber die Pfeiler in der Bauchsicht spricht er sich folgendermassen aus: »Die senkrechten, mit stärkeren oder schwächeren Schlängelungen verlaufenden Blättchen, die später die verschiedenen Schichten unter einander verbinden, waren nicht vorhanden; an ihrer Stelle zeigten sich von einer Lage zur anderen gehende Stäbchen eigenthümlicher Art«. Er beschreibt diese als in dem einen Ende runde und solide, in dem anderen membranartig ausgebreitete Gebilde, die ausserdem auf mannigfache Weise gabelartig gespaltet sind. Ganz richtig beschreibt er, wie sich in der Bauchsicht zuerst die obern Enden der Stäbchen, dann die unteren, gabeligen bilden; ihr Längewachsthum wird durch die Ablagerung einer neuen Schicht abgeschlossen. Dagegen nehmen dieselben, nach ihm, noch an Breite zu. Nach dieser Darstellung der Angaben KÖLLIKERS gehe ich zu meinen eignen Beobachtungen über.

<sup>1</sup> Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden. Zürich 1844 (S. 72—74). — Auch in dem grossen Werke von FÉRUSAC u. D'ORBIGNY (Hist. nat. Céph. acétab. Paris 1835—48) sind einige Abbildungen auf Pl. 2, Seiche, gegeben.

Ich habe Embryonen auf verschiedenen Entwicklungsstufen untersucht, von solchen mit neulich angelegtem, noch nicht geschlossenem Schalensack ab bis zu solchen, die vor kurzem dem Ei entschlüpft waren. Bei den jüngsten Embryonen mit eben angelegtem Schalensack konnte ich, wenigstens nicht mit Sicherheit, noch keine Anlage einer Schale entdecken; auch andre Verfasser, die sich mit der Embryologie der Sepia beschäftigt haben, erwähnen in diesem Stadium keiner solchen.

In ihrem frühesten Stadium besteht die Schale aus einer äusserst dünnen, kuppelförmigen Platte, mit rundlichem Umriss, die doch schon verkalkt ist, indem grössere Kalkkörner dicht an einander gelagert sind; die hintere Kante ist etwas nach oben gebogen. Weder von Wulst noch von Gabel und Rostrum ist eine Spur zu sehen; später lagert sich auf der untern stark konkaven Seite die erste Hauptschicht ab, die mit einer Höhlenschicht beginnt.

Pl. VI Fig. 2 stellt einen Längenschnitt durch den hintern Theil einer Schale vor, in der vier Septa gebildet waren. Der Umriss einer solchen Schale ist etwas länger als breit; der vordere Theil ist eben, während der hintere Theil noch stark gewölbt ist; dieser entspricht der zuerst angelegten, oben beschriebenen, kuppelförmigen Schale. Später verflacht sich dieser hintere Theil durch die Ablagerung der Chitinhülle. Auch an dieser Schale ist von Gabel und Rostrum nichts zu sehen. Der Rückenschild hat doch eine festere Beschaffenheit bekommen und die hintere Kante ist stark nach aufwärts gebogen; die Verkalkung ist schon vollständig, indem keine grösseren Kalkknollen mehr zu sehen sind. Auf dem hintern Theil bemerkt man schon einige kleine Erhöhungen, — Anfänge der später so charakteristischen Kalktuberkeln der Rückenplatte. Uebrigens ist von einer Differenzirung in verschiedene Platten innerhalb des Gebietes der ersten Hauptschicht nichts zu sehen; erst mit der zweiten fängt diese an und dies hängt wieder, wie wir später sehen werden, mit der Differenzirung des embryonalen Epithels des Schalensackes zusammen.

Die Anschauung KÖLLIKER'S, die Pfeiler in den embryonalen Höhlenschichten seien verschieden von denen der ausgewachsenen Schale, kann ich nicht theilen. Dass bei den Embryonal-Schalen vorzugsweise Pfeiler vorkommen, die vom untern Ende aus sehr tief gespalten sind, ist schon richtig, wenigstens ist das nicht in so hohem Grade der Fall in den später abgelagerten Schichten. Sie zeigen aber doch, von oben oder unten betrachtet gerade dieselben Schängelungen und Biegungen wie in der ausgewachsenen Schale, nur sind diese bei den Embryonalpfeilern nicht so complicirt. Eine andre Ansicht KÖLLIKER'S, der ich auch nicht beistimmen kann, ist, dass die Pfeiler, sobald ihr Längenwachsthum aufhört, an Breite zunehmen sollten. — Zuerst sei denn hervorgehoben, dass die Embryonal-Schale die ältesten Theile der ausgewachsenen Schale repräsentirt; die Hauptschichten der Embryonal-Schale sind also die am weitesten nach hinten gelegnen Hauptschichten der ausgewachsenen Schale. An mehreren Dünnschliffen durch den hintersten Theil der ausgewachsenen Schale habe ich nun immer die Pfeilerchen in den ältesten Höhlenschichten gerade von derselben Beschaffenheit gefunden wie in den embryonalen Höhlenschichten; hieraus geht völlig klar hervor, dass die Pfeiler, sobald ihr Längenwachsthum durch die Ablagerung eines neuen Septum beendet ist, ihre Form nicht weiter ändern.

RIEFSTAHL glaubt die Angaben KÖLLIKER's, das Wachsthum der Pfeiler anbelangend, bestätigen zu können.<sup>1</sup> Doch hat er, meiner Meinung nach, die Ansichten KÖLLIKER's völlig verkannt, indem er ihm die Behauptung zuschreibt, dass die jungen Stäbchen später zu Mauern<sup>2</sup> verschmelzen, wo doch KÖLLIKER in der That nur von einer Zunahme an Breite spricht. Uebrigens stimmt ja diese Anschauung KÖLLIKER's mit RIEFSTAHL's Ansichten über das intussusceptionelle Wachsthum überein und dies hat vielleicht zu seinem Irrthume beigetragen.

KÖLLIKER nimmt ferner an,<sup>3</sup> dass der Rückenschild in den Embryonal-Schalen gar nicht verkalkt sei. Wie ich schon nachgewiesen habe, ist doch die Schale schon vor dem Auftreten des Wulstes, also in einem sehr frühen Stadium, verkalkt.

In einer Schale mit acht Hauptschichten sind das Rostrum und die Gabel schon angelegt. Das Rostrum hat die Form eines abgerundeten Tuberkels; von der bei den ausgewachsenen Schalen so deutlichen Dornhülle ist noch keine Spur zu sehen, indem sich nämlich alle Lamellen gleich nach der Ablagerung verkalken. Die Form der Schale ist übrigens langgestreckter, nähert sich also mehr und mehr der Form der ausgewachsenen. Wahrscheinlich ist, dass die Anlegung des Rostrums und der Gabel schon bei einer Schale mit 5—6 Hauptschichten stattfindet, da bei der fraglichen Schale diese Gebilde schon ziemlich entwickelt waren. — Ich muss bemerken, dass erwähnte Schale keine eigentliche Embryonal-Schale ist, das Thier muss aber doch vor kurzem das Ei verlassen haben. Erwähnt habe ich es, da ich kein jüngerer finden konnte, wo die genannten Theile eben angelegt waren.

Betreffs der verschiedenen Platten des Rückenschildes ist nicht viel zu sagen. Die erste Andeutung der Innenplatte zeigt sich an der Grenze des ersten Septum und wird dann gegen die Spitze und die Seitentheile hin nach und nach deutlicher. Ueberhaupt ist es mir bei den Embryonal-Schalen nur hie und da möglich gewesen eine Linie nachzuweisen, die als Grenze zwischen Mittel- und Rückenplatte gedeutet werden kann. Im allgemeinen kann man sagen, dass eine ausgeprägte Differenzirung des Rückenschildes in verschiedene Platten bei den Embryonal-Schalen noch nicht eingetreten ist. Dies stimmt nun mit den schon oben nachgewiesenen Verhältnissen überein, nämlich, dass die Mittel- und Innenplatte gegen den hintern Theil der Schale an Umfang abnehmen, wie auch, dass die Grenzen zwischen den verschiedenen Platten gegen dieselben Theile zu sich mehr und mehr verwischen.

### Das Schalenabsondernde Epithel.

In der ganzen Litteratur habe ich keine Angaben über das Epithel des Schalensacks bei den Cephalopoden gefunden, das embryonale Epithel ausgenommen, das von KÖLLIKER, USSOW<sup>4</sup> und VIALLETON<sup>5</sup> etwas behandelt ist; doch sind deren Angaben sehr spärlich. Ueber das Epithel des Schalensackes bei den erwachsenen Thieren ist, meines Wissens nach, nichts

<sup>1</sup> l. c. S. 210.

<sup>2</sup> RIEFSTAHL nennt die Pfeiler »Mauern«.

<sup>3</sup> l. c. S. 73. Dieselbe Ansicht ist vorher von CUVIER (Mém. pour servir à l'hist. d. Moll. S. 47) ausgesprochen.

<sup>4</sup> Zoolog.-embryologische Untersuchungen. Arch. f. Naturg. Jahrg. 40. 1874. S. 352.

<sup>5</sup> Recherches sur les prem. phases du développement de la Seiche. Ann. Sc. Nat. VII Ser. Zool. T. 6. 1888. S. 267—268.

bekannt, die kurzen Notizen ausgenommen, die meine vorläufige Mittheilung über diesen Gegenstand enthält und die gleichfalls sehr kurzen Angaben von BATHER.<sup>1</sup>

Das Schalensack-Epithel kann der Lage nach in folgende Abtheilungen eingetheilt werden:

1) Das Epithel der Mittelplatte, das sich 2) in dem Epithel der Innenplatte fortsetzt. Letztgenanntes geht vor den vordern Enden der Gabel direkt in 3) das Wulstepithel über; hinter der andern Grenze der Gabel setzt sich dasselbe in 4) dem Gabel-epithel fort und dieses wieder in dem Wulstepithel. Auf der Rückenseite unterscheiden wir 5) das Epithel der Rückenplatte, von dem 6) das Epithel der Rostrumböhlung eine direkte Fortsetzung ist.

Das Epithel der Mittelplatte besteht aus langen Zellen (VII, 4). Sogleich bemerkbar ist, dass die längsten und kräftigst entwickelten sich da befinden, wo das Wachsthum am stärksten ist, d. h. in der Schalenspitze (VII, 1 *mpm*); dies hat auch BATHER<sup>2</sup> richtig hervorgehoben. Mir scheint doch, als sei die Ausbildung der Zellen bei den verschiedenen Individuen nicht dieselbe, ebenso als sei diese Verschiedenheit unabhängig von der Grösse derselben.

Auf Pl. VII Fig. 4 habe ich eine Abbildung zweier nebeneinander gelegener Zellen der Schalenspitze gegeben, die sehr kräftig entwickelt sind. Der obere Theil hat ein eigenthümliches Aussehen. Oberhalb der eigentlichen Zellengrenze erstreckt sich nämlich eine andere Partie, die doch nur als eine Fortsetzung der Zelle zu betrachten ist. Dieselbe färbt sich durch Hämatoxylin wie Protoplasma; ausserdem setzt sich die Zelle ohne Abgrenzung in der Verlängerung fort, indem nur an den Seiten eine Zellengrenze sichtbar ist; die verlängerte Spitze nenne ich Ausläufer ( $\delta$ ). Nach oben breitet sich die Spitze des Ausläufers und stösst hier an den der angrenzenden Zelle. Diese Zellen sondern nun das Chitin der Mittelplatte ab. Das schon fertige Chitin ist durch seine Lagerung und die dunkle Farbe, die es durch Hämatoxylin annimmt, erkenntlich (*mp*). Zwischen den obern Grenzen der Ausläufer und diesem fertigen Chitin, liegt ein heller, ziemlich breiter Rand, der sich durch Hämatoxylin fast gar nicht färbt; gegen das Chitin setzt sich derselbe scharf ab ( $\beta$ ). Dieser helle Rand ist, aller Wahrscheinlichkeit nach, nichts anderes als neugebildetes Chitin, das die Eigenschaften des fertigen Chitin noch nicht erhalten hat, — kurz, eine abgesonderte Masse, die sich nach und nach in fertiges Chitin verwandelt. Ein solcher »Uebergangsrind« macht sich nicht immer mit gleicher Deutlichkeit geltend, darf aber niemals ganz fehlen; ich habe denselben in Schalen nachweisen können, wo die Absonderung, dem Aussehen nach, nicht so lebhaft gewesen ist, selbst dann, wenn er sehr schmal war.

Zwischen den Ausläufern habe ich mitunter auch eine helle, strukturlose Masse beobachtet, die mit der oberhalb der Spitzen zusammenhängt; doch ist es mir nicht überall möglich gewesen eine solche nachzuweisen. Besonders bei den grossen, kräftig entwickelten Zellen findet sich oft zwischen den Ausläufern ein leerer Raum, den ich

<sup>1</sup> Shellgrowth etc. Ann. Nat. Hist. 1888. S. 304.

<sup>2</sup> The growth of Ceph. Shells. S. 3. Separatabdr. — In dem Aufsatz »Shellgrowth in Cephalopoda« hat BATHER eine Abbildung dieser Zellen gegeben, die mir ganz unverständlich ist; er lässt den Kern sich durch fast die ganze Zelle strecken!

doch geneigt bin als auf künstliche Weise hervorgerufen zu halten, indem nämlich die Masse bei der Conservirung geborsten ist. Am Rande des Ausläufers lässt sich oft ein schmaler heller Rand nachweisen, der als Rest einer zwischenliegenden Masse angesehen werden kann. Zwischen den Zellen selbst liegt eine strukturlose Membran ( $\epsilon$ ), wahrscheinlich derselben Beschaffenheit wie die von TULLBERG<sup>1</sup> zwischen den chitinogenen Zellen des *Mytilus* abgebildete. — Unterhalb der Kerne sind die Zellengrenzen verwischt und die Zellen nehmen eine völlig längsfaserige Struktur an. Die ganze Abtheilung der Zellenlage unterhalb der Kerne ist deshalb ein Gewebe von lauter Fasern, zwischen denen hier und da kleinere Zellenkerne ( $\gamma$ ) eingestreut vorkommen. Solche Zellenkerne beschreibt und bildet TULLBERG<sup>2</sup> bei den langen chitinogenen Zellen eines neugebildeten Hummerpanzers ab, und betrachtet diese als Bindegewebskerne, dem zwischen den Zellen emporschliessenden Bindegewebe zugehörig. Bei den fraglichen Zellen des Hummerpanzers kommt keine Basalmembran vor, die Zellengrenzen scheinen durchaus deutlich zu sein und nur das untere Ende zeigt eine faserige Struktur. — Bei *Sepia* sind die Verhältnisse ein wenig anders. Hier ist eine Basalmembran (*bm*) überall deutlich vorhanden und es ist deshalb nicht möglich hier von einem emporschliessenden Bindegewebe zu reden. Die obengenannte strukturlose Membran kann auch nicht für ein Bindegewebe im eigentlichen Sinne angesehen werden, weder hier noch bei *Mytilus* kommen darin Zellenkerne vor. Die Kerne, die in der unteren faserigen Abtheilung der Zellenlage bei *Sepia* vorkommen, muss ich deshalb als eingewanderten Zellen angehörend betrachten. Hierfür spricht auch der Umstand, dass bei jüngeren Embryonen keine solche Kerne an der betreffenden Stelle vorkommen. Näher wird dies bei der Behandlung des Wulstepithels erwähnt werden.

Ich habe an diesen Zellen die Eigenschaft sehr deutlich ausgeprägt gefunden, dass sich ihr Protoplasma bei Färbung in den verschiedenen Theilen der Zelle verschieden verhält. Betrachtet man nämlich z. B. einen mit Hämatoxylin gefärbten Schnitt durch die Zellenlage (VII, 1 *mpm*), zeigt sich etwas unterhalb der obern Zellengrenze ein länglicher, dunkel gefärbter Fleck; ober- und unterhalb des Fleckens ist das Protoplasma in gewöhnlicher Weise gefärbt. — Was für eine Bedeutung dieser dunklergefärbte Theil des Protoplasma für die Chitinbildung habe, oder ob derselbe überhaupt in irgend einer Verbindung mit der Secretion stehe — darüber kann ich mich nicht einmal vermuthend aussprechen. Eigenthümlich jedenfalls ist dessen häufiges, wenn auch nicht regelmässiges Vorkommen an den chitinogenen Zellen der Mittelplatte. Auch bei anderen chitinogenen Zellen unterscheidet man, wie wir später sehen werden, dunklere und hellere Partien.

Wie schon gesagt, kommen diese langen Zellen unter der ganzen unverkalkten Chitinkante vor, doch nimmt ihre Länge auf den Schalenseiten und in den hintern Schalen-theilen bedeutend ab.

Gewöhnlich kann man die Mittelplatte bis zu den äussersten Zellen (VII, 5 *mpm*) — die übrigens kürzer als die innerhalb gelegenen sind — verfolgen, wo dieselbe dann als ein äusserst schmaler Streifen erscheint (*mp*). Die Zellen der Mittelplatte hängen mit der Platte selbst ziemlich fest zusammen.

<sup>1</sup> l. c. S. 23, Pl. VI, Fig. 10.

<sup>2</sup> l. c. S. 10, Pl. I, Fig. 5

Wie schon oben erwähnt, zeigen die chitinogenen Zellen bei den verschiedenen Individuen eine verschiedene Ausbildung, was wahrscheinlich mit einer verschiedenen Lebhaftigkeit der Secretion im Moment ihres Todes in Verbindung steht. Insbesondere habe ich einen ziemlich beträchtlichen Unterschied in betreff der Länge der Zellenausläufer beobachtet. Die mit langen Ausläufern ausgestatteten Zellen sind überhaupt wohl entwickelt, ein deutlicher Rand neugebildeten Chitins liegt zwischen den Ausläufern und dem fertigen Chitin; da wo die Ausläufer kurz sind, lässt sich ein solcher Rand oft schwer unterscheiden. Eigenthümlich genug scheinen auch die Kerne in verschiedenen Individuen verschiedene Lage zu haben, indem dieselben bald in fast gleicher, bald in ungleicher Höhe liegen.

Unter der Mittelplatte kommen ausser den eben beschriebenen Zellen auch solche anderen Baues vor (VI, 3  $\beta$ ). Es ist dies eine Art kniegebogener, ziemlich langer Zellen, deren Kern entweder gerade in der Biegung liegt und dann wie die Zelle selbst gebogen ist, oder unmittelbar unterhalb der Biegungsstelle liegt (VI, 10). Das Knie ist je nach verschiedenen Individuen bald nach innen gegen die Medianlinie, bald nach aussen gerichtet. Das Zellenprotoplasma zeigt ein längsstreifiges Aussehen und zwischen dem fertigen Chitin der Mittelplatte und der obern Zellengrenze liegt ein heller Rand, in dem man dunklere Streifen beobachtet, die eine direkte Fortsetzung der Streifen in dem Zellenprotoplasma zu sein scheinen. Diese dunklen Streifen in dem hellen Rand sind also Ausläufer, mit den Ausläufern der eben beschriebenen Zellen vergleichbar. Die Kerne werden durch Hämatoxylin schwarz und völlig homogen gefärbt, die Zellengrenzen sind oft undeutlich. Diese Zellen liegen nach innen von den zuerst beschriebenen im mittleren Theile der Schale, d. h. ihr Erscheinen fällt etwa mit der Ausbreitung des Musc. depressor zusammen.

Auch die Zellen unter der Mittelplatte der hinteren Schalenkante sind von derselben Beschaffenheit wie an den übrigen Stellen der Schale, nur dass sie da bedeutend kürzer sind.

Wie die Lagen der Mittelplatte ohne Unterbrechung in die der Innenplatte übergehen, so setzt sich auch das Epithel der Mittelplatte in dem der Innenplatte ohne Unterbrechung fort. Der Uebergang zwischen den chitinogenen Zellen der respectiven Platten zeigt sich darin, dass die Zellen allmählich kürzer und breiter werden. Die Matrix der Innenplatte ist ein wenig verschieden im vordern und hintern Theil der Schale. In der Schalenspitze und an den Schalseiten bis zur vordern Insertionsstelle der Depressoren zeigt die Matrix folgenden Bau. Man unterscheidet deutlich zwei Abtheilungen der Matrix: die eine, welche der Matrix der Mittelplatte angrenzt (VII, 1  $\beta$ ), besteht aus kurzen und breiten Zellen, während die andere längere und schmalere Zellen hat ( $\gamma$ ); diese letzteren strecken sich bis zum Anfang des Wulstes. Die Zellen jener Abtheilung hängen nie mit der Schale zusammen, doch ist es selbstverständlich, dass dieselben während des Lebens, wenn die Secretion stattfindet, der Schale dicht anliegen. Einen deutlichen hellen Saum oberhalb der Zellengrenze beobachtet man auch bei diesen Zellen. Die Kerne liegen nahe an der Basis der Zelle und eine deutliche Basalmembran findet sich immer vor.

Die andere Abtheilung hat, wie gesagt, längere Zellen und diese hängen bei conservirtem Material bald fest mit der Innenplatte zusammen, bald existirt kein Zusammenhang. Während des Lebens findet doch wahrscheinlich immer ein mehr oder weniger

fester Zusammenhang statt. Die Zellkerne liegen verhältnissmässig höher in der Zelle als bei der ersten Abtheilung. Obwohl die Innenplatte in der Schalenspitze keine deutliche Lagerung und keine ausgeprägten Pfeiler aufweist, entsprechen doch diese letzterwähnten Zellen völlig denen, die an den Schalenseiten den gelagerten Theil der Innenplatte absondern; die erstgenannten entsprechen denjenigen, die an den Schalenseiten die Pfeiler absondern. — An den Zellen dieser letzten Abtheilung (VII, 2) habe ich deutlich beobachtet, dass die dunkeln Streifen in dem hellen Zellensaum eine direkte Fortsetzung dunkler Protoplasmastreifen in der Zelle selbst sind; wahrscheinlich verhält sich dies immer so, wenn es auch nicht immer möglich ist den Zusammenhang deutlich nachzuweisen.

Die Matrix der Innenplatte zeigt, wie schon gesagt, bis zur vorderen Insertionsstelle der Depressoren den oben geschilderten Bau. Da aber tritt eine Veränderung ein, indem die Zellen der ersten Abtheilung, d. h. die unter den Pfeilern gelegenen, fest mit der Platte zusammenhängen (VI, 3  $\gamma$ ). Gleichzeitig tritt eine bedeutende Reduktion der Grösse der fraglichen Zellen ein. Anstatt der deutlichen, wenn auch niedrigen Zellen mit normalen und deutlichen Kernen, treten nun eine Art winziger Zellen auf. Sowohl Zelle als Kern werden sehr klein, auch habe ich keine deutliche Zellengrenze wahrnehmen können. Die auf Pl. VI, Fig. 8 *ipm* abgebildeten Zellen dieser Art haben noch deutliche Kerne, die übrigens durch Hämatoxylin schwarzgefärbt werden; bisweilen aber bildet der Kern nur einen kleinen, undeutlichen Punkt von sehr unregelmässiger Form; also variiren auch diese Zellen. Der Zellensaum fehlt nicht, auch eine Basalmembran ist immer vorhanden.

Da wo der gelagerte Theil der Platte anfängt, also weiter nach innen, werden die Zellen höher und deutlicher (VI, 3  $\delta$ ) und behalten dieselbe Form bis zum Anfang der Gabel oder oberhalb der letzteren bis zum Anfang des Wulstes. — Die Depressoren rücken während des Wachsens der Schale vorwärts; eine besondere Substanz, welche ihren Weg kennzeichnet, wie TULLBERG dies bei dem Schalenmuskel von *Mytilus* beschreibt,<sup>1</sup> setzt sich dabei nicht ab.

Unterhalb der hinteren Insertionsstelle der Depressoren sind die die Innenplatte absondernden Zellen von durchaus gewöhnlicher Form und kommen da keine verkümmerten Zellen vor. Doch scheint auch in betreff dieser Zellen eine nicht unbedeutende Variation in der Grösse stattfinden zu können.<sup>2</sup> — Die Zellen unter der Innenplatte der hinteren Schalenkante sind alle wohl ausgebildet.

In dem Wulstepithel, zu dessen Beschreibung ich nun übergehe, können wir zwei Abtheilungen von bedeutend verschiedener Beschaffenheit unterscheiden, nämlich: das Epithel des Zuwachsgebietes, d. h. des vordern ungestreiften Theiles des Wulstes und dasjenige unter den schon fertigen Schichten. Betrachten wir zuerst ersteres. Dasselbe ist ein wenig verschieden je nachdem eine Höhlenschicht oder ein Septum im Bilden begriffen ist; ich will zuerst das Septumepithel erläutern. Folgen wir einem Schnitte durch die Schalenkante finden wir, dass die Zellen am Anfang des Septum länger werden. Wir

<sup>1</sup> Hummerpanzer und Molluskenschale, S. 25, 26.

<sup>2</sup> Ich muss bemerken, dass eine derartige Variation von der verschiedenen Grösse der Individuen unabhängig ist.

erinnern uns, dass das Septum der Innenplatte anfangs dicht angelagert ist und dann plötzlich nach unten biegt. Bei den Zellen, welche diesen der Innenplatte angelagerten Theil des Septum absondern, liegen die Kerne in verschiedener Höhe (VII, 1  $\delta$ ; VII, 3); diejenigen in denen die Kerne höher liegen, laufen nach unten in einer Spitze aus, die übrigen haben unterhalb des Kernes einen faserigen Bau.<sup>1</sup> In ihrem oberen Ende zeigt sich eine deutliche Längestreifung. Kurz unterhalb der Stelle, wo das Septum von der Innenplatte nach unten biegt, nehmen die Kerne dieselbe Höhe ein (VII, 1  $\epsilon$ ) und die Zellen werden allmählich niedriger. Ein Saum ist immer deutlich vorhanden.

Bei Beschreibung des Wulstes habe ich schon erwähnt, dass jedes Septum in seinem vorderen Theile eine ebene Fläche hat, und infolge dessen haben auch die Zellen dort dieselbe Höhe. Gegen den hinteren Theil hin nimmt das Septum doch einen welligen Bau an und das Epithel, welches die Biegungen des Septums mitmacht, bekommt folglich auch eine wellige Oberfläche (VII, 9).

Einer eigenthümlichen Erscheinung sei hier erwähnt. Es existirt kein fester Zusammenhang zwischen Matrix und Septum und folglich entsteht zuweilen ein Zwischenraum zwischen den beiden Bildungen. Bisweilen habe ich nun in diesem Zwischenraume durch Färbung eine Menge Zellenkerne nachweisen können, die von unregelmässigen körnigen Massen, wahrscheinlich Protoplasma, umgeben sind (VII, 9  $\gamma$ ). Für die Zellenkerne eigenthümlich ist, dass dieselben durch Hämatoxylin fast schwarz gefärbt werden. Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Zellen aus dem darunterliegenden Bindegewebe durch das Epithel dringen. Mitten in dem Epithel liegen nämlich derartige schwarze Kerne eingeschlossen, ganz und gar von den Kernen des Epithels verschieden, aber anderen in dem Bindegewebe ähnlich. Ich habe auch einen Kern beobachtet, gerade im Begriffe die Basalmembran zu durchdringen ( $\epsilon$ ). Oftmals ist es möglich die Punkte nachzuweisen, wo die Zellen das Epithel durchwandert haben, weil letztgenanntes da wie zerstört aussieht ( $\delta$ ). Die Zellen kommen nicht über das ganze Septum in gleicher Anzahl vor, noch treten sie regelmässig in allen Schalen, wo ein Septum im Bilden begriffen ist, auf.

Im Zusammenhang hiermit mag erwähnt werden, dass derartige Zellenkerne auch an andern Punkten zwischen Epithel und Schale vorkommen. So finden sich dieselben oft zwischen dem Epithel und der untersten Lage einer Höhlenschicht. Dort zeigt sich dann eine körnige Masse mit eingestreuten Zellenkernen, die den Zwischenraum zwischen Matrix und Chitin ausfüllt. Ferner habe ich solche in dem Zwischenraume zwischen Epithel und Innenplatte beobachtet, da, wo diese Theile nicht mit einander zusammenhängen, d. h. im vordern Theile der Schale. Am eigenthümlichsten ist doch, dass diese Zellen im Rostrum vorkommen, was bei der Betrachtung des Rostrumepithels näher besprochen werden wird. Auch in den Blutgefässen findet man Zellenkerne, die schwarz gefärbt sind.

Ob diese Zellen irgend welche Bedeutung für die Schalenbildung haben oder nicht, lässt sich schwer ermitteln; dass dieselben Wanderzellen, Leucocyten, sind, ist kaum zu bezweifeln. Das eigenthümlichste bei diesen Zellen ist, dass sie durch das Epithel wandern um ausserhalb desselben zu gelangen — ein Verhalten, das mir weder aus eigener Erfahrung noch aus der Litteratur vorher bekannt ist. Geht vielleicht zwischen Schale

<sup>1</sup> Die Angabe BATHER'S (Shellgrowth, S. 304) dass die Kerne jener Zellen in das darunter liegende Bindegewebe auslaufen, muss auf einem Irrthume beruhen.

und Epithel ein Blutstrom, in den die Zellen dann aufgenommen werden? Oder tragen die Zellen Kalk in gelöster Form umher? Das sind Fragen, auf welche ich vor der Hand keine Antwort habe. Ich habe indessen die Aufmerksamkeit auf diese Erscheinung gelenkt, da möglicherweise bei anderen schalenbildenden Thieren etwas derartiges beobachtet werden kann.

Wenn eine Höhlenschicht im Bilden begriffen ist, zeigt das Matrixepithel zwei etwas verschiedene Zellenformen (VII, 7). Unter den Pfeilern sind die Zellen niedriger und breiter, mit abgerundeten Kernen ( $\alpha$ ); die Zellen hingegen, welche das zwischenliegende weiche Chitin absondern sind höher und schmaler, mit länglichen Kernen ( $\beta$ ). Die letzteren hängen mit der abgesonderten Substanz zusammen, wenn auch die Verbindung keine besonders feste ist; ein deutlicher Saum ist bei diesen Zellen immer wahrnehmbar. Die Zellen unter den Pfeilern dagegen hängen nie mit dem abgesonderten Chitin zusammen und an conservirtem Material findet man deshalb immer einen ziemlich grossen Zwischenraum zwischen Matrix und Pfeiler. Auch habe ich an diesen Zellen keinen Saum finden können. Dagegen kann man in dem Zwischenraume eine Art heller Substanz beobachten, wahrscheinlich Chitin, das sich noch nicht verkalkt hat. Von der Oberfläche betrachtet zeigt das Epithel scharf markirte, geschlängelte, helle Streifen, die an Form völlig den Pfeilern entsprechen. Von den in diesen Streifen gelegnen Zellen sondern sich die Pfeiler ab. Das helle Aussehen hängt davon ab, dass die Zellen hier niedriger sind als die zwischenliegenden, welche das weiche Chitin absondern.

Aus oben gesagtem geht also hervor, dass von einem Zellenlager, ohne dass die Form der Zellen auffallend verschieden ist, Chitinsubstanz verschiedener Beschaffenheit abgesondert wird. Die organische Grundsubstanz der Pfeiler ist nämlich, wenigstens dem Aussehen nach, dichter und fester als die andere.

Wie schon oben erwähnt, findet man zwischen Matrix und Chitin einer Höhlenschicht oft körnige Massen, in die Zellenkerne eingebettet sind. Dies ist, meiner Beobachtung nach, besonders an dem Hinterrande der Höhlenschicht der Fall. Ebenso habe ich bemerkt, dass das Epithel in dem Falle sehr unregelmässig ist, mit niedrigen und undeutlichen Zellen. — Wanderzellen findet man auch zuweilen in einem Hohlraum zwischen zwei freigespannten Membranen, und dieselben scheinen also eine Zeit lang von den Geweben des Körpers abgesperrt leben zu können. Die Einsperrung geht wahrscheinlich folgendermassen vor sich. In der Regel mögen wohl die Zellen, nachdem sie das Epithel durchdrungen haben, nicht an derselben Stelle liegen bleiben, sondern wandern ohne Zweifel herum. Bleiben sie aber nun eine Zeit lang an einer Stelle, somit das Epithel von der untersten Höhlenschichtlage trennend, dann sondert das Epithel an seiner Oberfläche eine neue Schicht ab und dadurch werden die betreffenden Wanderzellen abgesperrt und füllen einen Hohlraum in der Höhlenschicht aus. Diese Erscheinung muss doch als eine Anormität betrachtet werden.

Ein Verhältniss, das bei Betrachtung des Wulstepithels besonders hervorgehoben werden muss, ist der Funktionswechsel, dem das Epithel unterlegen ist. Während der Bildung der Höhlenschichtlagen sondert ein Theil der Zellen die Grundsubstanz der Pfeiler ab, die gleich verkalkt wird; ein anderer Theil das zarte zwischenliegende Chitin,

in dem keine Verkalkung stattfindet. Ziemlich plötzlich tritt nun für alle Zelleneinegleiche Absonderung ein, nämlich die festen Chitinlager des Septum, in denen Chitin und Verkalkung durchaus gleichmässig sind. Ueber die Ursachen dieses Wechsels oder die Umstände, die denselben möglicherweise begleiten, habe ich keine Untersuchungen angestellt; in der Beschaffenheit der Zellen habe ich, mit Ausnahme der oben geschilderten Verschiedenheiten, keine durchgreifenden Veränderungen wahrnehmen können. Alles was ich jetzt sagen kann ist, dass die Schichtenbildung des Wulstes das Resultat einer periodischen Absonderung ist, in der die Bildung der Septa wahrscheinlich eine Art Ruheperiode bezeichnet. Dass diese Perioden in keinerlei Beziehung zu irgend welchem äusseren Einflusse stehen, geht mit Sicherheit wohl daraus hervor, dass die Schichtenbildung auch bei den noch im Ei eingeschlossenen Embryonen regelmässig stattfindet.

Wenn ein Septum fertig ist und die Ablagerung einer neuen Schicht beginnt, legt sich der hintere Rand der letzteren dem vorhergehenden ein wenig vor dem hintern Rande desselben an. Der hintere Theil des Epithels, der bei Absonderung der letztgebildeten Schicht thätig gewesen ist, hört nun mit seiner Funktion als schichtbildendes Epithel auf. Dasselbe bekommt nach und nach ein anderes Aussehen: die Zellengrenzen werden undeutlicher, die Zellkerne liegen unregelmässiger, zwischen den Zellen, die bisweilen fadenförmig erscheinen, entstehen grössere und kleinere Lücken; im ganzen macht diese Sammlung von Zellen eher den Eindruck von Bindegewebe als von einem Epithel, wenn auch eine Basalmembran immer deutlich sichtbar ist (VII, 6). An einigen Stellen kann man eine Einwandung der Zellen vom unterliegenden Bindegewebe beobachten; man sieht nämlich theils kleinere Zellkerne, die zu beiden Seiten der Basalmembran dieser unmittelbar anliegen, theils solche, die gerade im Begriff stehen dieselbe zu durchdringen. Mitunter scheint das Epithel so degenerirt, dass es kaum möglich ist demselben die Benennung Epithel beizulegen.

Dies Aussehen bekommt das Epithel besonders unter der älteren, d. h. hintern Abtheilung des Wulstes, während dasselbe unter der jüngeren, d. h. vorderen Abtheilung des gestreiften Theiles noch ziemlich typisch ist; je mehr Schichten sich ablagern und je mehr sich also die Zellen von dem Gebiete des Wachsthumes entfernen, desto mehr verändern sie sich.

Trotz dieser degenerirten Beschaffenheit des Epithels geht doch wahrscheinlich auch hier eine, wenn auch sehr geringe Absonderung vor sich, doch muss ich gestehen, dass es mir bisweilen unmöglich gewesen ist, das von diesen Zellen abgesonderte Chitin nachzuweisen; ein fester Zusammenhang zwischen Epithel und Chitin besteht doch immer, so dass die Absonderung nie völlig aufhören dürfte. Die Hauptfunktion des Epithels ist jedoch zu Ende und dies ist wohl der Grund zu den Veränderungen.

Ein Gebilde, das im Zusammenhang mit dem Schichtenepithel Erwähnung finden mag, ist eine von der Bauchwand des Schalensackes und von dessen hinterem Theile spitz auslaufende Fortsetzung, welche in den Hohlraum zwischen Wulst und Gabel eindringt. Die Länge kann man sich leicht vorstellen wenn man die Abbildung des Schnittes durch den hintern Schalentheil betrachtet (III, 1) und sich erinnert, dass sich die Wand des Schalensackes genau den Buchtungen der Schale anschmiegt. Uebereinstimmend mit meinem oben geführten Nachweis, diesen Hohlraum als eine rudimentäre

Sifonalhöhle zu betrachten, wäre diese Fortsetzung als ein rudimentärer, fleischiger »Sifo« anzusehen.

Das Matrixepithel der Gabel ist eine Fortsetzung desjenigen der Innenplatte. Nahe der Stelle, wo das letztgebildete Gabel-Septum aus der Innenplatte entspringt, fangen die Matrixzellen der letzteren an höher und schmaler zu werden (VI, 4, 13 *gm*). Am längsten sind sie wo das Gabel-Septum von der Innenplatte nach unten biegt; allmählich nehmen sie nach dem unteren Theile des Septum an Höhe ab und da, wo der Kalküberzug beginnt sind sie ausserordentlich klein und niedrig (VI, 4, 12 *üz**m*). Die längsten Zellen finden wir also in dem Gebiete des stärksten Wachsthumes.

Die niedrigen Zellen aus denen der Kalküberzug abgesondert wird, setzen sich unter der ganzen Gabel fort und gehen auf den Theil des Ueberzuges, der sich auf den Seiten des Wulstes fortsetzt, über; hier nimmt ihre Höhe nach und nach zu, und da, wo der Ueberzug aufhört, gehen sie in das Wulstepithel über. Die Zellen der Gabelmatrix hängen mit der Gabel gewöhnlich fest zusammen und eine deutliche Längestreifung ist an den langen Zellen wenigstens deutlich wahrzunehmen; auch zeigen sie einen hellen Saum zwischen Chitin und Zellenoberfläche. — Ein Schnitt durch den fleischigen »Sifo« zeigt, dass derselbe auf der der Gabel zugewandten Seite mit sehr niedrigen Zellen, welche den Kalküberzug absondern, versehen ist, während die andere, unter dem Wulste gelegene Oberfläche das degenerirte Wulstepithel aufweist. Am Boden der Sifonalhöhle liegt eine verkalkte Substanz, die durch die Spitze des »Sifo« abgesondert wird.

In wie weit eine Verschiedenheit im Aussehen der Zellen vorkommt je nachdem ein »Stützblatt« — die Fortsetzung einer Wulst-Höhlenschicht — mit seinem weicheren Chitin, oder das festere Septum im Bilden ist, kann ich nicht sagen, da ich keine Schnitte durch eine Matrix angefertigt habe, wo ich mit Sicherheit nachweisen könnte, sie sei im Begriff ein Stützblatt abzusondern. Wahrscheinlich ist doch kaum, dass eine grössere Verschiedenheit stattfindet.

Das Matrixepithel der Rückenplatte bietet dem Aussehen nach wenig Abwechslung. Es besteht zumeist aus kurzen und breiten Zellen (VI, 3, 11; VII, 1, 5 *rpm*). Der Uebergang von den langen Cylinderzellen auf der Unterseite der Mittelplatte zu dem niedrigen Epithel der Rückenplatte ist ziemlich plötzlich. Die unter der Mittelplatte befindlichen Zellen sind bis zum äussersten Rand vielmal länger als breit, die äusserste Zelle der Rückenplatte-Matrix ist breit und sehr niedrig (VII, 5); Uebergangszellen im eigentlichen Sinne existiren folglich nicht.

Ich habe schon erwähnt (S. 7), dass das Matrixepithel auf der Rückenseite in dem mittleren Theile der Schale äusserst fest mit der kalkfreien Randzone zusammenhängt, weniger fest mit den übrigen Theilen des Schalenrandes. Die Zellen haben doch überall denselben Bau; ein deutlicher Saum zwischen Chitin und Zellenoberfläche ist immer vorhanden.

An Schnitten durch die kalkfreie Zone des Rückenschildes beobachtet man in dessen oberem Theile, wie ich schon erwähnt habe, nach Färbung mit Hämatoxylin einen schmalen, dunkeln Rand, der von den Zellen der Rückenplatte-Matrix abgesondert ist (VI, 11 *rp*). Die Lagen aus denen dieser Rand gebildet ist gehen ohne Unterbrechung in den verkalkten Theil über. Zwischen diesem letztgenannten und der dazugehörigen Matrix ist keine feste

Verbindung vorhanden, wovon man sich an dem lebendigen Thiere leicht überzeugen kann. Die Zellen sind hier noch niedriger als die über der Randzone befindlichen und stellen ein typisches Plattenepithel dar; es entspricht genau der Form der Platte, buchtet sich also wellenförmig aus und ein (VI, 14). Die Ausbuchtungen entsprechen den Vertiefungen zwischen den Kalktuberkeln und besitzen etwas höhere Zellen als die tuberkelabsondernden Partien. Die Dornhülle wird von Zellen abgesondert, welche der äusseren Erscheinung nach in nichts von den andern Zellen abweichen, nur sind sie etwas länger und gleich hoch.

Das Epithel in der Rostrumhöhle (VI, 9) scheint je nach verschiedenen Individuen nicht unbedeutenden Abweichungen unterworfen zu sein, indem die Zellen bald von beträchtlicher Höhe, bald kurz sind; sonst bieten sie aber nichts von erwähnungswerthem Interesse. Bei einem Exemplare habe ich am Boden der Höhle eine eigenthümliche Bildung gefunden, nämlich ein drüsenartiges Gebilde, durch eine Einstülpung des Epithels hervorgerufen (*dr*). Gegen das untere Ende dieser Einstülpung haben die Zellen ein bindegewebartiges Aussehen angenommen. Eine meist deutliche Basalmembran, sowie der direkte Uebergang der Zellen in das Epithel der Rostrumhöhle zeigen doch den epithelialen Ursprung des Gebildes. Ich habe, wie gesagt, nur an einem Exemplare die Bildung völlig typisch ausgebildet gefunden und es scheint somit eine abnorme Bildung zu sein, die dadurch entstanden ist, dass die Rostrumspitze, wie das durch Zufall geschehen kann, abgebrochen worden und nachher aus der Verbindung mit der Matrix gefallen ist; dann ist das die Spitze früher umfassende Epithel zusammengesunken und von dem übrigen abgegrenzt worden. An einem anderen Exemplar habe ich die abgebrochene Spitze des Rostrums in einer besonderen Höhle des angrenzenden Bindegewebes eingeschlossen gefunden und an einem dritten habe ich eine beginnende Einsenkung des Epithels gesehen.

Auffallend länger sind die Zellen, welche das zwischen dem Rostrum und der hintern Schalenkante befindliche Chitin absondern (VI, 5); sie erreichen da fast dieselbe Höhe wie die Zellen der Mittelplatte. Das aus diesen Zellen abgesonderte Chitin ist von den Chitinlamellen des Rostrums verschieden, indem sich dasselbe gar nicht oder wenigstens sehr langsam verkalkt. Gegen die Rückenplatte der hintern Schalenkante nehmen die Zellen an Höhe schnell ab und die Matrixzellen der ganzen Platte zeigen die gewöhnliche niedrige Form.

Zwischen den Chitinlagen des Rostrums finden sich eingeschlossene Zellenkerne, die sich durch Färbung oft in grosser Anzahl nachweisen lassen (VI, 6, 7 *kr*). Diese Kerne sind theils klein und werden durch Hämatoxylin schwarz gefärbt, theils gross und lassen sich nur sehr schwach färben (Fig. 7). Auch in der Chitinmasse zwischen Rostrum und der hintern Schalenkante, ja sogar in den ältesten Theilen dieser Absonderung an der Basis des Rostrum kommen solche Kerne zwischen den Lagen vor; am letztgenannten Platz müssen sie eine verhältnissmässig lange Zeit gelegen haben. Da wo die Kerne liegen zeigt sich zwischen den Lagen eine körnige oder netzartig gestreifte Masse, die wahrscheinlich Protoplasma ist. Eine derartige Masse nimmt man auch in Zwischenräumen wahr, wo keine solche Kerne zu sehen sind. Da, wo Kerne in grösserer Menge auftreten, zeigen dieselben eine concentrische Anordnung, indem sie den Lagen parallel anliegen (VI, 6).

Wie sind nun diese Kerne in das Chitin gekommen und welche Rolle spielen dieselben in dem stark verkalkten Rostrum? Die erste Frage beantwortet ein Schnitt durch das zwischen Rostrum und der hintern Schalenkante befindliche Chitin und dessen Matrix (VI, 5). Unmittelbar ausserhalb der letztgebildeten Lamelle liegen hier mehrere, in eine körnige Masse eingebettete Zellenkerne (*kr'*); auf der Oberfläche des Epithels liegt eine neugebildete Chitinlamelle (*l*), die doch von der eigentlichen Oberfläche der Epithelzellen durch eine körnige Masse mit vereinzelt Zellenkernen (*kr'*) getrennt ist. Man kann somit folgende Erklärung geben. Die wandernden Zellen — von welcher Beschaffenheit sie auch sein mögen — drängen sich zwischen die Oberfläche des Epithels und eine neu abgesonderte Lamelle ein; diese letztere wird also durch einen Zwischenraum vom Epithel getrennt. Unmittelbar an der Oberfläche des Epithels bildet sich eine neue Lamelle und die erwähnten Zellen werden nun zwischen beiden Lamellen eingeschlossen.<sup>1</sup> Was die Einsperrung der Zellen im Rostrum anbelangt habe ich keine direkten Beobachtungen angestellt, doch ist wohl anzunehmen, dass die Vorgänge da ähnlich sind.

Betreffs der Rolle, welche die eingewanderten Zellen spielen, muss ich — falls jemand geneigt wäre eine solche Ansicht zu hegen — mit Bestimmtheit die Anschauung zurückweisen, dass diese eingeschlossenen Zellen irgend welche Bedeutung für das Wachstum der Schale haben sollten. Ihre Einsperrung geht ganz mechanisch vor sich und sind sie einmal eingeschlossen haben sie für den Schalenzuwachs keine Bedeutung mehr; dies wird dadurch bestätigt, dass die Anzahl solcher eingesperrter Zellen bei den verschiedenen Individuen sehr verschieden ist. Welche Rolle dieselben vor dem Einschliessen spielen, darüber ist es mir unmöglich etwas bestimmtes zu sagen; ich kann nur meine früher geäusserte Muthmassung, dieselben seien möglicherweise kalktragend, wiederholen; hierbei bleibt doch eigenthümlich, dass sie auch da vorkommen, wo das Chitin langsam oder gar nicht verkalkt.<sup>2</sup> — An Dünnschliffen der nicht entkalkten Theile beobachtet man die Zellenkerne im Rostrum in Form dunkler Fleckchen. Es ist somit nicht wahrscheinlich, dass sich dieselben, wenigstens nicht regelmässig, verkalken. Soweit ich einsehen kann, kann denselben keine Nahrung zugeführt werden, daher es eigenthümlich ist, dass sie so lange bestehen können.

Nachdem wir das Schalenepithel durchmustert haben, wollen wir nur einige kurze Bemerkungen hinzufügen. Als eine allgemeine Regel gilt, dass wo zwei Schalenabtheilungen von verschiedener Struktur in einander übergehen, an der Uebergangsstelle eine Veränderung der diese Schalentheile absondernden Zellen eintritt. Dies ist deutlich da z. B., wo die Mittelplatte in die Innenplatte, diese in den Wulst u. s. w. übergeht. Diese Veränderungen betreffen doch oft nur die Form und Grösse der Zellen, treten aber immer im oben erwähnten Falle ein. Dagegen können Zellenformen von weit verschiedenen Theilen der Schale mit einander übereinstimmen, weshalb das Gesagte nur für zwei angrenzende Abtheilungen gilt. Veränderungen in der Form der Zellen können doch eintreten, ohne

<sup>1</sup> Nicht an allen Schalen lassen sich diese Verhältnisse gleich gut beobachten, da sich auch hier individuelle Variationen geltend machen.

<sup>2</sup> Bei polarisirtem Licht scheint es mir doch als ob eine Art Verkalkung in dem zwischen Rostrum und der hintern Schalenkante befindlichen Chitin nachzuweisen wäre, wie auch dasselbe unter dem Mikroskop eine Streifung zeigt, die eine Verkalkung andeutet. Da keine deutlichen Kalkausscheidungen vorhanden sind, habe ich das Chitin als unverkalkt angegeben.

dass gleichzeitig eine Strukturveränderung in der Schale stattfindet; so kommen z. B. unter der Mittelplatte zwei verschiedene Zellenformen vor, indem am Ansatz des Trichtermuskels die knieförmigen Zellen vorkommen. Möglicherweise stehen diese doch da in irgend einer Beziehung zur Befestigung des Muskels.

Der oberhalb der Zellenoberfläche befindliche hellere Saum scheint mir für die chitinogenen Zellen besonders charakteristisch zu sein. Es gelang mir nicht diesen Saum überall nachzuweisen; am deutlichsten tritt er da auf, wo die Chitinlamellen gar nicht oder erst später verkalkt werden. So z. B. ist er sehr deutlich an den Zellen unter dem unverkalkten äusseren Theil der Mittelplatte, unter den zwischen den Pfeilern der Höhlenschichten befindlichen Chitinablagerungen u. s. w. In den oberen Theilen mehrerer Gruppen von Zellen beobachtet man eine längsstreifige Anordnung des Protoplasma.

In dieser Arbeit habe ich der Chitinbildung keine besondere und eingehende Untersuchung widmen können, muss mich deshalb in der Beziehung auf einige Andeutungen beschränken. In meiner oft erwähnten vorläufigen Mittheilung über die Schalenbildung der Sepia, habe ich hervorgehoben, dass die Zellen unter dem unverkalkten äusseren Chitinrand und die auf der kalkfreien Randzone der Rückenplatte (wenigstens im mittleren Theil der Schale) sehr fest mit der von ihnen abgesonderten Substanz zusammenhängen und dass dieser feste Zusammenhang wahrscheinlich durch die direkte Umwandlung der Zellenspitzen in Chitin bewirkt wird.

Mag es mit der Richtigkeit dieser Annahme sein wie es will, — mögen sich die an dem Chitin befestigten Zellen in Chitin umwandeln oder dasselbe durch einen Absonderungsprocess bilden, — denn ich muss gestehen, dass meine Ansichten von einem Umwandlungsprocess ein wenig schwankend geworden sind, — so scheint mir doch über die Chitinbildung folgendes erwähnenswerth zu sein. Die dunkeln Streifen, die in dem hellen Zellensaum vorkommen, habe ich bei einigen Zellen in den dunkeln Längsstreifen des Zellensprotoplasma verfolgen können und es scheint mir selbstverständlich, dass dieselben Ausläufer der Zelle sind; dass es sich überall so verhält, dürfen wir wohl annehmen. Wie ich oben mehrmals beschrieben habe, zeigt das verkalkte Chitin fast überall eine deutliche Querstreifung und ich denke mir, dies werde möglicherweise durch die Beschaffenheit der Zellen bewirkt, nämlich so, dass sich der Kalk längs dieser Substanz, welche durch die zwischen den Ausläufern liegenden Theile der Zellen abgesondert wird, in langen nadelförmigen Krystallen anschiebt; die zwischenliegende Substanz dagegen wird durch die Ausläufer gebildet; hierin fände man dann eine Erklärung des Vorkommens verschiedener Verkalkungscetra. Dass sich wirklich eine chitinöse Substanz von diesen Ausläufern absondert und dass dieselbe, wie von mehreren Verfassern für andere Formen behauptet wird,<sup>1</sup> keine Kanalbildung im Chitin verursacht, davon bin ich völlig überzeugt; ist es mir doch nie gelungen eine solche in dem unverkalkten Chitin nachzuweisen.

Diese Annahme stimmt mit denen von TULLBERG, die Bildung des Hummerpanzers anbelangend, überein. Er nimmt nämlich an, dass sich die Streifen, die er an den chitinogenen Zellen eines neugebildeten Hummerpanzers fand, direkt in die chitinösen Fasern umwandeln, die den Panzer gegen die Lagerung rechtwinklig durchsetzen.<sup>2</sup> Isolirbare

<sup>1</sup> Ueber die betreffende Litteratur, siehe TULLBERG, l. c. S. 5—7.

<sup>2</sup> l. c. S. 8, 10. Pl. I, Fig. 1, 5.

Fasern derselben Art wie sie TULLBERG bei *Homarus* darstellen konnte, habe ich bei *Sepia* freilich nicht gefunden, doch irre ich mich kaum, indem ich die Querstreifen als Homologa derselben betrachte. Wie die Querstreifen der Sepienschale, so steht wohl auch die Bildung der Querfasern des Hummerpanzers mit Verkalkungsphänomenen in Zusammenhang.

Dass die Ausläufer der Matrixzellen der Sepienschale wenigstens nicht überall das Chitin durch einen Umwandlungsprocess hervorgehen lassen, erhellt schon daraus, dass dieselben auch da vorkommen, wo die Zellen gar nicht oder sehr schwach an der Schale befestigt sind.

### Der embryonale Schalensack.

Schon längst hat USSOW<sup>1</sup> nachgewiesen, dass die erste Anlage des Schalensackes der Cephalopoden eine Einsenkung auf der Rückenseite des Embryo bildet, deren Ränder nach und nach zusammenwachsen. Diese Beobachtung ist später mehrmals bestätigt worden<sup>2</sup> und neuerdings hat VIALLETON<sup>3</sup> Beschreibung und Figuren über die erste Anlage des Schalensackes bei den Sepienembryonen geliefert. Bis jetzt jedoch haben die Untersuchungen nur den offenen Schalensack berücksichtigt, über die näheren Vorgänge bei dessen Verschluss und über die Veränderungen des Epithels ist bisher nichts bekannt.

Das früheste Stadium, in dem ich den Schalensack untersucht habe, ist das, wo derselbe nur eine kleine Vertiefung auf der Rückenseite des dem Dotter noch flach aufliegenden Embryo bildet (VII, s). VIALLETON hat einige Schnitte durch dieses Stadium abgebildet und sowohl aus diesen, wie aus meinen eignen Beobachtungen, geht hervor, dass das Epithel hoch und kräftig entwickelt ist, höher gegen das vordere Ende, niedriger gegen das hintere. Also schon hier bemerkt man eine Verschiedenheit in dem Schalenepithel. Irgend eine Differentierung in verschiedene Zellengruppen, wie an der ausgebildeten Schale, findet doch nicht statt; eine solche tritt erst mit der Absonderung des Wulstes ein.

Allmählich fangen nun die Ränder der Vertiefung an gegen einander zu wachsen, so, dass der vordere Rand am meisten wächst; gleichzeitig wachsen die Seitenränder einander entgegen und die Verschlussung des Sackes geht in dem hintern Theile desselben zuletzt vor sich, wie auf Pl. VII, Fig. 10 *a* dargestellt ist. Während dieses Processes des Zusammenwachsens verändert sich gleichzeitig die flache Form des Embryo, indem dieselbe allmählich in eine mehr conische übergeht. Diese Veränderung wird dadurch hervorgerufen, dass sich der hintere Theil des Mantels gegen unten und vorn so umbiegt, dass er mit dem vordern Theile zuerst einen beinahe rechten Winkel bildet (VII, 10). Dieser hintere Theil biegt sich allmählich mehr nach vorn um und bildet so bei dem ausgewachsenen Thiere den ganzen Bauchtheil des Mantels; der Rand desselben bildet der untere Mantelrand (VII, 10 *umt*). Bei den conusförmigen Embryonen beobachtet man, bei Lupen-

<sup>1</sup> Zool.-embryol. Unters. Arch. f. Naturg. Jahrg. 40. 1874. S. 351—52.

<sup>2</sup> Ueber die betreff. Litteratur s. USSOW, Entwicklung der Cephalopoden. Arch. de Biol. 2. 1881 (S. 621—22).

<sup>3</sup> VIALLETON, Recherches sur les prem. phases de développement de la Seiche. Ann. Sc. Nat. Zool. T. 6. 1888. S. 267. Pl. 14.

vergrößerung, nahe der Spitze des Conus in der Mittellinie, eine kleine Oeffnung. Diese führt in den Schalensack hinein, und ist der letzte Rest der Oeffnung desselben, zuletzt verschliesst sich auch dieser. Nachdem der Schalensack vollständig verschlossen ist, fängt auf der Rückenseite des Embryo eine eigenthümliche Bildung an. Dieselbe ist schon von HOYLE<sup>1</sup> beschrieben und nur der Vollständigkeit wegen nehme ich sie hier auf. Sie besteht aus einer bogenförmigen Leiste, welche mit der hintern Kontur des Mantels parallel verläuft, und einer zweiten, die von der Mitte des Bogens in gerader Richtung nach vorn ausgeht; das Ganze bildet also eine J-förmige Figur. KÖLLIKER<sup>2</sup> bildet dieselbe ab und meint, die Leisten seien durch entsprechende Erhöhungen der Schale hervorgebracht. Dies ist jedoch nicht der Fall. Ein Querschnitt an jedem beliebigen Punkte dieser Leisten zeigt eine deutliche, mehrzellige, in dem Epithel liegende Drüse, die aus langen Zellen zusammengesetzt ist; die Kerne liegen an der Basis der Zellen. Die ganze Bildung muss aus einer Umwandlung der Epithelzellen hervorgegangen sein. Der Bau der Drüse erinnert sehr an das von WHEELER<sup>3</sup> bei *Cicada*- und *Nepa*-Embryonen abgebildete drüsenartige Gebilde des ersten Abdominalsegmentes. — An dem erwachsenen Thiere findet sich bekanntlich keine Bildung derselben Art; dagegen kommt dieselbe constant sowohl bei *Sepia*- als *Loligo*-Embryonen vor. Welche Aufgabe diese Drüse hat, kann ich vorläufig nicht sagen; ein von derselben abgesondertes Sekret habe ich, wenigstens bin ich dessen nicht ganz sicher, nicht gefunden.

Wie schon erwähnt, kann bei den Embryonen mit noch nicht völlig geschlossenem Schalensack von einer eigentlichen Differentierung der Zellen nicht die Rede sein, obwohl die Schalenabsonderung schon angefangen hat; diese Gleichförmigkeit der Zellen hängt mit der Gleichförmigkeit der ersten Schalenanlage zusammen. Die im vordern und hintern Ende des Sackes gelegenen Zellen sind noch kurz und breit, und die längsten liegen in der mittleren Abtheilung der epithelialen Bekleidung der Bauchwand des Sackes. Die ganze Rückenseite desselben ist von einem äusserst niedrigen Epithel bekleidet, das nur gegen das hintere und vordere Ende etwas höher ist. Hier ist somit von Anfang an, schon vor der völligen Verschliessung des Sackes, das niedrige Plattenepithel angelegt, das bei dem erwachsenen Thiere die obere Wand des Sackes charakterisirt; die Zellen verändern sich später nur wenig. Die Kerne liegen oft ziemlich weit von einander und Zellengrenzen habe ich nicht entdecken können. KÖLLIKER legt diese embryonale Matrix der Rückenplatte als die erste Anlage der »Fasermembran« des Schildes aus. Wenigstens kann ich seine Aeusserung nicht anders verstehen, wenn er (S. 73) sagt: »dagegen glaube ich in einer Schicht spindelförmiger, im Auswachsen in Fasern begriffener Zellen die ersten Spuren ihrer« (= Rückenschicht der Schale) »Fasermembran gesehen zu haben«. Da es KÖLLIKER indessen nicht klar war, ob die Bildung der Schale einer Absonderung von Zellen oder anderen physischen und chemischen Processen zuzuschreiben sei, ist diese seine Deutung des Epithels leicht erklärlich.

<sup>1</sup> On a Tract of modified Epithelium in the Embryo of Sepia. Proc. Roy. Phys. Soc. Edinburgh. Vol. 10. 1888—90. S. 58.

<sup>2</sup> Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden. Pl. III, Fig. 32.

<sup>3</sup> Ueber drüsenartige Gebilde im ersten Abdominalsegment der Hemipterenembryonen. Zool. Anz. XII. 1889. S. 500.

Mit der Absonderung des Wulstes fängt eine Differentierung des Schalenepithels an. Die vordersten Zellen werden schmaler, wenn sie auch nicht gleich eine beträchtliche Höhe erreichen. Auf diese folgt eine Abtheilung mit niedrigen Zellen — die Matrix der Innenplatte; diese gehen in ein höheres Epithel über, das sich bis zum hinteren Ende fortsetzt und die erste Schicht des Wulstes absondert.

An etwas älteren Embryonen, die schon 3—4 Hauptschichten des Wulstes haben, bemerkt man an den Theilen des Epithels, die unter den fertigen Hauptschichten liegen, noch keine solche Degenerirung wie bei den Erwachsenen. Wann diese anfängt, kann ich nicht sagen; dieselbe geht wahrscheinlich nur allmählich vor sich.

Ueber die Bildung der Rostrumhöhle und das Epithel der Gabel habe ich keine eingehenden Untersuchungen vorgenommen. An Embryonen, deren Schalen mit 3—4 Hauptschichten versehen sind, habe ich an Längsschnitten in dem hintern Theil des Schalen-sackes eine kleine Erhebung beobachtet, die wahrscheinlich die erste Anlage des fleischigen »Sifo« ist. Eine kleine Vertiefung, die ich an der Rückenseite in dem Epithel wahrgenommen, ist vielleicht die erste Andeutung zur Rostrumhöhle.

Ich kann die embryonale Schalenbildung nicht verlassen ohne eine Erscheinung zu berühren, die mir von grossem Interesse zu sein scheint. VIALLETON<sup>1</sup> hat in seiner Arbeit über die Entwicklung der Sepia die ersten Stadien sehr ausführlich behandelt. In betreff des Mesoderms hebt er hervor, dass dieses als eine heterogene Bildung betrachtet werden muss, indem dasselbe während der fortschreitenden Entwicklung durch Einwanderung von Ektodermzellen vermehrt wird. An den Punkten, wo die Wanderung stattfindet, ist die Grenzmembran aufgelöst und es bildet sich also eine Oeffnung zwischen den beiden Zellenlagen. Eine solche »Proliferation« hat er an Embryonen verschiedenen Alters und an verschiedenen Stellen des Embryo constatirt; nach ihm geht dieselbe hauptsächlich da vor sich, wo Ganglien und Muskeln angelegt werden, an deren Bildung die eingewanderten Zellen sich dann zum grossen Theil, ob nicht ausschliesslich betheiligen. Die Richtigkeit dieser Beobachtungen kann ich völlig bestätigen, insofern es sich um Oeffnungen an gewissen Stellen in der Grenzmembran und einer damit zusammenhängenden Wanderung der Zellen handelt. Auch ich habe solche Oeffnungen in der Grenzmembran in dem embryonalen Schalen-sacke lange nach Verschluss desselben beobachtet. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass diese Oeffnungen wirklich Durchgänge für wandernde Zellen sind, weil man da immer eine Masse Zellenkerne angehäuft findet. — VIALLETON hält es für abgemacht, dass diese Wanderung immer vom Ektoderm zum Mesoderm vor sich geht und scheint eine Wanderung in entgegengesetzter Richtung ganz auszuschliessen. Wie wir oben gesehen haben, kommt es bei den erwachsenen Thieren zu Zeiten vor, dass mesodermale Zellen in das Schalenepithel, ja sogar durch dasselbe wandern. Wäre so etwas nicht auch bei den Embryonen möglich? Dafür scheint mir, ausser der Analogie mit dem erwachsenen Thiere auch die Form der an den Oeffnungen befindlichen Zellenkerne zu sprechen, da diese durch ihre rundliche Gestalt mehr an mesodermale als an ektodermale Kerne erinnern. Ich betrachte deshalb die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass auch bei den Embryonen eine Wanderung vom Mesoderm zum Ektoderm stattfinden kann.

<sup>1</sup> l. c. S. 269 u. folg.

Hiermit will ich natürlich die Richtigkeit der Anschauung VIALLETON's über das Theilnehmen ausgewanderter ektodermaler Elemente bei Anlegung von Ganglien und Muskeln nicht im mindesten bestreiten; in Gegentheil glaube ich dieselbe bestätigen zu können. Nur darf es nicht ganz und gar übersehen werden, dass auch mesodermale Elemente in das Ektoderm einwandern können, selbst wenn man die Bedeutung einer solchen Wanderung sich nicht erklären kann.

Der Uebergang ektodermaler Elemente zu mesodermalen kann, wie mir scheint, auch eine andre Bedeutung haben als das Anlegen bestimmter Organe. Wenn die Ränder des noch offenen Schalensackes anfangen einander entgegen zu wachsen, sind dieselben von einer dicken Ektodermnlage bekleidet (VII, 8), in der sich oft keine Grenzmembran findet. Wie ich schon erwähnte, ist das Epithel der oberen Schalensackwand in dem geschlossenen Schalensacke sehr niedrig und da dieses aus den Ektodermzellen der gegen einander wachsenden Falten entsteht, ist es klar, dass diese Zellen Veränderungen erleiden müssen. Soweit ich habe finden können, bestehen diese darin, dass sich eine neue Grenzmembran, wahrscheinlich in Verbindung mit Theilung der Zellen, bildet, welche dann eine obere Schicht sehr niedriger Zellen abgrenzt, die das Epithel der Rückenplatte bildet. Die übrigen Ektodermzellen werden nun durch die Bildung der neuen Grenzmembran zu Mesodermzellen. Am deutlichsten ist dies da, wo die Ränder im Zusammenwachsen begriffen sind (VII, 11). Da sieht man im Bereiche des Zusammenwachspunktes dicht angehäufte Ektodermzellen ( $\alpha$ ), die durch keine Grenzmembran von den mesodermalen getrennt sind. Eine solche bildet sich sowohl für das obere, die Körperfläche bekleidende Epithel (*kep*), als auch für das obere Schalensackepithel (*rpm*). Dadurch wird der grösste Theil der Ektodermzellen im Mesoderm eingeschlossen. Dieser Uebergang ektodermaler Zellen in mesodermale spielt also bei der Entstehung der Schalenmatrix und dadurch auch bei der Schalenbildung eine Rolle, da es wohl kaum bezweifelt werden darf, dass die Form der Zellen für die Bildung der Schale von Bedeutung ist.

### Uebersicht.

Die erste Anlage des Schalensackes bei Sepia ist eine rhomboidale Vertiefung auf der Rückenseite des Embryo. Durch allmähliches Zusammenwachsen der Ränder bildet sich zuletzt ein geschlossener Sack, in dem das die Wände bekleidende Epithel anfängt die Schale abzusondern. Im Anfang giebt es überhaupt nur zweierlei Art Epithelzellen: die verhältnissmässig hohen Cylinderzellen auf der untern Wand des Sackes und das niedrige Plattenepithel, welches die ganze obere Wand bekleidet. Die erste Anlage der Schale besteht aus einer cirkelförmigen, stark gewölbten Scheibe, deren Konkavität sich nach unten wendet und die zum grössten Theil schon von Anfang an verkalkt ist; nur die Randzone ist unverkalkt. — Die erste hervortretende Veränderung der Struktur tritt mit der Bildung der ersten Hauptschicht ein. Anstatt, dass früher alle Zellen gleichartiges Chitin abgesondert haben, differenzieren sich nun die der untern Wand in verschiedene Gruppen, die Schalentheile verschiedenartiger Struktur absondern. Die an dem Rand der Schale befindlichen Zellen fangen nun an Chitinlagen abzusondern, die von fester Consistenz sind

und die sich erst allmählich, nicht gleichzeitig mit der Absonderung verkalken, daher die ganze Schale von einem unverkalkten Rande umsäumt ist.<sup>1</sup> Eine andre nach innen von diesen Zellen befindliche Gruppe, sondert wieder andere Chitinlagen ab, die, obgleich sie direkte Fortsetzungen der ersten sind, doch durch eine verschiedene Struktur deutlich von ihnen abweichen. Der ganze centrale Theil der Unterseite wird von den Höhlenschichtlagen eingenommen. Auch diese hängen mit den letzterwähnten zusammen, zeigen aber eine ganz andre Beschaffenheit. Sie sind grösstentheils unverkalkt und sehr weich, an gewissen scharf begrenzten Stellen dagegen lagert sich Kalk ein. Anfangs sind sie einander dicht angelagert ohne irgend welche Zwischenräume, später jedoch treten in ihnen wichtige Veränderungen ein (Siehe unten). Die verkalkten Theile durchsetzen in senkrechter Richtung in Form geschlängelter Pfeilerchen die Höhlenschicht. Die unverkalkten Theile der Lagen sind aus hohen und schmalen Zellen abgesondert, die verkalkten aus niedrigeren und breiteren. Nachdem die Absonderung dieser Höhlenschichtlagen eine Zeit lang stattgefunden hat fängt die Matrix derselben ziemlich plötzlich an festere Lagen abzusondern, die durchaus gleichmässig verkalkt sind, folglich die Abwechslung verkalkter und unverkalkter Stellen nicht aufweisen. Diese Lagen bilden ein festeres Septum, welches nach unten die Höhlenschicht begrenzt. Mit dem Beginn der Absonderung der Septalagen nehmen auch die betreffenden Matrixzellen ein mehr gleichförmiges Aussehen an.

Mit der Absonderung auf der Unterseite geht gleichzeitig eine solche auf der Rückenseite der Schale vor sich; diese letzten Lagen sind anfangs durchaus gleichförmig in ihrer Struktur; an den Schalenrändern gehen die Lagen der untern und der obern Seite in einander über.

Festhalten müssen wir also, dass die verschiedenen Theile der Schale nicht unabhängig von einander gebildet werden, jede Lage aber sich über die ganze Schale erstreckt. Nur haben dieselben an verschiedenen Stellen eine verschiedene Dicke und Struktur, weshalb man in der Schale verschiedene, meist wohlbegrenzte Abtheilungen unterscheidet. Ferner müssen wir uns erinnern, dass jede neugebildete Lage die vorhergehende an Umfang ein wenig übertrifft, was der Grund zur allmählichen Vergrösserung der Schale ist.

Die junge Schale besteht also nun aus einer Platte — dem Rückenschild — und einer auf der Unterseite derselben abgelagerten Hauptschicht (Höhlenschicht und Septum zusammen) — der ersten Anlage des Wulstes. An den Rändern dieser ersten Hauptschicht beobachtet man in dem Rückenschild drei verschiedene Abtheilungen, die ich mit dem Namen Platten bezeichne, nämlich: die Rückenplatte, die Mittelplatte und die Innenplatte. Innerhalb des Bereiches der ersten Höhlenschicht ist der Schild gleichförmig gebaut<sup>2</sup> und dies Verhältniss ändert sich nicht durch das Wachsthum. Die drei Platten überlagern einander, so dass die Rückenplatte die oberste, die Innenplatte die unterste ist; die Mittel-

<sup>1</sup> Wie ich eben gesagt habe, kommt solch unverkalkter Rand auch bei der jüngsten Schalenanlage vor; da die Grundsubstanz der Schale jedoch dann ganz gleichgeformt ist kann derselbe nicht mit dem oben erwähnten verglichen werden, weil dieser in der ausgewachsenen Schale eine besondere Abtheilung bildet.

<sup>2</sup> Ich muss bemerken, dass die Differentierung in verschiedene Platten in dem nach hinten ragenden Theile der Schale nicht so früh stattfindet wie an den Seiten und vordern Theilen. Da ist also der Schild noch einfach gebaut, wenn schon mehrere Hauptschichten fertig sind. Der leichteren Uebersicht wegen habe ich die Differentierung als über die ganze Schale gleichzeitig auftretend dargestellt.

platte bildet zum grössten Theil den unverkalkten Rand der Schale. Sie sind sehr scharf von einander abgegrenzt, was ich versucht habe als von verschiedenartiger Verkalkung und verschiedener Beschaffenheit des Chitin abhängig zu erklären (Siehe oben S. 12, 13).

Wenn nun das erste Septum fertig ist (oder auch früher) fangen Veränderungen mechanischer Art an in der Höhlenschicht aufzutreten. Spalten entstehen über einander in den zwischen den verkalkten Pfeilern liegenden Theilen der Höhlenschichtlagen, und die zwischen zwei Spalten befindlichen Lagen werden dergestalt stark zusammengepresst, dass sie zuletzt eine Membran von nicht zu messender Dünne bilden. Daher kommt es, dass die fertigen Höhlenschichten aus einer Anzahl horizontal gestreckter Membranen mit zwischenliegenden Hohlräumen und senkrechten, fest verkalkten Pfeilern zusammengesetzt sind.

Die Schale wächst nun weiter und jeder der einzelnen Theile gewinnt durch das allmählich zunehmende Volumen der Lagen nach und nach grössere Dicke. Auf die Bildung des ersten Septums folgt in dem Wulst die Bildung einer neuen Höhlenschicht, die nach unten wieder durch ein Septum abgegrenzt wird. Diese neue Hauptschicht überragt ihren Vorgänger vor und auf den Seiten und bedeckt ihn somit ganz und gar mit Ausnahme eines schmalen Randes des hinteren Theiles, der frei bleibt. Gleichzeitig mit dem Absetzen dieser neuen Hauptschicht haben sich auch die ausserhalb des Wulstes liegenden Theile vermehrt. Die Folge ist, dass die vorderen und seitlichen Ränder der Wulstschichten immer denselben relativen Abstand von der Schalenkante behalten, während der hintere Rand jeder neugebildeten Hauptschicht immer weiter vom Hinterende der Schale als die vorhergehende liegt. Sind nun mehrere Hauptschichten gebildet, so sieht man in dem Wulste eine Serie parallel verlaufender Streifen — die hintern unbedeckten Ränder der Septa, und einen vordern ungestreiften Theil — die Hauptschicht, die unter Bildung ist.

Nachdem etwa 5—6 Hauptschichten gebildet sind, treten zwei neue Gebilde in der Schale auf, das Rostrum und die Gabel. Erstgenanntes ist eine nach hinten ragende, im Durchschnitte runde Fortsetzung der Rückenplatte, wie auch deren Lagen direkte Fortsetzungen derjenigen der Rückenplatte sind. Die Gabel ist eine verkalkte Leiste, die sich dem Rande des hintern, gestreiften Theiles des Wulstes entlang erstreckt. Sie besteht aus verkalkten Chitinlagen, die zu Gruppen vereinigt sind und die ich Gabelseptata nenne. Jedes Gabelseptum ist eine direkte Fortsetzung eines Wulstseptum, diesem auch im Bau ähnlich; auch können zwei Wulstseptata in ein Gabelseptum auslaufen. In der Regel erstreckt sich jedes Septum über die ganze Gabel. In dem hintern Theil liegen dieselben nicht dem Wulste dicht an, so dass da eine kleine Höhle zwischen Wulst und Gabel entsteht. Zwischen den Gabelseptata beobachtet man Chitin von weicherer Consistenz, welches dem Höhlenschicht-Chitin des Wulstes ähnelt und die direkte Fortsetzung einer Höhlenschicht ist. Die Nachweisung eines solchen direkten Zusammenhanges zwischen Wulst und Gabel macht es klar, dass die Gabel ein unterer, rudimentärer Theil des Wulstes ist, und da nun, wie in folgendem nachgewiesen werden soll, die Höhlenschichten und Septata mit den Kammern und Septata der gekammerten Cephalopoden-Schalen homolog sind, erhellt, dass die kleine Höhle zwischen Wulst und Gabel eine rudimentäre Sifonalhöhle darstellt. In dieser Höhle steckt eine kleine Verlängerung der Schalensackwand, die als ein rudimentärer fleischiger Sifo aufzufassen ist.

Während des fortschreitenden Wachstums der Schale differentieren sich die absondernden Epithelzellen immer mehr. Die, welche die Mittelplatte absondern, sind die längsten und von diesen sind wieder die in der Spitze, wo das Wachstum am kräftigsten ist, die längsten. Eine bemerkenswerthe Veränderung erleiden die Matrixzellen des Wulstes während dessen fortschreitendem Wachstum. Wenn die Absonderung einer neuen Hauptschicht anfängt, funktionirt der grösste Theil der Zellen, der die vorhergehende absondert hat auch bei Bildung der neuen; ein kleiner Theil derselben bleibt doch unter dem hintern freien Rand des vorhergehenden Septums zurück; es entsteht somit ein Epithel, das unter einen Theil des Wulstes zu liegen kommt, wo die Absonderung äusserst gering ist, falls sie nicht ganz und gar aufhört. Dies Epithel bekommt allmählich ein mehr bindegewebartiges Aussehen, indem bindegewebartige Zellenelemente von dem unterliegenden Gewebe einwandern und die Epithelzellen selbst zu degeneriren scheinen.

An gewissen Stellen der Schalenmatrix bei ausgewachsenen Thieren bemerkt man, dass bindegewebige Zellen das Epithel durchwandern und ausserhalb desselben gelangen. Dies kommt z. B. in dem Epithel vor, das unter einer in Bildung begriffenen Höhlenschicht liegt; diese Zellen können sogar in abgesondertes Chitin eingeschlossen werden, wie dies im Rostrum der Fall ist.

An der Unterseite des Schalenrandes befestigen sich die zwei Trichterdepressoren — einer auf jeder Seite. Auch auf der oberen Schalenkante bemerkt man einen festeren Zusammenhang zwischen Weichtheilen und Schale indem die Muskelmasse, welche den Bauchtheil des Mantels bildet, da befestigt ist. Mit dem Wachsen der Schale ändert sich der Platz der Muskelinsertionen.

Das Wachstum der einzelnen Schalentheile hört auf, sobald dieselben dem Epithel nicht mehr unmittelbar anliegen, d. h. sobald eine Abtheilung von einer andern überlagert wird. Dies geht klar daraus hervor, dass die älteren Schalentheile, die mit dem Epithel nicht mehr in Contact stehen, ganz dieselbe Ausbildung haben wie dieselben Theile an den entsprechenden Stellen der Embryonalschalen. Die Theile dagegen, die mit dem Epithel in fortwährender Berührung stehen, werden immer dicker, so dass sie gerade in den älteren Theilen der Schale am kräftigsten ausgebildet sind. So ist die Rückenplatte, welche während des ganzen Wachstums dem Epithel unmittelbar anliegt im Hinterende der Schale am dicksten; die Mittelplatte, Innenplatte und die Höhlenschichten haben in dem hintern Theile der Schale gerade dieselben Dimensionen wie in der Embryonalschale. Und hierdurch wird zu voller Evidenz erwiesen, dass die Schale ein Produkt des Epithels, also durch Apposition gebildet ist, und ebenso klar geht daraus hervor, dass von einem intussusceptionellem Wachstum, sofern damit ein selbstständiges Wachstum der Schale gemeint ist, gar nicht die Rede sein kann.

## Die Schale von Spirula.

### Lage und gröberer Bau der Schale.

Den einstimmigen Angaben mehrerer Autoren nach, ist auch die *Spirula*-Schale ganz und gar vom Mantel bedeckt; an der Rücken- und Bauchseite ist dieser so verdünnt, dass die Schale durchschimmert.<sup>1</sup>

Die Figur (VIII, 4) zeigt uns die äussere Form der Schale am besten. Dieselbe ist eingerollt, so, dass alle Windungen in demselben Plane liegen, etwa wie bei einer Planorbis, ohne doch einander zu berühren. Innen ist sie, wie bekannt, in mehrere Kammern getheilt, die gegen das Vorderende an Grösse zunehmen. Diese Kammern sind von aussen deutlich sichtbar; sie sind nämlich durch Septa von einander getrennt, die in gewissem Abstand von einander von der innern Schalenwand entspringen und von aussen als weissliche, rings um die Schale laufende Ringe deutlich zu unterscheiden sind (VIII, 4 *sp*). Innerst im Centrum der Windungen liegt ein kleiner, rundlicher Körper — die Anfangskammer (*afk*).

Ein Dünnschliff durch die Schale zeigt dieselbe aus folgenden Theilen zusammengesetzt (VIII, 1). Zu äusserst liegt die Schalenwand (*pr*), von welcher, wie gesagt, die Septa (*sp*) entspringen, mit dem Rückenschild der *Sepia* zu vergleichen. Die Septa gehen nicht völlig parallel, nähern sich aber gegen die Bauchseite zu<sup>2</sup> einander, zeigen also einen ähnlichen Verlauf wie bei *Sepia*. Unten überlagern sie einander dachziegelartig. Auf der Bauchseite liegt der Sifo (*sf*), welcher sich als eine zusammenhängende Röhre durch die ganze Schale erstreckt und in der Anfangskammer blind endigt (IX, 1 *sf*). Derselbe wird durch die Septa gebildet, indem jedes von diesen eine nach hinten gerichtete röhrenförmige Verlängerung entsendet, die sich bis zum angrenzenden Septum erstreckt. — Fassen wir nun die verschiedenen Theile näher in's Auge.

### Die Schalenwand.

In der Schalenwand unterscheidet man mit Sicherheit nur zwei Abtheilungen, die wir wie bei *Sepia* als Platten bezeichnen können. Die äussere von diesen ist auf der ganzen Rückenseite und den Seiten der Schale mit Erhöhungen besetzt, die von der Oberfläche gesehen von wechselnder Form sind, bald länglich, bald rundlich, bald auch verästelt. Im Dünnschliffe zeigen sie eine ebene obere Contur, oftmals mit ziemlich scharfen Ecken (VIII, 2 *rp*). An der Basis dieser Erhöhungen findet sich zuweilen eine dunkle Linie, welche den Tuberkel gegen die nächst unten liegende Partie abgrenzt; diese

<sup>1</sup> Die von BRONN (Kl. u. Ordn. d. Thierreichs III, 2, S. 1437), IHERING (Nervensystem der Mollusken, Leipzig 1877. S. 277) u. BRANCO (Beiträge zur Entwicklungsgeschichte fossiler Cephalopoden, Th. II. Paläontographica, Bd. 27. S. 38) gemachten Angaben, dass die Schale zum Theil eine äussere sei, sind gewiss nicht richtig.

<sup>2</sup> Mit Bauchseite der Schale bezeichne ich die konkave Seite, welche gegen das Centrum der Windungen gerichtet ist, die entgegengesetzte nenne ich Rückenseite.

Linie ist doch nur eine dunklere Lage und bezeichnet keine Grenze zwischen verschiedenen Abtheilungen der Platte. Eine Lagerung ist hier und da in den Tuberkeln zu sehen, sonst ist die Platte strukturlos. Gegen den Vordertheil der Schale ist dieselbe von nur geringer Dicke, auf der Bauchseite bildet sie hier nur einen schmalen Rand (VIII, 1 *rp*). Ich nenne diese Platte die äussere Platte, und bemerke gleich, dass sie mit der Rückenplatte der Sepiaschale homolog ist.

Im Hintertheil der Schale ist die Platte auf der Bauchseite von bedeutender Dicke,<sup>1</sup> während die Innenplatte nur einen schmalen Rand bildet (IX, 1 *rp*, *ip*). Auf der Rückenseite ist sie beträchtlich weniger dick, übertrifft jedoch immer bedeutend die Dicke der Innenplatte. Auch findet man hier nicht die scharf sich absetzenden Tuberkeln wie im Vordertheil, nur mehr abgerundete und niedrige Erhöhungen, ja die Tuberkeln können sogar ganz verschwinden. Wie aus der Figur ersichtlich ist, geht der mächtige Bauchtheil der Platte auf die Wand der Anfangskammer über, nimmt aber sehr schnell an Dicke ab. Die äussere Platte der Anfangskammer hat deshalb zum grössten Theil denselben Umfang wie auf den angrenzenden Kammern, doch machen sich betreffs der Dicke individuelle Variationen auffallend geltend, wie ich an den vielen von mir untersuchten Exemplaren gesehen habe. Als eine Abnormität ist das Verhältniss zu betrachten, das ich bei einem Exemplare gefunden habe, nämlich, dass sich der Bauchtheil der Platte mit unverminderter Dicke rings um die Anfangskammer und einen Theil der zweiten Kammer fortsetzt.

Bei einigen Exemplaren habe ich an der Oberfläche der äusseren Platte, besonders in den Vertiefungen zwischen den Tuberkeln, einen Ueberzug beobachtet, welcher, dem äusseren Aussehen nach zu urtheilen, aus Lagen unverkalkten Chitins besteht. Dass es keine fremden Bestandtheile seien, die sich, während des Umherschwimmens der Schale auf dem Meere, daran befestigt haben, scheint daraus hervorzugehen, dass dieselben der Schale ganz angepresst liegen und sich allen Buchtungen derselben anschmiegen. Das Erscheinen dieser unverkalkten Chitinlagen ist also mit den unverkalkten Lagen in der Rückenplatte der Sepiaschale völlig analog.

Unter der äusseren Platte liegt die Innenplatte (VIII, 1, 2; IX, 1 *ip*), welche in dem vordern Theile der Schale dicker als die Rückenplatte ist, während im Hintertheil das entgegengesetzte Verhältniss stattfindet. Gegen den Vordertheil unterscheidet man in der Platte zwei Abtheilungen, eine der äusseren Platte unmittelbar angrenzende hellere, die nur wenig dick ist und eine andere, weniger lichtbrechende, die den Haupttheil der Platte bildet (VIII, 2). In der letzteren ist die Lagerung durch dunkle Lagerstreifen deutlich markirt. In der helleren äusseren Partie sind hier und da längliche Kalkkörperchen eingelagert, welche sich mit ihren obern Enden ein wenig in die äussere Platte einschieben — ganz wie sich die Kalkkörper in der Innenplatte der Sepiaschale in die Mittelplatte einschieben. Die Lagerstreifen in dem dunkleren Theil der Platte laufen in schräger Richtung von vorn und oben nach hinten und unten. Rechtwinklig gegen die Lagen zu gehen deutliche Verkalkungsstreifen und dunkel gefärbte Linien, welche letztere sich bei stärkerer Vergrösserung als aus dunklen Punkten zusammengesetzt zeigen.

<sup>1</sup> Es ist dieser verdickte Theil der Rückenplatte, der die »Leiste« bildet, die BRANCO (Entwicklungsgesch. foss. Cephal., Paläontogr. Bd. 27. 1880. S. 43) als einer der *Spirula*-Schale eigenthümliche Bildung erwähnt.

### Die Septa und der Sifo.

Aus der Innenplatte entspringen in spitzem Winkel, wie bei *Sepia*, die Scheidewände der Kammern — die Septa (VIII, 1; IX, 1 *sp*). Dieselben haben eine konkave vordere und konvexe hintere Fläche; dem blossen Auge glänzen sie perlmutterartig. An der Bauchseite, unmittelbar unter dem Sifo, sind sie in einer seichten Bucht eingeschnitten, wie die Septa der *Nautilus*-schale.

VOLTZ hat in seinen beiden ausgezeichneten Arbeiten die *Spirula*-Schale in kürze behandelt und die Schalenwand als aus zwei Platten — teste extérieure und intérieure — zusammengesetzt, richtig aufgefasst. Seine Auffassung der »teste extérieure« — meiner äusseren Platte — als einer von »teste intérieure« — der Innenplatte — völlig verschiedenen Bildung, da er in der ersteren keine Zuwachsstreifen entdecken konnte, erklärt sich dadurch, dass er keine eingehenden Untersuchungen angestellt hat. Er erklärt, die Innenplatte löse sich bei der Behandlung mit Säuren ganz und gar auf, und dass sie keine organische Substanz enthalte — ein Irrthum, der leicht verzeihlich ist, wenn man bedenkt, wie gering die Kenntniss über die Kalkbildungen der Evertebraten damals war. Dass er auch den Lagenzusammenhang zwischen Innenplatte und Septa nicht richtig aufgefasst hat, die letzteren aber als ganz selbstständige Gebilde — »pièces isolées« — ansieht, ist noch leichter erklärlich. Bei schwacher Vergrösserung scheinen diese nämlich von der Innenplatte ganz unabhängige Theile, mit ganz andrer Struktur zu sein. In der That verhält es sich jedoch ganz anders. Die Lagen der Septa sind nämlich direkte Fortsetzungen der Lagen der Innenplatte (VIII, 2 *sp*), wenn auch durch verschiedene Beschaffenheit der Grundsubstanz und verschiedene Struktur sich auszeichnend —, ein Verhältniss, dessen Analogon wir schon bei *Sepia* gefunden haben. Bei ihrem Ursprunge liegen die Septa, ganz so wie bei *Sepia*, der Innenplatte dicht an und biegen nachher so um, dass sie die mehr vertikale Stellung einnehmen. Doch bilden sie auf der Innenseite der Schalenwand keinen zusammenhängenden Ueberzug, wie dies bei *Sepia* der Fall ist. In dem Winkel zwischen Septum und Innenplatte, den ich den vordern Kammerwinkel nennen will, beobachtet man immer eine Bildung von grossem Interesse, da wir bei *Sepia* ihr Homologon finden. Dies ist nämlich eine Kalkmasse, stärker lichtbrechend als die eben genannten Schalentheile, die den betreffenden Winkel ausfüllt (VIII, 1; IX, 6 *afs*). In einem Längsschliffe zeigt sich, wie die Ausfüllungsmasse sich allmählich verdünnend auf das Septum und die Innenplatte übergeht, mit diesen Gebilden zeimlich unmerklich zusammenschmelzend (IX, 6 *afs*). An entkalkten Schnitten sieht man dies noch deutlicher und an solchen zeigt sich auch, dass die Grundsubstanz dieser Masse heller gefärbt ist als die des Septums (IX, 7). Eine Lagerung ist in dieser Masse nicht immer deutlich zu sehen, doch zuweilen ist dies möglich und man sieht dann wie die Lagen gegen die Kammer zu auslaufen. An einer Stelle fand ich, dass die der Kammer zugekehrte Fläche dieser Masse aus unverkalktem Chitin gebildet war, das, sich immer mehr verdünnend, auf Septum und Innenplatte überging. Näher wird diese Masse bei der Abtheilung über die Zuwacherscheinungen erwähnt.

Auf der konkaven Seite des Septums zeigt sich hier und da eine verkalkte, lichtbrechende Substanz, welche ich als ein Homologon derjenigen betrachte, die auf der Unter-

seite der Septa bei *Sepia* vorkommt. Mitunter nimmt man in dieser Substanz eine deutliche Lagerung wahr.

Die Struktur der Septa bietet wenig von Interesse. Die Lagenstreifen sind immer deutlich und Verkalkungsstreifen gehen winkelrecht gegen die Lagen. Der Theil des Septums, welcher der Ausfüllungsmasse im vordern Kammerwinkel angrenzt, ist mit gerundeten Kalkkörperchen versehen (IX, 6), denen an den entsprechenden Stellen der *Sepia*-Septen ähnlich.

Schon VOLTZ<sup>1</sup> hat bemerkt, dass bei allen von ihm untersuchten *Spirula*-Schalen das letztgebildete Septum der Mündung so nahe gelegen war, dass für ein neues Septum kein Platz übrig blieb. Unter allen von mir untersuchten Exemplaren habe ich zwar keins gefunden bei dem die Mündung so weit vorspränge, dass ein neues Septum unter Bildung sein könnte, doch habe ich mehrere Exemplare gesehen, bei denen die Schalenwand nicht unbedeutend über das letztgebildete Septum vorsprang und dadurch zeigte, dass die Schale im Wachsen begriffen war. Das von VOLTZ bemerkte Verhältniss mag wohl oft darauf beruhen, dass dieser Theil der Schalenwand dünn und leicht zerbrechlich ist und deshalb an todtten Schalen leichter der Zerstörung anheimfällt, was die unebene Kontur des Mündungsrandes mehrerer Schalen bestätigt.

Ein Faktum ist jedenfalls, dass das letztgebildete Septum oft nahe an der wirklichen Mündung der Schale befestigt ist, wie ich auf Pl. IX Fig. 2 abgebildet habe. Der auf der unteren Seite des Sifo gelegene Theil des Septums entspringt ein wenig innerhalb des Mündungsrandes, der obere Theil dagegen liegt unmittelbar an der Mündung. Dass das letzte Septum der Mündung so nahe liegt, kann sich dadurch erklären lassen, dass solche Schalen schon ausgewachsen sind und die Septa-Bildung folglich abgeschlossen ist. Bei der Behandlung des Schalenzuwachses werde ich das Verhältniss näher beleuchten.

Die Forscher, welche sich früher mit der *Spirula*-Schale beschäftigt haben, schildern den Sifo als nur aus den umgebogenen Theilen der Septa bestehend, also nur aus Düten, mit den Düten der *Nautilus*-Schale homolog. Derselbe besteht jedoch in der That aus zwei Abtheilungen (VIII, 1) — einer stark verkalkten, die eine direkte Fortsetzung des Septums und von gleicher Beschaffenheit wie dieses ist, welche Abtheilung die eigentliche Düte bildet (*dt*), — und einer zweiten ebenso verkalkten Abtheilung, die eine direkte Fortsetzung der vorigen ist, jedoch eine ganz andere Struktur aufweist. Ich nenne diese die Hülle (*hü*). Dieselbe bekleidet die Innenseite der Düten so, dass die einem Septum zugehörige Hülle auf der Innenseite der nächst angrenzenden Düte zu liegen kommt; doch liegt sie derselben nicht dicht an, sondern ist von ihr durch einen Zwischenraum getrennt, bis sie gegen deren hinteres Ende in dieselbe ausläuft. In dem Zwischenraume zwischen der Hülle und der Düte gehen winkelrecht gestellte, durch leere Räume getrennte Kalkpfeilerchen (VIII, 1, 3). Die, welche die Kammer zunächst begrenzen sind die breitesten und zeigen eine deutliche Lagerung (IX, 5 *pf*). Auch auf der Grenze zwischen Septum und Düte nimmt man derartige gelagerte Kalkbildungen wahr (IX, 5 *d*). Dieselben sind vom Septum durch die hellere Farbe leicht zu unterscheiden; auch nach Entkalkung

<sup>1</sup> Belopeltis, S. 17.

und Färbung mit Hämatoxylin zeigen sie, wie die Pfeiler, eine hellere Grundsubstanz als das Septum. — Bei einigen Pfeilern ist die Lagerung deutlicher als bei anderen, indem die Lagerstreifen dunkler sind. In diesen kann man deutlich wahrnehmen, dass die Lagen mit denen in den Septa und den Düten parallel laufen. Hier und da in den Zwischenräumen zwischen den Pfeilern beobachtet man, wenn auch nicht sehr deutlich, Membranen, die sich zwischen den Pfeilern erstrecken, denen bei Sepia ähnlich.

Der Bauchtheil der Septa und des Sifo's erhebt sich nur wenig von der Schalenwand, weshalb die Abtheilung der Kammerhöhle, die sich hier zwischen Wand und Sifo befindet, sehr klein ist (VIII, 1).

Ein Querschliff durch den Sifo zeigt uns einen Ring aus der Sifonaldüte bestehend, die auf der Innenseite ringsum mit Pfeilern bekleidet ist. Diese sind nach innen durch eine zusammenhängende Ablagerung dunkleren Aussehens begrenzt, in der die Verkalkung in Form kugelartiger Kalkknollen auftritt, ganz wie es der Längsschliff zeigt (VIII, 3 *hii*). Dieser letztgenannter Theil des Sifo's ist die oben erwähnte Fortsetzung der Düte, die Hülle.

### Der Anfangstheil.

Die Anfangskammer ist, wie ich schon bemerkt habe, fast kugelförmig (VIII, 4 *afk*). Ein Längsschnitt, der den Sifo in dieser und den angrenzenden Kammern durchschneidet, zeigt uns dass dieser nur unbedeutend in die Anfangskammer hineinragt (IX, 1 *sf*). Dieser in der Anfangskammer befindliche Theil des Sifo's besteht aus zwei äusserlich wohl begrenzten Abtheilungen, nämlich einem stark verkalkten Theil, der Düte (*dt*), und einem, mit diesem zusammenhängenden, blind endigenden, aus unverkalktem Chitin bestehenden, den wir die Kappe (*kp*) nennen können. Diese beiden Abtheilungen sind schon von BRANCO<sup>1</sup> und MUNIER-CHALMAS<sup>2</sup> beobachtet worden, doch ist der erstere in Zweifel, ob das »rothe Käppchen« der Düte angehöre oder den Anfang des fleischigen Sifo bilde. Er beobachtete nämlich, dass dasselbe bei Berührung sehr leicht von der Düte losgerissen wird, und bemerkt richtig, dass diese Bildung von anderer Beschaffenheit als die Düte selbst ist.

Die Kappe besteht, wie gesagt, aus unverkalktem gelagerten Chitin, ist sehr dünn und zerbrechlich und zeichnet sich durch diese Eigenschaften sehr deutlich von den stark verkalkten Sifonaldüten aus. Dass sie an getrockneten Schalen sehr oft fehlt, habe ich bei mehreren Exemplaren gefunden; wo die Wand der Anfangskammer zerstört ist fehlt sie immer, weil die unverkalkte Substanz dem Einwirken des Wassers etc. während des Umherschwimmens der Schale nicht widerstehen kann.

Dass die Kappe wirklich, trotz der verschiedenen Struktur, eine Fortsetzung der Düte ist, geht aus den Dünnschliffen deutlich hervor (IX, 3). Die scharfe Grenze zwischen verkalktem und unverkalktem Chitin ist, wie wir uns erinnern, völlig analog mit dem Verhalten in der Sepiaschale und ist somit keine besondere Eigenthümlichkeit für das betreffende Gebilde.

<sup>1</sup> Entwicklungsgesch. foss. Ceph. S. 52.

<sup>2</sup> Sur le développ. du phragmostracum des Céphalop. et sur les rapports zool. des Ammonites avec les Spirales. C. R. 1873. S. 1557.

Die Grenze zwischen der Anfangs- und der zweiten Kammer ist schon äusserlich durch eine starke Einschnürung bezeichnet (VIII, 4). An einem Längsschliffe jedoch zeigt sich, dass die beiden Kammern durch kein eigentliches Septum abgegrenzt werden (IX, 1). Der der Rückenseite zugewandte Theil der Düte zeigt zwar eine seichte Bucht<sup>1</sup> und hierin könnte man ja die erste Andeutung zu der Sonderung in ein Septum und eine Düte sehen, indem ersteres dann von dem der Schalenwand angrenzenden Theil gebildet würde, allein diese Sonderung ist sehr wenig ausgeprägt. — Eine deutliche Grenze wird auch innen gebildet durch die starke Hervorragung der Schalenwand, der äusseren Einschnürung entsprechend. Die Abbildung zeigt, dass derartiges Hervorrage auch für mehrere der folgenden Kammern charakteristisch, wenn auch bei weitem nicht so stark hervortretend ist.

Die ersten Kammern sind ausserdem von den später gebildeten dadurch verschieden, dass die Septa auf der Bauchseite der Schale von der Schalenwand weiter abstehen, woraus folgt, dass der hier gelegene Theil der Kammer grösser wird als im Vordertheil der Schale.

Schon in der zweiten Kammer sind beide Abtheilungen des Sifo's angelegt, was daraus ersichtlich ist, dass auf der Innenseite der Düte der Anfangskammer Kalkbildungen liegen, die den Pfeilern in den jüngeren Kammern entsprechen (IX, 1 *pf*).

Ein Gebilde von äusserst grossem Interesse und das ich bei einigen der vielen untersuchten Exemplare in der Anfangskammer gefunden habe, möge hier erwähnt werden.

Schon 1873 hat MUNIER-CHALMAS<sup>2</sup> in der Anfangskammer der *Spirula*-Schale eine Bildung beschrieben, die er »Prosifo« benennt, ohne doch eine Abbildung derselben zu machen. Eine solche, meines Erachtens nach, ausschliesslich nach der Beschreibung von MUNIER-CHALMAS oder möglicherweise nach dessen Präparaten, ist von ZITTEL<sup>3</sup> gemacht. Nach MUNIER-CHALMAS besteht dieser Prosifo aus einer dünnen Membran, die sich von der Kappe zur Wand der Anfangskammer erstreckt. BRANCO<sup>4</sup> hat zwar den Sifo blind geschlossen gefunden, jedoch keine Bildung derlei Art. Das reichhaltige Material, das ich zu meiner Verfügung gehabt, setzt mich in Stand zu bestätigen, dass dies Gebilde zuweilen vorhanden ist, zuweilen fehlt. An vier Exemplaren habe ich dasselbe gefunden; zwei derselben sind zwar beim Schleifen zerstört worden, das Vorhandensein eines Prosifo konnte ich aber doch konstatiren.

MUNIER-CHALMAS betrachtet diese Bildung, wie schon der Name andeutet, als einen Vorläufer des eigentlichen Sifo, sagt aber über dessen Beschaffenheit nichts. Meine Beobachtungen über denselben sind folgende.

Aus den beiden Exemplaren, die beim Schleifen wohl erhalten blieben und die ich abgebildet habe, erhellt, dass die Dicke des Prosifos verschieden ist (IX, 3, 4 *psf*). An beiden Exemplaren gehen sie vom Centrum der Kappe aus und strecken sich bis zur Kammerwand; der Punkt, wo sie auf die Kammerwand übergehen scheint indessen etwas verschieden zu sein, indem dieser dem Sifo bald näher, bald ferner gelegen ist, ein Umstand, den ich auch an den zerstörten Exemplaren beobachten konnte. Bei dem einen Exemplar (IX, 3) hat der Prosifo die Form einer dünnen Membran (im Längsschliffe also wie eine

<sup>1</sup> Ich mache darauf aufmerksam, dass diese Bucht auf der Figur nicht scharf genug markirt ist.

<sup>2</sup> l. c.

<sup>3</sup> Handbuch der Paläontologie. 2 Bd. S. 513.

<sup>4</sup> Entwicklungsgesch. foss. Cephal. S. 65—66

dünne Saite), welche ungefähr dieselbe Dicke wie die Wand der Kappe hat und dasselbe Aussehen, d. h. aus unverkalktem Chitin besteht. Dass dies Gebilde wirklich eine Membran und keine Saite ist, wird klar, wenn man an den Schlifften, die natürlich immer eine gewisse Dicke haben, einen optischen Durchschnitt macht; dann zeigt sich auch, dass die Membran etwas unregelmässig verläuft, indem dieselbe hier und da gebuchtet ist. Oben breitet sie sich über die Kappe aus; nach unten geht sie auf die Kammerwand über und, soweit ich habe finden können, ist die äusserst dünne Membran, die auf der Innenseite der Kammerwand, etwas zur Seite des Prosifo's liegt (*m*), eine direkte Fortsetzung derselben. Dies geht mit noch grösserer Sicherheit daraus hervor, dass der Prosifo unten an dem Befestigungspunkte gerade nach der Richtung umgebogen ist, wo man die Membran wahrnimmt, wie auf der Figur dargestellt ist.

Bei dem anderen Exemplare (IX, 4) hat der Prosifo ein etwas anderes Aussehen. Wie die Figur zeigt, geht da von der Kappe eine Membran von grösserer Dicke aus,<sup>1</sup> auch scheint das Chitin von weicherer Beschaffenheit zu sein. Dies Exemplar zeigt noch deutlicher als das vorige wie sich der Prosifo so zu sagen über die Kappe ausbreitet. In der Mitte desselben geht eine Leiste, die fester aussieht als das übrige Chitin. Nach unten verdünnt sich die Membran immer mehr und scheint eine festere Beschaffenheit anzunehmen. Da der grösste Theil der Kammerwand beim Schleifen zerstört ward, habe ich im einzelnen nicht beobachten können, wie die Membran auf die Wand übergang. Dass dies jedoch der Fall war, hatte ich vor der Zerstörung Gelegenheit zu sehen. — Wie der Prosifo seiner Entstehung nach aufzufassen ist, werde ich bei der Behandlung des Schalenwachstums darlegen.

BRANCO<sup>2</sup> hat eine dünne verkalkte Scheibe abgebildet, welche bisweilen die centralen Windungen aussen verbindet. Bei mehreren Exemplaren habe ich diese Scheibe gefunden und mich durch Dünnschliffe überzeugt, dass dieselbe nur eine Verlängerung der äusseren Platte ist, also mit den innern, gekammerten Theilen der Schale in keinerlei Verbindung steht.

### Der Zuwachs.

Das einzige, was über die die Schale zunächst umgebenden Weichtheile bekannt ist, sind die kurzen Notizen von OWEN<sup>3</sup> und die von ihm gelieferte Figur. Aus dieser und der Beschreibung geht hervor, dass der Windungsplan der Schale parallel mit der Längsachse des Körpers liegt, und dass die Windungen nach der Bauchseite des Thieres zu eingerollt sind. Wenn wir uns also die Windungen aufgerollt denken würde die Schale eine derartige Lage einnehmen, dass der Sifo der Bauchseite des Thieres zugewandt wäre. — Nach OWEN ist die ganze Schale vom Mantel umgeben, welcher doch, wie ich schon früher hervorgehoben habe, auf der Rücken- und Bauchseite verdünnt ist, indem die Muskulatur da verschwindet, so dass die Schale nur von einer dünnen Membran bedeckt ist. Der

<sup>1</sup> Die Kappe ist nicht völlig durchgeschliffen, zeigt aber noch zum Theil den natürlichen mützeuförmigen Bau.

<sup>2</sup> l. c. Pl. VIII Fig. 7.

<sup>3</sup> On the male of *Spirula australis*. Proc. Zool. Soc. 1880. S. 352.

vordere Theil ist von den *Musc. depressores infundibuli* und *Retractores capitis* (?) umgeben. Zwischen die Windungen im hintern Theile der Schale schieben sich Theile von *Testes* ein. Dies ist das hauptsächlichliche von dem, was OWEN über die Schale und die nächstliegenden Körpertheile mittheilt.

Eine andre Notiz, die ich jedoch nur dem Referat bei VOLTZ nach kenne, das jedoch ziemlich ausführlich zu sein scheint, enthält wichtige Angaben über die *Spirula*-Schale um so interessanter, weil sie die ersten etwas vollständigeren sind. BLAINVILLE hat nämlich das Thier der *Spirula* beschrieben.<sup>1</sup> Die Schale anbelangend werden folgende Angaben gemacht. Dieselbe ist ganz und gar eine innere und ist durch eine dünne Membran von *Viscera* getrennt. Von deren vorderem Theile geht der grosse Muskel (*Retractores capitis et infundibuli*) aus und ein kappenähnlicher Theil dieses Muskels liegt in der letzten Kammer eingeschlossen; von dieser Kappe geht eine Verlängerung — der Sifo — aus, welche sich bis zum Anfangstheil der Schale erstreckt.

Aus oben erwähnten Beschreibungen scheint also mit Sicherheit hervorzugehen, dass die Schale, wie bei *Sepia*, in einem Schalensack völlig eingeschlossen liegt und somit durch ein den Sack bekleidendes Epithel abgesondert wird.

Da ich nicht Gelegenheit gehabt habe das Thier der *Spirula* zu untersuchen, gründet sich meine Darstellung des Schalenwachsthums lediglich auf den Bau der fertigen Schale und den Schlüssen, die auf analoge Verhältnisse in der *Sepia*-Schale begründet, hieraus gezogen werden können.

Wir haben oben gesehen, dass die äussere Platte ihre grösste Dicke in den älteren Schalentheilen hat und dass das entgegengesetzte Verhältniss mit der Innenplatte stattfindet. Indem wir uns erinnern, dass dies auch mit den respektiven Platten bei *Sepia* der Fall ist, können wir deshalb annehmen, der Zuwachs gehe im grossen und ganzen auf dieselbe Weise vor sich. Die äussere Platte wächst also auf die Art, dass sich neue Lagen von dem den Sack bekleidenden Epithel absondern; jede Lage streckt sich über die ganze Schale, woraus sich ergibt, dass die ältesten Theile der Platte aus mehr Lagen als die jüngeren bestehen müssen und daher einen grösseren Umfang haben. Aus der vorhergehenden Beschreibung geht ausserdem hervor, dass die Absonderung im Hintertheile der Schale am stärksten auf der Bauchseite ist, wo die Platte ihren grössten Durchmesser erreicht.

Die Muskelkappe, welche in der Schalenmündung, d. h. der letztgebildeten Kammer eingesenkt liegt, ist — so darf man wohl annehmen — von einem Epithel bekleidet, welches die Innenplatte und Septum nebst zugehörigen Theile absondert und am Mündungsrande in das Epithel der äusseren Platte übergeht. Der Mündungsrand liegt auch bei *Spirula*, wie die Schalenkante bei *Sepia*, ohne Zweifel in eine Falte des Muskels eingesenkt.

Aus der Lagerichtung geht hervor, dass die Innenplatte ausschliesslich von der Innenseite der Schale zuwächst; aus dem Schalenbau lässt sich ermitteln, dass die einzelnen Lagen mit zunehmender Grösse der Schale relativ mächtiger werden, die Platte also, ganz wie bei *Sepia*, dicker wird. Die Lagen der Innenplatte gehen direkt in die der Septa

<sup>1</sup> Ann. d'anat. et phys. Vol. I. S. 368—82 und Vol. II. S. 52—55. (Nach VOLTZ, Belopeltis S. 15—16).

über, nehmen aber da eine andere Struktur an, wodurch die Grenze zwischen den beiden Bildungen sehr scharf hervortritt. Diese Veränderung der Struktur hängt wahrscheinlich mit einer Verschiedenheit in dem absondernden Epithel zusammen. Dass auch die Matrix der äusseren Platte und die der Innenplatte verschiedene Zellenformen haben, darf wohl als wahrscheinlich angenommen werden.

Der wichtigste Theil in Betreff des Zuwachses ist natürlich der Phragmokon oder die gekammerte Abtheilung. Ehe ich zur Darstellung der Zuwachsverhältnisse dieses Theiles übergehe, muss ich die Bemerkung vorausschicken, dass ich keine Schale gehabt, wo beweisbar ein Septum oder eine Kammer unter Bildung gewesen ist, und meine Schlüsse sind mithin nur auf die Verhältnisse gestützt, wie sie in dem schon fertigen Phragmokon zu finden sind.

Der Phragmokon entsteht nicht auf die bisher angenommene Weise, dadurch, dass das Thier abwechselnd Luft und Chitin absondert. Chitin setzt sich während der ganzen Absonderung ab; da wo die Kammern später entstehen ist dasselbe von sehr weicher Beschaffenheit; die Septa-Lagen dagegen sind fester. Das zwischen zwei Septa befindliche weiche Chitin spaltet sich und wird gegen die Schalenwände und Septa gepresst, wodurch die Kammerhöhle entsteht, die somit eine sekundäre Bildung in dem Phragmokon ist. — Die Gründe für diese meine Behauptung will ich nun darlegen.

Vergleichen wir denn zuerst die zwei Figuren, die ich von dem Winkel zwischen Septa und Schalenwand bei *Sepia* (IV, 2, 4) und *Spirula* (IX, 6) gegeben habe und den ich resp. den vorderen Höhlenschichtwinkel und vorderen Kammerwinkel benannt habe. Wie ich schon oft hervorgehoben habe, ist die Masse, welche diese Winkel ausfüllt, aus zusammenhängenden Lagen gebildet; wären diese Lagen durch die Kammer fortgesetzt, hätten sie diese zum Theil ausgefüllt. Bei der Sepiaschale habe ich schon nachgewiesen, dass dies vor der Membranenbildung der Fall ist <sup>1</sup> (IV, 3).

Betrachten wir ferner die festen Gebilde, die zwischen einer Sifonaldüte und einer Sifonalhülle stehen (VIII, 1, 3; IX, 5). Wie wir uns erinnern, bestehen diese Bildungen aus breiten Pfeilern, welche sich wirklich zwischen zwei Septa erstrecken, denn die Düten und Hüllen sind ja nur die hintersten Theile eines Septums. Eine zusammenhängende Absonderung muss also auch hier stattgefunden haben; die Lagerstreifen in dem der Kammer angrenzenden Pfeiler laufen gegen die Kammerhöhle aus. Zwischen den Pfeilern befinden sich zwar Hohlräume, aber wenn man sich der Höhlenschichten der Sepiaschale erinnert, darf man wohl schliessen, diese Hohlräume seien auch in der Spirulaschale von zusammenhängenden Lagen ausgefüllt gewesen, die sich später spalteten und an die die Hohlräume begrenzenden Wände gepresst wurden; die Hohlräume haben nämlich wenigstens oftmals abgerundete, nicht winklige Ecken—Verhältnisse, die man auch in den Hohlräumen zwischen den Pfeilern der Sepiaschale wiederfindet. Dass bei *Spirula* in der Regel keine Membranen in den genannten Zwischenräumen vorkommen, ist darin begründet, dass der Abstand zwischen den beiden horizontalen Wänden der Hohlräume so gering ist, dass

<sup>1</sup> Wie aus meiner Figur hervorgeht, laufen nicht alle Lagen der Höhlenschicht in diese Masse zusammen; nur gegen das Ende der Höhlenschichtabsonderung wird daher diese verkalkte Masse gebildet. Für *Spirula* gilt wahrscheinlich dasselbe.

nur eine Spalte entsteht und die Lagen zu beiden Seiten derselben den respektiven Wänden angepresst werden. Ist, wie in den Höhlenschichten der Sepiaschale der Abstand zwischen den horizontalen Wänden ein verhältnissmässig grösserer, müssen sich die zusammenhängenden Lagen an mehreren Stellen spalten, weil die Pfeiler das Zusammenpressen über eine gewisse Grenze verhindern.

Da, wie wir uns ferner erinnern, die Düte nichts anderes als ein umgebogener Theil des Septums ist und die Fortsetzung der Düte, die Hülle, die sich auf der Innenseite einer nächst hinterliegenden Düte erstreckt um sich zuletzt mit dieser zu vereinen, somit nur der äusserste Theil des Septums, liegt die Homologie zwischen den Höhlenschichten und Septa bei *Sepia* und den Kammern und Septa bei *Spirula* klar zu Tage. Ein Blick auf meine Figur auf Pl. II Fig. 1 und Pl. VIII Fig. 1 genügt, um eine richtige Auffassung dieser Homologie zu bekommen.

Die Septa der *Sepia*-Schale entspringen von einer Schalenwand — dem Rückenschild —, laufen nach unten und hinten und legen sich zuletzt mit den hinteren Kanten an einander an. An jedem Septum unterscheidet man einen stärker verkalkten Theil, der sich ungefähr bis zu dem Punkte erstreckt, wo sich zwei Septa berühren, der also den grössten Theil jedes Septums ausmacht, und einen schwach verkalkten Theil, den freiliegenden, hintern Rand desselben. Der hintere Höhlenschichtwinkel ist von einer Kalkmasse ausgefüllt (V, 4 *hw*).

Ungefähr dieselben Verhältnisse zeigen nun die Septa bei *Spirula*, indem die Hüllen mit ihren hinteren Rändern in die Düten auslaufen. Der hintere Kammerwinkel<sup>1</sup> ist wie der hintere Höhlenschichtwinkel bei *Sepia* von einer Kalkmasse ausgefüllt. Wir müssen uns doch erinnern, dass diese Homologien zwischen beiden Formen nur deutlich nachzuweisen sind in Betreff der oberen oder Rückentheile der Septa und des Sifo's. Die unteren oder Bauchtheile des Sifo's und der Septa sind ja bei *Sepia* rudimentär, obschon ich genügende Beweise geliefert habe, dass sich diese Theile in der Gabel finden.

Zwischen zwei Septa bei *Spirula* finden sich also auf eine kurze Strecke Pfeiler wie zwischen zwei Septa bei *Sepia*. — In einem kleinen Theil der Kammer herrscht somit eine fast vollständige Homologie mit den Höhlenschichten der Sepiaschale.

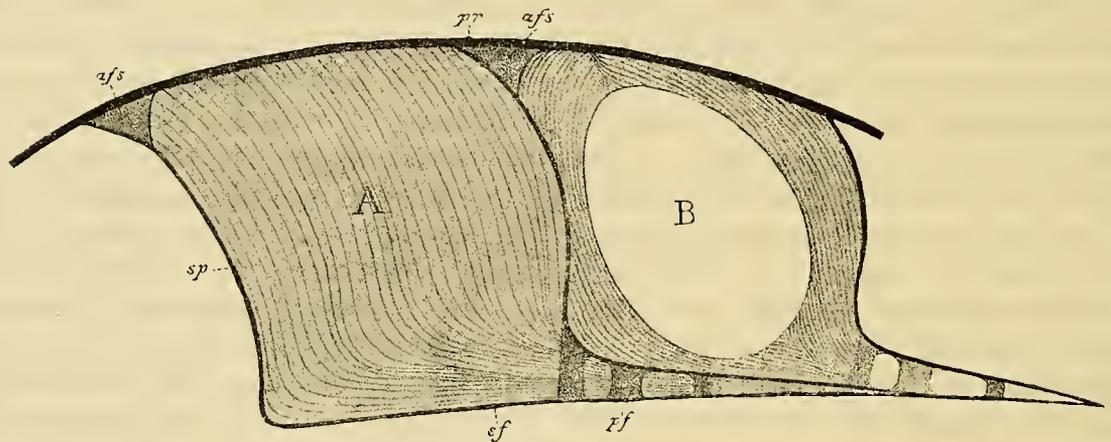
Der grosse Unterschied jedoch liegt in den eigentlichen Luftkammern, weil da gar keine Pfeiler vorkommen, was leicht erklärlich ist. In der *Sepia*-Schale mit ihren schwachen Septa sind diese Gebilde eine Stütze derselben; in der *Spirula*-Schale, wo die Septa von einer festen Beschaffenheit sind, würden dieselben von gar keinem Nutzen sein, weshalb sie nicht abgesondert werden.

Den bisher angenommenen Ansichten zufolge würde also, sobald ein Septum fertig ist, die Absonderung der für die künftige Kammer bestimmten Luft anfangen. Indessen habe ich nun nachgewiesen, dass in der Kammer theilweise eine zusammenhängende Chitinabsonderung stattfinden muss. Wäre die herrschende Ansicht richtig, so fungirte also zuerst das ganze Epithel bei Absonderung eines Septums; bei der Luftkammer-Bildung behielte dann ein Theil (das Sifo-Epithel) fortwährend seine Funktion als chitinabsondend, während der grösste Theil dieselbe einstellen müsste; später träte dann wieder eine für alle Zellen gleiche Funktion ein. Dies ist meiner Meinung nach nicht der Fall. Eine zusammenhängende Absonderung sehr weichen Chitins findet auch in der eigent-

<sup>1</sup> So nenne ich den Winkel, der sich zwischen dem Endpunkte einer Hülle und einer Düte befindet.

lichen Kammer-Abtheilung statt, und die Lagen in den äussersten Pfeilern, welche gegen die Kammern auslaufen, setzen sich in weichen Chitinlagen fort. Dies weiche Chitin spaltet sich und wird an die Kammerwände, die es in Form einer äusserst dünnen Membran bekleidet, gepresst; dadurch entsteht eine grosse Höhle, die Kammer.

Es mag dann eigenthümlich vorkommen, dass diese Membran an den Kammerwänden nicht deutlicher nachzuweisen ist und dies könnte gegen meine Ansicht hervorgehoben werden. Ich verweise, wie ich schon oft gethan habe, auf die Höhlenschichten der Sepia-Schale. Die Fig. 4 Pl. IV der Sepia-Schale zeigt, wie die Höhlenschichtlagen, welche auf Fig. 3 abgebildet sind einer derartigen Zusammenpressung unterlegen sind, dass, wo sie auf den Septa ruhen, keine deutliche Spur derselben zu sehen ist; die Septa zeigen nur ebene Konturen.<sup>1</sup> Ist meine Annahme über die Entstehung der Luftkammern in der Spirulaschale richtig, so ist man ebenfalls berechtigt anzunehmen, dass die Chitin-



Texttafel 2.

Schematischer Längsschnitt durch die Spirula-Schale um die Entstehung der Kammern zu zeigen. Der untere oder Bauchtheil des Sifo's und der Schalenwand sind nicht gezeichnet. *pr* Schalenwand, *afs* verkalkte Substanz im vorderen Kammerwinkel (Anfüllungssubstanz), *sp* Septum, *sf* Sifo, *pf* Pfeiler im Sifo, A eine Kammer, die noch von Chitinlagen gefüllt ist, B eine solche, wo eine Spalte in diesen letztgenannten entstanden ist. Je nachdem die Spalte sich erweitert, werden die Chitinlagen immer mehr zusammengepresst, bis sie zuletzt einen dünnen Überzug auf der Innenseite der Kammerwand bilden.

lagen, welche die Kammerhöhle einmal ausfüllten dieselben Eigenschaften wie die Höhlenschichtlagen haben, d. h. eine fast unbegrenzte Fähigkeit des Zusammenpressens besitzen.

Ogleich man also kaum erwarten darf deutliche Spuren einer solchen Membran zu finden, ist es mir nicht desto weniger gelungen an einigen Stellen eine solche nachzuweisen zu können. So habe ich in einer Schale in dem vorderen Kammerwinkel eine zwischen Septum und Innenplatte frei gestreckte Membran gefunden, den frei gespannten Membranen an entsprechenden Stellen der Sepiaschale ähnlich,<sup>2</sup> und wie wir uns erinnern entstanden diese Membranen gerade durch Zusammenpressen der Höhlenschichtlagen. In dem Sifonalwinkel<sup>3</sup> habe ich auch ausserhalb der Pfeiler derartige Membranen gesehen.

<sup>1</sup> An dem Präparate, nach dem die Zeichnung gemacht ist, treten die untersten Partien der Höhlenschichtlagen, die, wie ich schon (S. 26) bemerkt habe, nicht an der Zusammenpressung Theil zu nehmen scheinen, nicht recht deutlich hervor.

<sup>2</sup> Die Andeutung zu einer solchen Membran ist auf der von mir gegebenen Figur über den vorderen Kammerwinkel zu sehen (IX, 6 *fr. m.*).

<sup>3</sup> So benenne ich den Winkel, der mit *sw* auf Pl. VIII Fig. 1 bezeichnet ist.

Ferner beobachtete ich einmal, wie schon erwähnt, an dem vorderen Kammerwinkel einen, der freien Fläche der ausfüllenden Masse dicht angepressten Chitinüberzug, der auf die Innenplatte und das Septum übergang. Doch bin ich geneigt diesen Rand für eine abnorme Bildung zu halten, dadurch entstanden, dass die Zusammenpressung eine unvollständige gewesen ist.

Den vielleicht wichtigsten Beweis für die Richtigkeit meiner Ansicht über die Entstehung der Kammerhöhle habe ich aber durch Dünnschnitte an entkalkten Stückchen gewonnen. Schnitte durch den vordern Kammerwinkel und die angrenzenden Theile von Septum und Innenplatte zeigen nach Färbung mit Hämatoxylin, dass die Grundsubstanz der Ausfüllungsmasse aus zwei verschiedenen Abtheilungen besteht (IX, 7), nämlich einer inneren, schwach gefärbten (*afs*), in der die Lagenstreifen gegen die Kammerhöhle auslaufen, und einer äusseren, dunkel gefärbten, in welcher die Lagen mit der Oberfläche der Masse parallel laufen also winkelrecht gegen die erstgenannten, um zuletzt auf die Innenplatte und das Septum überzugehen (*x*). Ich beobachtete sogar, dass sich dieser dunkel gefärbte Rand vom übrigen Theile der Masse lösen kann. In der unentkalkten Schale ist dieser Rand auf Dünnschliffen nicht sichtbar, weil er mit dem inneren Theil zusammen verkalkt ist.

Und was für Schlüsse können hieraus gezogen werden? Wir erinnern uns der Verhältnisse an der entsprechenden Stelle bei *Sepia* (IV, 4). Wenn sich die Höhlenschichten spalten, werden sie zu beiden Seiten der Spalte nach entgegengesetzten Richtungen zusammengepresst. Da sich nun die Spalte nicht weiter als bis zur Ausfüllungsmasse erstrecken kann, hat dies zur Folge, dass die Lagen, welche ursprünglich eine horizontale Richtung gehabt haben, hier an dem Endpunkte der Spalte eine vertikale Richtung nehmen, indem dieselben der Oberfläche der Ausfüllungsmasse angepresst werden, während der ober- und unterhalb der Spalte befindliche Theil mit den Septa und der Innenplatte parallel läuft.

Genau dasselbe Verhältniss zeigen auch die entkalkten Schnitte durch den vordern Kammerwinkel der *Spirula*-Schale, indem die Lagerichtung in dem dunkeln äussern Rand der Ausfüllungsmasse gerade so ist, wie bei den Membranen an entsprechender Stelle der *Sepia*-Schale. Wären die Lagen direkte Fortsetzungen derjenigen der Ausfüllungsmasse so müssten sie gewiss wie jene winkelrecht gegen die der Kammerhöhle zugewandten Oberfläche der Masse gehen, was nicht der Fall ist. Ausserdem deutet ihre grössere Empfindlichkeit für Farben darauf hin, dass sie auf andre Art als jene gebildet sind; in dieser Beziehung stimmen sie mit den zusammengepressten Lagen bei *Sepia* überein, die sich durch Hämatoxylin immer dunkel färben. Diesen dunkeln Rand betrachte ich deshalb durch Zusammenpressen von Lagen entstanden, welche die Kammerhöhle einmal ausfüllten.

Sowohl auf der vorderen als auf der hinteren Seite der Septa kommt oft ein stark lichtbrechender Kalküberzug vor (IX, 5 *d*, *ls*), in dem man hier und da eine Lagerung wahrnehmen kann. Man darf wohl annehmen, dass dieser, obgleich vom Septum wohl abgegrenzt, diesem angehört und einen Uebergang zu den Lagen der Kammern gebildet hat. Dass derselbe seiner Beschaffenheit nach von den Septa-Lagen zu unterscheiden ist, geht aus deren Aussehen hervor.

Kurz zusammengefasst haben wir uns also das Wachsthum des Phragmokons folgendermassen vorzustellen. Sobald eine neue Kammer gebildet werden soll, hört der Mantel auf die festen Chitinlagen, aus denen die Septa gebildet sind, abzusondern und eine Absonderung von weicherem Chitin fängt an. Diese Lagen gehen in die gleichzeitig gebildeten Lagen der Innenplatte über, die sich wieder an dem Mündungsrande in die Lagen der äusseren Platte fortsetzen; in den Platten verkalken sich dieselben sogleich. Gleichzeitig mit dem Vorrücken des Thieres in der Schale geht somit von der Mündung aus eine allmähliche Vergrösserung der Schale vor sich. Die weichen Lagen der künftigen Kammerhöhle setzen sich auf die Innenseite der Düte des letzten Septums ebenfalls fort, wo aber dieselbe von verkalkten Pfeiler durchsetzt werden; diese Partie wird von einem Theil des fleischigen Sifo abgesondert. Letzterer wächst und verlängert sich und derjenige Theil, welcher während der Bildung der Kammerlagen entsteht und also noch ausserhalb des Schalen-Sifo's liegt, sondert, wie der grössere Theil des Mantels, weiche Chitinlagen ab, in denen keine verkalkten Pfeiler auftreten. Zuletzt sind die Kammerlagen fertig gebildet und nun fängt die Absonderung eines neuen Septums, mit seinen Fortsetzungen, der Düte und Hülle, an. Der neugebildete Theil des fleischigen Sifo's bildet nun die dem neuen Septum angehörige Düte, während die Hülle von demselben Theil, welcher die Pfeiler absonderte, gebildet wird. Fängt die Bildung einer neuen Kammer an, so sondert der neu entstandene Theil des Sifo's die verkalkten Pfeiler in diese ab. Sehr wahrscheinlich hält das Wachsthum der Innenplatte gleichen Schritt mit der Absetzung der Kammerhöhlenlagen, und die Bildung des neuen Septums geht deshalb immer nahe der Mündung vor sich (Vergl. S. 57). Ich habe schon erwähnt, dass ich eine Schale gesehen habe, wo der Schalenrand über das letztgebildete Septum nicht unbedeutend hervorragte. Dass ich in dem Zwischenraume zwischen dem letztgebildeten Septum und dem Schalenrande keine weichen Chitinlagen gefunden habe, lässt sich leicht erklären. Zur Untersuchung standen mir nur trockne Schalen zu Gebote, und wer gesehen hat, wie z. B. die Kappe, welche sich am Ende des Sifo's in der Anfangskammer befindet, so völlig verschwinden kann, dass keine Spur davon zurückbleibt, wird nicht erstaunen, dass Chitin von so weicher Beschaffenheit wie das in der Kammer sein muss, ganz und gar verschwindet, wenn die Schale auf der Wasseroberfläche heruntreibt oder trocken aufbewahrt wird. Das Chitin in der Kappe ist von fester Consistenz, findet sich aber nichts desto weniger niemals vor sobald die Wände der Anfangskammer zerstört sind, dem Wasser und der Luft also Zutritt gelassen ist; selbst wenn die Wände unverletzt sind lässt es sich nicht immer finden. — Ferner könnte man erwarten in der letztgebildeten Kammer zusammenhängendes Chitin zu finden, wenn diese durch ein neues Septum schon zugeschlossen ist. Höchst wahrscheinlich geht aber die Zerspaltung und Zusammenpressung des Chitins schon kurz nach Anlegung des Septums vor sich und ebenso wahrscheinlich ist, dass ein neu angelegtes Septum, ehe es noch die hinreichende Stärke bekommen hat, leicht zerbricht und abfällt während die Schale auf dem Meer umherschwimmt, so wie dies oft mit den *Nautilus*-Schalen geschieht, wie später nachgewiesen werden wird. Wenigstens habe ich an den vielen von mir untersuchten Schalen kein Septum gefunden, das dünn genug war, um als neu angelegt betrachtet zu werden. Ist aber das Septum abgefallen, so giebt es keinen Schutz mehr für das in der letzten Kammer befindliche Chitin, wenn es noch nicht zusammengepresst und verkalkt ist. Um diese Chitinmasse zu sehen

zu bekommen muss man ein junges Thier haben, dessen Schalenwachsthum noch nicht abgeschlossen ist und wo eben eine Kammer im Bilden begriffen ist. Ist das Septum, welches die neue Kammer zuschliesst schon angelegt, ist es nicht sicher, dass eine solche Masse länger vorhanden ist; dann kann die Spaltung und Zusammenpressung schon stattgefunden haben.

Noch bleibt übrig eine Darstellung der wahrscheinlichen Entstehung der Anfangskammer und der darin befindlichen Theile zu geben. Eine Darstellung jedoch, die sich nicht auf direkte Beobachtungen stützt, sondern nur auf den Bau der schon fertigen Schale und auf Beobachtungen über die Entstehung homologer Theile der Sepiaschale gegründet ist, kann natürlich immer nur mangelhaft sein. Bedenkt man aber, dass die direkten Beobachtungen über die Schalenentwicklung der *Spirula*, da das Thier selber zu den grössten Seltenheiten gehört und wo somit embryologische Untersuchungen noch lange nicht, wenn überhaupt je gemacht werden können, so dürfte eine Darstellung, die sich auf obengenannte Beobachtungen gründet, wenigstens einigermaßen berechtigt sein.

Wie wir uns erinnern ist die erste Anlage der Schale bei den *Sepia*-Embryonen eine kuppelförmige, verkalkte, ziemlich gleichförmig gebaute Platte, auf deren unterer Seite sich später der Wulst ablagert. Im Rückenschilde der fertigen Schale bemerkt man im hintern Theile, also über der ersten Höhlenschicht keinen Unterschied zwischen Rücken-, Mittel- und Innenplatte, was damit übereinstimmt, dass noch kein Unterschied der Art in der embryonalen Schalenanlage vorkommt.

Bei *Spirula* dagegen kommt schon in der Anfangskammer ein deutlicher Unterschied zwischen äusseren und inneren Platten vor und möglich wäre somit, dass die Schale schon von Anfang an in zwei Platten gesondert ist. Jedenfalls dürfen wir annehmen, dass auch bei *Spirula* die erste Schalenanlage ein stark kuppelförmiger Schild — die Wand der Anfangskammer — sei, auf dessen innerer Seite die Absetzung weicher Chitinlagen stattfindet. Wie diese Ablagerungen im einzelnen vor sich gehen, wie oder wann der fleischige Sifo entsteht, ob dieser von Anfang an im Mantel markirt ist oder nicht, sich darüber ohne eingehende Beobachtung zu äussern, wäre zu kühn. So viel darf doch gesagt werden, dass mit der Bildung des Schalensifo's die Absonderung des weichen Chitins in der Anfangskammer aufhört. Wie schon früher hervorgehoben, besteht der Sifo aus zwei Theilen, einem unverkalkten, blind endigenden Endtheil — der Kappe — und der verkalkten Düte.

Die Thatsache, dass der Schalensifo blind endigt, zeigt, dass auch der fleischige Sifo dasselbe Verhältniss aufweisen muss, sonst könnte er keine Kappe dieser Beschaffenheit absondern. Im Innern des Schalensifo's habe ich eine gelbliche Masse gefunden, deren hinterer Rand mit der Oberfläche der Kappe parallel verläuft (IX, 3 a). Vielleicht besteht diese Masse aus den Resten des fleischigen Sifo's, welche dadurch, dass sie wohl geschützt waren, aufbewahrt worden sind. Wenigstens sondert sich diese Masse sehr wohl von der Kappe ab und weist eine scharfe Kontur auf. Auch weiter nach vorn lässt sich solche gelbliche Substanz beobachten.

Zum Schluss noch einige Worte über die Veränderungen, welche im weichen Chitin der Anfangskammer stattfinden, und in Zusammenhang hiermit über den sog. Prosifo und dessen Entstehung. Schon MUNIER-CHALMAS hat angegeben, dass derselbe mit dem Sifo in keiner offenen Verbindung stehe, sondern an dessen blindem Ende aufhöre. Er beschreibt

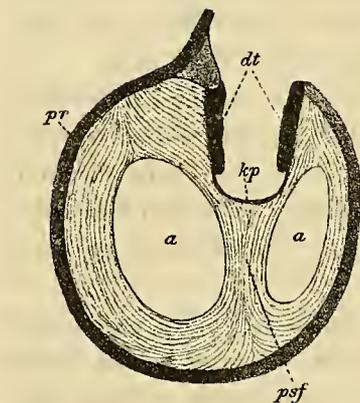
denselben als eine Membran, die mitunter etwas ausgebreitet sei, mitunter eine mehr oder weniger cylindrische Röhre bilde. Ferner bemerkt er, dass der Prosifo bei einer *Ammonites*-Art sehr verschiedene Formen annehmen könne, auch sagt er, dass derselbe an seinem Befestigungspunkte an der Kammerwand in mehrere Zweige getheilt sein könne. An dem einzigen Präparate, an dem ich Gelegenheit hatte den Uebergang der Membran auf die innere Kammerwand genau zu studiren, war dieselbe nicht gegabelt, doch bezweifle ich keineswegs die Richtigkeit von MUNIER-CHALMAS' Beobachtung.

Wie sollen wir uns nun die Entstehung dieser Membran vorstellen? Die einzige Erklärung, die ich zu geben vermag, ist folgende.

Die Lagerichtung in dieser Membran ist eine vertikale, d. h. die Lagen gehen in der Richtung von der inneren Kammerwand nach der Sifo-Kappe hin. Diese Richtung deutet an, dass sie in dieser Lage nicht von dem Thiere abgesondert sein können, sonst hätten sie mit derjenigen der Kammerwand und der Kappe parallel sein müssen. Die Lagerichtung beweist im Gegentheil, dass sie nach der Absonderung gewisse Veränderungen erlitten haben.

Ich behaupte, wie ich dies schon früher geäußert habe, die Anfangskammer sei auf gleiche Weise wie die übrigen Kammern entstanden. Der Luftraum war also anfangs von weichem Chitin erfüllt. In dieser weichen Masse entsteht eine Spalte, die selbstverständlich parallel mit der Lagerichtung geht; die Lagen zu beiden Seiten derselben werden den Wänden und dem Sifo angepresst; auf der Figur (IX, 1 m) habe ich eine äusserst zarte Membran angedeutet, die man bisweilen auf der innern Kammerwand sehen kann und die ich für zusammengepresste Reste der ursprünglichen weichen Lagen halte. Entsteht nun *eine* Spalte, werden die Lagen derart an die Wände und den Sifo gepresst, dass man sie nur als dünne Kruste oder gar nicht wahrnehmen kann, weil sie mit den Lagen der Kammerwand verkalkt werden.

Entstehen dagegen in der Chitinmasse, durch irgend welche Veranlassung, nahe an einander zwei Spalten, die nicht zusammenlaufen, dann muss, sobald das Pressen beginnt, die zwischen beiden Spalten befindliche Lagermasse so



Texttafel 3.

Schematischer Durchschnitt durch die Anfangskammer der Spirula-Schale um die Entstehung des Prosifo's zu zeigen. *pr* Schalenwand, *dt* Sifonaldüte, *kp* unverkalkte Kappe des Anfangstheils des Sifo's. In den anfangs zusammenhängenden Chitidlagen sind zwei Spalten, *aa*, entstanden. Je nachdem die Spalten erweitert werden, werden die Chitidlagen so zusammengepresst, dass sie zuletzt nur einen dünnen Überzug auf der Innenseite der Kammerwand bilden. Die zwischen den beiden Spalten befindliche Masse, *psf*, wird zu einer dünnen Membran, dem Prosifo, welche auf die Kappe und die Kammerwand übergeht, zusammengepresst.

zusammengepresst werden, dass die Lagerichtung eine vertikale wird. Dass es so ist, zeigen uns die Höhlenschichten bei *Sepia*. Auf Pl. V Fig. 5 habe ich zwei benachbarte Spaltenräume abgebildet, zwischen denen die Lagen zu einer vertikal verlaufenden Membran zusammengepresst sind ( $\beta$ ).

Auf gleiche Weise entsteht nun meiner Meinung nach der Prosifo. Zu beiden Seiten des künftigen Prosifo's entsteht in der weichen Chitinmasse eine Spalte und die zwischenliegenden Lagen werden so zusammengepresst, dass sie eine dünne Membran bilden. An ihren beiden Endpunkten muss dieselbe allmählich auf die angrenzenden festen Theile übergehen, ganz wie die frei gespannten Membranen in den Sepiaschalen auf die Pfeiler

übergehen. So geschieht auch, indem sich die Membran über die Sifonal-Kappe und die innere Kammerwand ausbreitet. Die Ausbreitung über die Kappe geht am deutlichsten aus Pl. IX Fig. 4 hervor.

Was nun die Ursachen sein mögen, dass in den weichen Lagen der Anfangskammer bald eine, bald zwei Spalten entstehen, darüber kann ich mit Bestimmtheit keine Ansicht aussprechen; ich kann nur auf die Höhlenschichtlagen in der Sepiaschale verweisen, wo in der That zwischen zwei benachbarten Pfeilern zwei fast in demselben Plane gelegene Spalten entstehen können. Möglich ist doch, was die Spirulaschale betrifft, dass eine Differenzierung in dem absondernden Epithel schon während des Absetzens der weichen Lagen der Anfangskammer eintritt, so dass der Theil des Mantels, wo später der Sifo entsteht, schon von Anfang an eine festere Substanz absondert, zu deren beiden Seiten später die Spalten entstehen. Für diese Annahme spricht der Umstand, dass sich der Prosifo stets in derselben Richtung zwischen Sifo und Kammerwand erstreckt, die der Sifo später einnimmt.

Durch diese von mir angenommene Entstehungsweise des Prosifo's erklärt sich das unregelmässige Aussehen, dass derselbe MUNIER-CHALMAS zufolge haben kann, indem er bald röhrenförmig,<sup>1</sup> bald ausgebreitet ist, auch zuweilen an dem Befestigungspunkte an der Kammerwand in mehrere Membrane getheilt sein kann; all dies wird durch Unregelmässigkeiten beim Zusammenpressen hervorgerufen. Zuweilen, wenn die Zusammenpressung eine unvollständige gewesen (Pl. IX Fig. 4), scheint die Membran theilweise aus einer sehr weichen Substanz zu bestehen.

Die Annahme der Absetzung weichen Chitins in den Kammern widerspricht selbstverständlich nicht deren Eigenschaft als luftführend. Luft kann sich ja mit dem Chitin zugleich absetzen und nach dem Zusammenpressen in den Kammern zurückbleiben. Durch die oben dargestellte Hypothese lässt sich dagegen der Bau des Phragmakon's sehr gut erklären, ohne Annahme eines so grossen Funktionswechsels des absondernden Epithels, sowie einiger Verhältnisse speciell im vorderen Kammerwinkel, die sich durch die nun herrschenden Ansichten nicht erklären lassen. Die Chitinabsonderung hört niemals auf um einer ausschliesslichen Luftabsonderung Platz zu machen; es tritt nur zu gewissen Perioden eine Veränderung in der Beschaffenheit des abgesonderten Chitins ein.

---

## Die Schale von Nautilus.

### Uebersicht der Litteratur.

Die Litteratur über die *Nautilus*-Schale ist bedeutend reicher als über die beiden vorher behandelten. In mehreren, besonders paläontologischen Arbeiten, kann man zer-

<sup>1</sup> Dass er jemals eine geschlossene Röhre bilde, ist wohl kaum anzunehmen; wahrscheinlich hat MUNIER-CHALMAS sagen wollen, dass die Ränder gegen einander gebogen sein können.

streute Mittheilungen über Einzelheiten in dem Schalenbau finden, wobei auch verschiedene Ansichten über die Entstehung und Bildungsart dieses oder jenes Theiles der Schale aufgestellt worden sind. Niemand hat aber eine detaillirte, zusammenhängende Darstellung des Schalenbaues des recenten *Nautilus* geliefert und noch weniger sind eingehende Vergleiche mit den Schalen der übrigen recenten Cephalopoden angestellt worden, was zur Folge gehabt hat, dass sich nicht wenige Ungenauigkeiten, Missdeutungen, ja Unrichtigkeiten betreffs der von den verschiedenen Forschern behandelten Einzelheiten eingeschlichen haben, ganz davon abgesehen, dass widersprechende Angaben und Ansichten über die Entstehung der verschiedenen Theile vorkommen. Zuerst sei hier eine Uebersicht der Autoren gegeben, die sich mehr oder weniger eingehend mit der *Nautilus*-Schale beschäftigt haben.

Der erste, der eine wissenschaftliche Monografie über *Nautilus pompilius* geliefert hat, ist R. OWEN.<sup>1</sup> In derselben werden hauptsächlich die Weichtheile des Thieres behandelt und Untersuchungen der Schalen-Struktur kommen nicht vor. Dagegen ist die Lage des Thieres in der Schale, das Verhältniss zwischen Mantel und Schale, die Schalenmuskeln und deren Befestigung, der fleischige Sifo und dessen Verhältniss zum Thiere und Mantel beschrieben.

An dem untersuchten Exemplare, das von der Schale losgemacht war, hat OWEN den Gürtel — Annulus —, an dem entlang das Thier an der Schale befestigt ist, ebenso die beiden Haftmuskeln geschildert; an der Oberfläche dieser Theile beobachtete er eine dünne Lage von Chitin —, »horny matter» — welches er als ein »Medium», durch das sich das Thier der Schale anhefte, ansieht. Der Sifo, der abgerissen und sehr kurz war, erstreckt sich, seiner Angabe nach, wie der Schalensifo durch alle Kammern und ist von einer Arterie und einer Vene begleitet; nach OWEN öffnet sich derselbe im Pericardium.

OWEN vermuthet, dass das Vorrücken des Thieres in der Schale ganz plötzlich vor sich gehe, indem der Muskel sich losmache, das Thier darauf vorrücke und den Muskel aufs neue befestige; danach fange die Absonderung eines neuen Septums an. Seiner Meinung nach sind die Kammern nur mit von dem Thiere abgesonderten Stoffen, wahrscheinlich Gas, gefüllt. Dadurch, dass das Thier dem Annulus entlang der Schale angeheftet ist, werden die Kammern vom Wasser abgesperrt.

VALENCIENNES<sup>2</sup> stellt den Zusammenhang zwischen Sifo und Pericardialhöhle in Abrede; weist eine von BUCKLAND aufgestellte Ansicht, dass durch den Sifo Wasser in die Kammern aus- und einströmen könne, zurück; der Inhalt der Kammern sei ohne Zweifel vom Thiere selbst abgesondert, könne nicht aus- und eingehen. Das Thier rücke allmählich, nicht plötzlich in der Schale vor; das Absetzen der Septa bezeichne die Ruheperioden. Die Ursache zur eingerollten Form der Schale sei, dass der Mantel auf der unteren Seite stärker wachse als auf der oberen. — Auch die Zusammensetzung des Schalensifo's aus zwei Partien, den Düten und den Hüllen, hat er richtig aufgefasst; die letzteren nennt er ein »dépôt mucoso-cretacé». Erstere seien direkte Fortsetzungen der Septa und aus derselben Substanz wie diese gebildet; letztere seien von zerbrechlicher Substanz, beide Theile aber bildeten doch einen zusammenhängenden Tabus. Annulus

<sup>1</sup> Memoir on the pearly Nautilus. London 1832. 4:o.

<sup>2</sup> Nouvelles recherches sur le Nautilus flambé. Arch. du Mus. d'hist. nat. II. Paris 1841. 4:o. S. 257—314. Pl. 8—11.

und die Muskeleindrücke werden beschrieben. In der Schale unterscheidet er eine äussere und eine innere Lage und als einen speciellen Theil der ersteren betrachtet er die farbige, geflammte Oberfläche der Schale, welche nach ihm, aus den ausgestreckten oberen Armen gebildet ist, während der Mantel die übrigen Lagen absondert. Die schwarze Substanz werde von einem, unter der hinteren Partie der oberen Arme liegenden Zipfel abgesetzt. Auch hat er den Dorsallobus beobachtet.

VROLIK<sup>1</sup> hat durch mikroskopische Untersuchungen konstatirt, dass der Schalensifo eine unorganische Ablagerung ist. Soweit ich seine Darstellung verstehen kann, öffnet sich, nach ihm, der Sifo in die die Viscera umgebende Haut und steht somit nur mittelbar mit dem Pericardium in Verbindung.

EDWARDS<sup>2</sup> führt die Ansichten anderer Autoren über die Schale und den Sifo an. D'ORBIGNY meint, der Sifo und somit auch das Pericardium hätten die Aufgabe das Wasser, das sich in einer neugebildeten Kammer befinden müsse, aufzunehmen und dass dies, vor dem völligen Schliessen des Sifo's in der Kammer, vor sich gehe. Er schreibt dem Sifo keine hydrostatische Bedeutung zu. Wenn eine neue Kammer gebildet werden solle, mache sich das Thier von der Schale los, rücke vor und hefte sich auf's neue fest. — HOOKE, PARKINSON und BUCKLAND glauben, dass sich der Sifo ausspannen und zusammenziehen könne und dass das specifische Gewicht der Schale dadurch reguliert werde. — Nach EDWARDS hat ferner S. WOOD die Ansicht, dass sowohl der Schalensifo wie die dünne Membran, welche die Kammerwände bekleidet, dazu bestimmt seien die Lebensfähigkeit («vitality») der Schale zu bewahren. EDWARDS selbst nimmt an, die Kammerbildung gehe im Zusammenhange mit einem allmählichen Vorrücken des Thieres vor sich.

CARPENTER<sup>3</sup> liefert einige kurze Notizen über den Schalenbau bei *Nautilus*, *Sepia* und *Spirula*. Bei *Nautilus* unterscheidet er in der Schale zwei Lagen. Ueber den Sifo und das Wachsthum sagt er nichts.

BARRANDE<sup>4</sup> lenkt die Aufmerksamkeit wieder auf die dünne Membran, welche die Kammerwände innen bekleidet und nach ihm eine Fortsetzung der Sifonalhülle ist.

KEFERSTEIN<sup>5</sup> beschreibt ausführlicher wie man sich die Entstehung neuer Kammern zu denken habe. Der Haftmuskel rücke allmählich auf die Weise vorwärts, dass sich neue Muskelsubstanz an den vorderen Rändern absetze während sich der hintere Theil allmählich resorbire. Wachstumsperioden und Ruheperioden wechseln ab; während der ersteren entferne sich das Thier immer mehr vom letztgebildeten Septum und sondere Luft ab; sobald die Ruheperiode eintritt, sondere sich ein neues Septum ab. Er bemerkt, dass die letztgebildete Kammer an den ausgewachsenen *Nautilus*-Schalen kleiner als die vorhergehende ist. Er meint ferner, dass wenn sich das Thier in grösseren Tiefen aufhält die Luft in den Kammern unbedingt vom Wasser verdrängt werden müsse, wenn nicht unablässig neue Luft in allen Kammern abgesondert werde, und als wirksames Organ dafür sieht er den Sifo an. Die Sifonalhülle betrachtet er als eine Kalkablagerung in der äus-

<sup>1</sup> Over het outleedkundig zamenstel von den *Nautilus* Pompilius. Tijdschr. voor de Wis-en Naturkundige Wetenschappen. Deel 2. Amsterdam 1849. S. 307--327.

<sup>2</sup> Monogr. Eocene Mollusca. Part. 1. Cephalopoda. Paläontogr. Soc. London 1849.

<sup>3</sup> On the microsc. Struct. of Shells. Cephalopoda. S. 116. Report Brit. Ass. for adv. of Science 1847.

<sup>4</sup> Ueber die innere Struktur der Nautilidenschalen. Neues Jahrb. für Mineralogie 1857.

<sup>5</sup> Beiträge zur Anatomie des Naut. Pompil. Nachricht. K. Gesellschaft. Wiss. Göttingen 1865. S. 374.

seren Wand des fleischigen Sifo's, doch meint er, der Durchgang der Luft werde dadurch nicht gehindert.

WAAGEN<sup>1</sup> hat auf dem letztgebildeten Septum der *Nautilus*-Schalen Abdrücke eines reich verzweigten Blutgefäßsystems des Mantels gefunden, welches er als die Quelle der abgesonderten Luft betrachtet. Er nimmt ferner an, dass das Thier nicht nur durch die Schalenmuskeln und den Annulus an die Schale befestigt werde, sondern auch durch das zwischen Annulus und Septalsutur befindliche Stück.

HYATT<sup>2</sup> ist der erste, der eine Beschreibung und Figur der Anfangskammer bei *Nautilus pompilius* geliefert hat. Auch die übrigen Theile der Schale sind zum Vergleich mit fossilen Cephalopoden beschrieben. Er betrachtet die Anfangskammer in den ausgewachsenen *Nautilus*-Schalen nicht als die wirkliche, indem er nämlich meint, die Embryonen sondern eine besondere Embryonal-Schale ab, die später, wenn die Bildung der bleibenden Schale anfängt, abgeworfen werde. Durch die anfangs offene Narbe kriecht das Embryo in die bleibende Schale ein.

Den Sifo betreffend giebt HYATT an, dass derselbe in der ersten Kammer mit einer blind endigenden Verlängerung des Septum's oder richtiger dessen Düte anfinde, dass die Hülle der zweiten Düte die Innenseite dieser Verlängerung bekleide und somit ebenfalls blind endige. Die Hülle sei ihrer Consistenz nach vom Septum verschieden, dadurch, dass sie zerbrechlicher sei, doch wäre sie eine direkte Fortsetzung der Düte und diese eine direkte Fortsetzung des Septum's.<sup>3</sup> Er erwähnt eine weichere Substanz, die jede Düte innen bekleide, innerhalb derselben liege wieder eine dunklere Lage. Er zeigt ferner, dass die Sifonhülle aus Bändern oder Membranen — »probably bands of growth» — zusammengesetzt sei und sieht darin einen Beweis für das plötzliche Vorrücken des Thieres, wo dann diese Bänder kürzere Ruheperioden bezeichnen sollten. Ferner beschreibt er die verschiedenen Theile der Schale, sagt aber nichts über ihre Struktur. Auch der die Innenseite bekleidenden Membran erwähnt er, doch äussert er über deren Entstehung und Bedeutung nichts. — Mir scheint als habe HYATT den Bau des Sifo's richtig aufgefasst, doch sind seine Beschreibungen oft so unklar, dass ich mir dieselben nicht gut deuten kann. Ich komme übrigens weiter unten auf die HYATT'sche Arbeit zurück.

BARRANDE<sup>4</sup> beschreibt, wie sich die Hülle von der einen Düte zur andern erstrecke und die Innenseite jeder Düte bekleide und somit einen zusammenhängenden Tubus bilde. Ausserdem hat er nachgewiesen, dass sich auf der Innenseite des Sifo's eine zusammenhängende, braune Chitinlage befindet (S. 337—38). Die Sifonhülle habe ihre Fortsetzung in der dünnen Membran, welche die Innenseite der Kammerwände bekleidet. Auch beschreibt er ausführlich wie, seiner Meinung nach, das Thier während des Vorrückens in der Schale den Sifo und die verschiedenen Theile der Schale absondere (S. 338, 339). —

<sup>1</sup> Ueber die Ansatzstelle der Haftmuskeln beim Nautilus u. den Ammoniden. Paläontographica. Bd 17. 1867—70. S. 185.

<sup>2</sup> Fossil Cephalopods of the Mus. of Comp. Zool.—Embryology.—Bull. Mus. Comp. Zool. Cambridge, Mass. Vol. III, N:o 5.

<sup>3</sup> Nach BARRANDE ist GUALTIERI (1742) der erste, welcher konstatiert hat, dass die Düte ein Theil des Septums ist und dass die Sifonhülle durch ihre Struktur von der Düte verschieden ist.

<sup>4</sup> Syst. Silur. de Bohême. Vol. II. Texte 4 u. 5. Cephalopodes. Prague 1877.

Der Ansicht HYATTS, die Narbe als Durchgangspunkt für das Embryo anzusehen, kann er nicht beistimmen (Texte 5. S. 1387—89). Der Dorsallobus gehöre den älteren Septa an, verschwinde aber später; die Einbuchtung in der Sutura der jüngeren Septa sei nicht als Rest des Dorsallobus zu betrachten. — Es würde zu weit führen einen vollständigen Auszug des Inhalts dieses klassischen Werkes zu geben. Hervorgehoben werde, dass es besonders grossen Werth hat wegen des vollständigen Litteratur-Verzeichnisses, das darin enthalten ist, indem er Angaben über die Schale des lebendigen *Nautilus*, insbesondere solche über Sifo, Septa u. s. w. ausführlich citirt. Während des Fortschreitens meiner Arbeit werde ich, wo es nöthig ist, auf die verschiedenen Abtheilungen seiner Beschreibung verweisen. Bemerken muss ich doch, dass keine eingehenden Detailuntersuchungen, speciel wie es scheint, keine mikroskopischen von ihm gemacht worden sind.

NATHUSIUS-KÖNIGSBORN<sup>1</sup> ist der erste, der die *Nautilus*-Schale einer genaueren mikroskopischen Untersuchung unterworfen hat. Er hat (Taf. XVI) Abbildungen von Quer- und Flächenschnitten geliefert, sowie auch von einem Schnitte durch den Sifo, die doch wenig befriedigend ist. Durch seine Ansicht, die Schale als einen selbständig wachsenden Organismus zu betrachten, ist er mehreren Irrthümern, den Bau betreffend, anheimgefallen. Auch scheint er die *Nautilus*-Litteratur nicht ordentlich gekannt und daher auch besonders die Ansichten, die über den Sifo und dessen Bedeutung geherrscht haben, verkannt zu haben. (S. 113). Seine Untersuchungen sind übrigens für die Kenntniss der *Nautilus*-Schale von ziemlich geringer Bedeutung.

BLAKE<sup>2</sup> beschreibt die verschiedenen Theile der Schale, die er mikroskopisch untersucht hat. Er unterscheidet in der Schale drei Lagen, ausser der schwarzen Lage, die er nur als eine Abtheilung der äusseren Lage zu betrachten scheint (l. c. S. 19). Die äussere Lage bestehe aus Kalkkrystallen, die mit dunkeln Zwischenräumen an einander liegen. Die innere oder die Perlmutter-Substanz zeige im Querschnitte parallele Längslinien und ein anderes System von Linien winkelrecht gegen diese; in der Flächenansicht zeigen sich die letztgenannten als dunkle Flecken; BLAKE betrachtet dieselben als Hohlräume in den Lagen, die mit einer dunkeln Substanz ausgefüllt seien. Die dritte Lage sei dünn und ihrer Struktur nach der Perlmutter-Lage ähnlich. In dem Winkel zwischen Septum und Schalenwand liege eine fast strukturlose Substanz. — BLAKE bestreitet die Richtigkeit der HYATT'schen Angabe, dass auch der Theil des Sifo's, welcher der zweiten Kammer angehört, blind endige; seiner Meinung nach (S. 33) sei dies nur mit dem ersten der Fall. — Ueber die übrigen Theile des Sifo's hat BLAKE nichts neues hinzuzufügen.

RIEFSTAHL<sup>3</sup> behauptet, dass die *Nautilus*-Schale durch Intussusception wachse. Da er jedoch keine selbständigen Untersuchungen angestellt hat und keine anderen Beweise für die Richtigkeit seiner Ansicht, als dass die letzte Kammer oft kleiner als die vorhergehenden sei, angeführt hat, darf ich seine Ansicht wohl ganz unberücksichtigt lassen.

<sup>1</sup> Untersuchungen über nicht celluläre Organismen. Berlin 1877. 4:o. S. 109—115.

<sup>2</sup> Monograph British fossil Cephalopoda. Part. 1. London 1882. 4:o.

<sup>3</sup> Die Sepienschale etc.

BATHER<sup>1</sup> opponiert gegen die Ansicht RIEFSTAHL's von dem intussusceptionellen Wachsthum der Schale, giebt an, dass die letztgebildete Kammer bei den jüngeren *Nautilus*-Schalen nicht kleiner als die vorhergehenden sei.

v. LENDENFELD<sup>2</sup> zeigt ebenfalls, dass die von RIEFSTAHL als Beweis für ein intussusceptionelles Wachsthum angeführte Thatsache nicht als Regel gelten könne; ebenso, dass unter den jüngeren Kammern eine grösser sein kann als die angrenzenden.

BROOKS<sup>3</sup> giebt eine ziemlich detaillirte Schilderung vom Bau des Sifo's, ohne doch etwas über die Wachstumsverhältnisse zu sagen.

Obenstehendes Litteratur-Verzeichniss darf als kein vollständiges betrachtet werden in dem Sinne, dass alles was über die *Nautilus*-Schale geschrieben ist, darin aufgenommen sei. Wie schon oben bemerkt finden sich in mehreren, besonders paläontologischen Werken Notizen und Angaben, die oft nur eine Wiederholung schon bekannter Thatsachen sind. Solche Arbeiten habe ich in der Regel nicht mit angeführt, da ich es für zweckmässiger halte beim Verlaufe meiner Arbeit, wenn es nöthig sein sollte, auf sie hinzuweisen.

Ich gehe nun zum Vorlegen meiner eignen Beobachtungen über.

### Schalenwand, Septa und Sifo.

Die äussere Form der Schale ist zu wohl bekannt als dass noch viel zur Orientirung beizufügen wäre. Die Windungen liegen in demselben Plane und sind dicht an einander gepresst, wodurch zu beiden Seiten der Schale eine Art Nabel entsteht, der bei *Nautilus umbilicatus* eine Vertiefung bildet (X, 1 nb), in der die Windungen sichtbar sind, bei *Nautilus pompilius* dagegen nur an den jüngeren Schalen offen, an den älteren hingegen völlig bedeckt ist. Die Bauchseite der Schale, d. h. der Theil, welchem die Bauchseite des Thieres zugekehrt ist, ist innen konkav und bildet den weit vorspringenden Mündungsrand (X, 1 B); die Rückenseite dagegen ist konvex und zeichnet sich durch eine schwarze Ablagerung aus (R). Gute Abbildungen von dem Thiere in Lage sind übrigens von VALENCIENNES<sup>4</sup> und VAN DER HOEVEN<sup>5</sup> gegeben. Die Schale ist äusserlich durch rothbraune oder gelbliche Streifen gefärbt, die quer von der einen Seite der Schale zur andern laufen und derselben ein flammichtes Aussehen verleihen. Die älteren Schalen entbehren diese Streifung im vordern Theile der Schale. Die ganze innere konkave Fläche der Schale ist stark perlmutterglänzend; auf der konvexen Seite geht die Perlmutter zuerst in die schwarze Substanz über und diese wieder in den flammichten Theil, von dem sie sich doch ziemlich scharf absetzt.

Die Schale ist, wie ja wohl bekannt, durch Septen oder Wände in Kammern abgetheilt; die vorderste derselben ist die Wohnungskammer des Thieres (W) und das letzt-

<sup>1</sup> The growth of Cephalop. Shells. Geol. Mag. Decad 3. Vol. 4. 1887. — Shellgrowth in Cephalopoda. Ann. Nat. Hist. 1888.

<sup>2</sup> Bemerkung zu RIEFSTAHL's Wachsthumstheorie der Cephalopodenschalen. Zool. Jahrb., Abth. Syst., Geogr. u. Biol., Band 3. Heft. 2. 1888.

<sup>3</sup> Prelim. Remarks on the Structure of Siphon and Funnel of Naut. pompil. Proc. Bost. Soc. Nat. Hist. Vol. 23. S. 380.

<sup>4</sup> l. c. pl. 8.

<sup>5</sup> Contribution to the knowledge of the animal of Nautilus pompilius. Transact. Zool. Soc. Vol. 4. Part 1. Pl. 5.

gebildete Septum die hintere Begrenzung derselben. In dem hinteren Theil der Kammer beobachtet man an der Schalenwand, zu beiden Seiten, zwei durch concentrische Streifen ausgezeichnete längliche Flecken — die Anhaftstellen der Schalenmuskeln (*mi*). Diese Flecken verschmälern sich gegen ihre Enden und setzen sich da in Form eines schmalen Bandes rings um die Innenfläche der Wohnungskammer fort; eine festere Verbindung zwischen Schale und Mantel findet wahrscheinlich auch bei diesem Bande statt, so dass letzterer also mit der Schale ringsum fest zusammenhängt. Dieses Anheftungsband ist unter dem Namen Annulus wohl bekannt (*an*). Derselbe liegt auf der Bauchseite weiter vom Septum entfernt als auf der Rückenseite und ist an ersterer Stelle breiter als an letzterer.

Schon OWEN<sup>1</sup> hat bei dem von ihm untersuchten Exemplare gefunden, dass eine dünne Lage von Chitin, die an den Ansatzstellen der Muskeln dicker ward, am Annulus zwischen Mantel und Schale lag. Dasselbe hat auch WAAGEN<sup>2</sup> beobachtet. An dem von mir untersuchten Exemplare von *Nautilus umbilicatus* habe ich in betreff der Schalenmuskeln und des Annulus folgendes gefunden.

Die Schalenmuskeln sind zwei dicke Muskelbündel, welche sich auf allen Seiten scharf gegen die sie umgebenden Theile absetzen und die sich somit nicht, wie die Abbildungen von OWEN,<sup>3</sup> VALENCIENNES<sup>4</sup> und v. D. HOEVEN<sup>5</sup> uns glauben machen könnten, rings um den Mantel erstrecken. Sie sind auf den Seiten des Thieres, näher der Rücken- als der Bauchseite gelegen, haben konvexe vordere und hintere Konturen und sind nach der Rückenseite in ein schmales Band ausgezogen. Diese Verlängerungen strecken sich jedoch nicht bis zur Mittellinie, sondern hören in einigem Abstand von derselben auf. Beide Muskelplatten sind also nicht mit einander verbunden.

Zwischen den oberen und unteren Enden der beiden Muskeln erstrecken sich, einander parallel, zwei sehr schmale Streifen, welche die beiden Muskeln so zu sagen zusammenbinden. Der vordere derselben bezeichnet die vordere, der hintere die hintere Grenze des Annulus; wie schon gesagt laufen beide Linien in dem Muskel aus.

Hinter diesen und sehr deutlich markirt erstreckt sich rings um den Mantel eine zweite Linie, welche der Septalsutur anliegt. Dieselbe tritt durch ihre weissliche Farbe scharf hervor und scheint eine Verdickung im Mantel zu bilden.

Wir finden somit, dass deutlich markirte Stellen in dem Mantel den Eindrücken in der Schale entsprechen. In der Schale lässt sich zwischen Annulus und dem Muskeleindruck keine Grenze finden, obwohl eine solche an dem Thiere deutlich hervortritt.

An den Muskeleindrücken habe ich dieselbe Beobachtung wie OWEN und WAAGEN gemacht, nämlich, dass da eine dicke, unverkalkte Chitinrinde liegt. Dieselbe ist im hintern Rande am dicksten und verdünnt sich gegen den vordern immer mehr, um schliesslich in die Perlmutter überzugehen. Eine dünne Chitinrinde habe ich gleichfalls an dem

<sup>1</sup> l. c. S. 9.

<sup>2</sup> Ueber die Ansatzstelle der Haftmuskeln beim Nautilus und den Ammoniden. Palæontographica. Bd. 17. 1867—70. S. 185.

<sup>3</sup> l. c. pl. 1.

<sup>4</sup> l. c. pl. 8.

<sup>5</sup> l. c. pl. 5.

zwischen der Septalsutur und dem vorderen Annulusrand liegenden Schalentheile gefunden.

Ueber die Bedeutung dieser Chitindecke sagt OWEN: <sup>1</sup> »the horny matter is also thicker here (d. h. an dem Muskeleindrucke) than at the narrower parts of the girdle, and is divisible into several laminae, which form the medium of attachment and, as it were, the tendons of the muscles adhering to the shell.» WAAGEN drückt sich folgendermassen aus: <sup>2</sup> »Am festesten von der ganzen Haftfläche sind jedenfalls die Haftmuskeln mit dem Gehäuse verwachsen, denn es findet sich an den Stellen des Muskelansatzes ausser dem feinen Conchiliolinbeleg, der den ganzen hinteren Theil der Wohnkammer auskleidet, auch noch eine dicke Conchiliolinplatte, welche die Verbindung des Muskels mit der Schale vermittelt.»

Aber hat nun dieses Chitinbeleg wirklich die Aufgabe, welche ausser OWEN und WAAGEN auch MACDONALD <sup>3</sup> und SUESS <sup>4</sup> demselben zusprechen wollen, nämlich eine Art von »Medium« zu sein, wodurch sich der Muskel an der Schale befestigt und die Befestigung stärker wird? Aus folgenden Gründen muss ich dies in Abrede stellen.

Um das Vorhandensein eines solchen dicken Chitinbeleges recht zu verstehen, müssen wir uns erinnern, dass zwischen dem Schalenepithel und der Schale öfter eine dünne unverkalkte Chitinmembran vorkommt, die allmählich verkalkt wird. Dies findet man an mehreren Stellen der Sepiaschale, ebenso hat HUXLEY <sup>5</sup> auf der Innenseite der Schale bei *Anodonta* eine derartige ablösbare Membran gefunden. Das Vorkommen solcher dünnen Chitinmembranen ist nur die Folge davon, dass die Verkalkung nicht unmittelbar nach der Absonderung eintritt.

Während des Wachstums der Schale rücken die Muskeln aller Wahrscheinlichkeit nach so vorwärts, dass die hintern Theile resorbirt werden, während sich die Muskelsubstanz im Vorderrande vermehrt. Das von der Muskeloberfläche abgesonderte Chitin kann selbstredend nicht mit dem Muskel vorgeschoben werden, da es in dem Falle auch resorbirt werden müsste, was nicht der Fall ist; es verkalkt sich allmählich. — An dem von mir untersuchten Exemplare von *Nautilus umbilicatus* scheint mir, als hätte gar kein oder wenigstens ein sehr geringes Vorrücken des Muskels weiter stattfinden sollen; der hintere Rand des Chitinbelegs ist nämlich sehr dick und wäre dasselbe einmal verkalkt worden, hätte es auf der Schale einen dicken Wulst bilden müssen, den ich an keinem der von mir untersuchten Exemplare gefunden habe. Das Absetzen einer solchen Substanz fällt im normalen Falle wahrscheinlich mit dem Ende des Wachstums des Thieres zusammen. <sup>6</sup>

An mehreren kleineren getrockneten Schalen von *Nautilus pompilius* habe ich vergebens nach der Muskelnarbe und dem Annulus gesucht; dieselben sind doch an allen älteren Schalen deutlich, die vorderen Grenzlinien wenigstens immer sichtbar. Könnte

<sup>1</sup> l. c. S. 9.

<sup>2</sup> l. c. S. 188.

<sup>3</sup> Further Observations on the Anatomy and Physiol. of Nautilus. Proc. Roy. Soc. London. 8. 1856—57.

<sup>4</sup> Ueber Ammoniten. Sitzungsber. K. Akad. Wiss. Vol. 52. 1865.

<sup>5</sup> Todd, Cyclopædia. Vol. V. S. 491.

<sup>6</sup> Eine Ablagerung einer solchen dicken Chitinsubstanz (Muskelnarbe) an einer Stelle, wo der Schalenmuskel lange befestigt gewesen, hat auch TULLBERG (l. c. S. 45) bei einem alten Exemplare von *Pteroceras* erwähnt, wo dieselbe doch verkalkt war.

dies nicht eine Folge davon sein, dass sowohl Schale als Thier während der jüngeren Lebensperiode schneller wachsen und der Muskel demzufolge keine so starken Eindrücke zurücklassen kann? Ist derselbe dagegen längere Zeit an derselben Stelle befestigt, wird die Narbe durch Absetzen reichlicherer Substanz deutlicher. Meiner Meinung nach ist also das dicke Chitinbeleg, das OWEN und WAAGEN an ihren Exemplaren gefunden haben und das sich auch bei dem meinen vorfand, so wohl entwickelt, nur weil die Muskeln da längere Zeit befestigt gewesen sind. Die Verkalkung geht sehr langsam vor sich und hört vielleicht, sobald das Thier in der Schale nicht weiter vorrückt, ganz auf, wodurch sich hier ein immer dickeres Chitinbeleg anhäuft. Ein Analogon desselben Verhältnisses finden wir in dem dicken unverkalkten Chitinbeleg im hinteren Theile der Rückenplatte bei *Sepia* (S. 16, 17).

Was nun den Zusammenhang zwischen Mantel und Schale betrifft, scheint mir, als würde derselbe durch eine zwischenliegende dicke Chitinmasse eher geschwächt als gestärkt. Eine Masse, die sich, wie man sich leicht überzeugen kann, in horizontaler Richtung sehr leicht zerspalten lässt, wäre wohl kaum dazu geeignet die Verbindung zwischen Weichtheilen und Schale fester zu machen. Wäre eine solche unverkalkte Chitinmasse vielleicht die Ursache der von E. SMITH<sup>1</sup> erwähnten eigenthümlichen Erscheinung, dass ein eingefangenes Exemplar von *Nautilus pompilius* nämlich, wenn es beunruhigt wurde, sein Gehäuse verlies? Meiner Ansicht nach kann, wenn das Thier in Umstände gebracht wird, die abnorme heftige Körperbewegungen hervorrufen, ein Losmachen von der Schale gerade dann stattfinden, wenn eine leicht zerspaltbare weiche Chitinmasse zwischen Haftmuskeln und Schale liegt. Dem sei nun wie ihm wolle, die Theorie für die Kammerbildung, welche SMITH auf obengenannte Thatsache begründet, kann nicht richtig sein. Uebereinstimmend mit OWEN meint er nämlich, die Septa werden dadurch gebildet, dass das Thier, jedesmal wenn dies stattfinden solle, die Schalenmuskeln losmache, hervorrücke und aufs' neue befestige.

Dies wird durch die Thatsache widerlegt, dass sich die von den Muskeln abge sonderte Substanz ohne Unterbrechung durch die ganze Schale erstreckt. Seine im Zusammenhang damit gemachte Annahme, dass das Thier, da es bei einer solchen Gelegenheit leicht die Schale verlieren könnte, dieselbe durch den Sifo festhalte, bedarf wohl keiner besonderen Widerlegung oder ist vielmehr durch den Beweis der Unrichtigkeit der ersten Annahme schon widerlegt.

Betreffs der Schalenmuskeln will ich noch hinzufügen, dass schon OWEN<sup>2</sup> nachgewiesen hat, dass dieselben mit den Trichterdepressoren der dibranchiaten Cephalopoden homolog sind. Auch bei den mit Schalen ausgestatteten Dibranchiaten sind diese Muskeln ganz wie bei *Nautilus* der Schale angeheftet.

An Sagittalschnitten durch die Mündung zeigt sich die Schale aus zwei Abtheilungen zusammengesetzt, einer äusseren — der äusseren Substanz<sup>3</sup> — welche am Mündungsrande die innere oder die Perlmuttersubstanz wie eine scharfe Schneide überragt.

<sup>1</sup> Note on the pearly *Nautilus*. Journ. of Conchology. Vol. 5. N:o 8. 1887. S. 226.

<sup>2</sup> l. c. S. 17.

<sup>3</sup> Weil die Schale bei *Nautilus* eine äussere ist und die Bildung derselben nicht so wie bei den beiden vorhergehenden vor sich geht, brauche ich hier nicht wie bei diesen die Benennung Platten.

Etwa 1 m.m. innerhalb des Mündungsrandes fängt an der Innenseite die Perlmuttersubstanz an, welche die ganze innere Fläche der Schale bekleidet. Auf der konvexen Seite der Schale, d. h. der Seite, welcher das Thier den Rücken zuwendet, wird doch die äussere Substanz unmittelbar von einer schwarzen Absonderung bedeckt (X, 1 *ssb*), die von der s. g. Kopfklappe abgesetzt wird; diese kann als die dritte Lage angesehen werden. Die schwarze Substanz erstreckt sich scharf begrenzt zwischen den beiden Nabeln der Schale. In der Wohnungskammer wird, wie schon erwähnt, die schwarze Substanz von der Perlmuttersubstanz überlagert.

Der mikroskopische Bau der äusseren und inneren Substanz ist in seinem Grundzuge schon von BLAKE<sup>1</sup> beschrieben worden. Die von NATHUSIUS-KÖNIGSBORN<sup>2</sup> gelieferte Schilderung des Schalenbaues ist ziemlich dunkel, was vielleicht von seiner Auffassung der Schale als selbstständig wachsenden Organismus herrührt.

Die äussere Substanz zeigt an Sagittalschliffen eine Struktur von an einander liegenden Kalkkugeln, die durch dunkle Streifen von einander getrennt sind (XI, 3 *as*). Diese Streifen entstehen wahrscheinlich auf dieselbe Weise wie z. B. diejenigen zwischen den Pfeilerchen der Innenplatte in der Sepiaschale. Jedes Pfeilerchen und jedes Kugeln ist, was ich ein Verkalkungscentrum genannt habe; wo zwei solche Centra zusammenstossen entsteht zwischen beiden eine dunklere, unverkalkte Grenzlinie. Wenn die Kalkkrystalle nicht dicht an einander schliessen, zeigt sich die zwischenliegende Grundsubstanz als dunkle Fleckchen, was auch oft bei der äusseren Substanz vorkommt. BLAKE beschreibt daher die äussere Substanz als aus krystallinischen in einer dunkleren Grundsubstanz eingebetteten Partikeln bestehend, und NATHUSIUS-KÖNIGSBORN spricht von lufthaltigen Zwischenräumen zwischen den Kalkpartikelchen. Der Theil der äusseren Substanz, welcher der Perlmuttersubstanz zunächst liegt, zeigt eine andere Struktur, indem die Verkalkung da mehr homogen ist; man kann Verkalkungsstreifen, die winkelrecht gegen die Lagerichtung gehen, deutlich beobachten.

Wie ich schon erwähnte, überragt am Mündungsrande die äussere Substanz ein wenig die innere oder Perlmuttersubstanz. Aus der Lagerichtung in der äusseren Substanz geht hervor, dass die Lagen von unten abgesetzt sind, d. h. von der äusseren Seite des Mantelrandes. Da nun aber die äussere Substanz, trotz ihrer verhältnissmässig grossen Dicke die Perlmuttersubstanz so wenig überragt und jene, wenn sie von letzterer überlagert wird nicht weiter wachsen kann, müssen die Lagen der äusseren Substanz eine mehr vertikale Richtung einnehmen, was in der That auch der Fall ist. Gegen den Mündungsrand ist deutlich wahrzunehmen wie die Lagen der äusseren Substanz in die der Perlmuttersubstanz übergehen; letztere haben eine weit mehr horizontale Richtung. Auch hier zeigt sich also, dass zwei Substanzen trotz der verschiedenen Verkalkung und möglicherweise auch verschiedenen Grundsubstanz in continuirlicher Lagerfolge abgesetzt sind.

Die Perlmuttersubstanz (XI, 3 *is*) hat eine ganz andere Struktur als die äussere Substanz. Die Lagerung ist deutlich und ist von dunkeln, sehr unregelmässig verlaufenden Querstreifen durchsetzt, deren Hauptrichtung doch winkelrecht gegen die Lagen geht. Diese

<sup>1</sup> l. c. S. 17—19.

<sup>2</sup> l. c. S. 109—111.

Querstreifen jedoch sind von anderer Beschaffenheit als die, welche ich schon bei anderen Schalentheilen beschrieben habe. Nach BLAKE zeigen sich dieselben an einem Horizontalschnitte als dunkle Fleckchen und er deutet dieselben als Lakunen, welche die Perlmutter durchsetzen und die mit einer dunkleren Substanz gefüllt sind.<sup>1</sup> NATHUSIUS-KÖNIGSBORN benennt und beschreibt dieselben als Prismen.

Die erwähnten Querstreifen, welche die Perlmutter durchsetzen, sind doch nicht, wie BLAKE meint, Lakunen in den Lamellen. Bei stärkerer Vergrösserung und aus dünnen Sagittalschliffen (XI, 5) erhellt, dass sich die Lagen auch durch diese dunkeln Streifen fortsetzen, obschon sie da ein dunkleres Aussehen bekommen; was dies bewirkt, kann ich nicht sagen. Bisweilen beobachtet man auch, dass die Streifen zusammenfliessen, somit ein Netzwerk bildend, was, meiner Meinung nach, die Folge einer unregelmässigen Absonderung ist. Wahrscheinlich ist es diese Erscheinung, welche die Beschreibung veranlasst hat, die NATHUSIUS-KÖNIGSBORN über das Aussehen der Perlmutter an einem Horizontalschliffe gegeben hat. Die letzterwähnte Struktur ist, wie schon BLAKE richtig bemerkt, in der Perlmutter der konvexen Schalseite d. h. der Rückenseite vorherrschend (XI, 3 *is'*); an der konkaven Seite sind die Streifen schmaler und laufen regelmässiger (*is*).

Die äussere Substanz begrenzend liegt ein dunklerer Rand, der ohne scharfe Abgrenzung in die eigentliche Perlmuttersubstanz übergeht. Es ist oft schwer zu bestimmen, welcher Substanz dieser dunkle Rand angehörig ist. Nach dem Verhalten in den jüngeren Schalentheilen scheint es, als müsse er eher zu der äusseren Substanz gerechnet werden; vielleicht kann er auch als ein Uebergang zwischen beiden Substanzen angesehen werden.

Ueber die schwarze Substanz (X, 1; XI, 3 *ssb*), welche auf der Rückenseite der Schale abgelagert wird, ist folgendes zu bemerken: Dieselbe überlagert, wie wir uns erinnern die äussere Substanz, und wird von einer nach oben und hinten ragenden Verlängerung des Mantels — der Kopfklappe — abgesondert, erstreckt sich also immer nur ein wenig ausserhalb der Wohnungskammer. An Längsschliffen (XI, 3 *ssb*) zeigt sich der der äusseren Substanz anliegende Theil als ein ganz schwarzes Band. Von diesem Bande schieben sich Ausläufer gegen die Perlmutter ein, die unregelmässig verlaufen, indem dieselben bald gerade, bald gebogen sind; bald laufen sie zusammen und fassen zwischen sich hellere Perlmutterpartien ein; dieser, der Perlmutter angrenzende Theil zeigt also oft eine grobmaschige Struktur. Die schwarze Färbung muss wohl durch eingelagertes Pigment hervorgerufen sein.

Est ist klar, dass die Lagerung in einer solchen schwarzen Substanz nicht sehr deutlich sein kann. Doch lässt sich hier und da beobachten, dass schwarze Streifen, welche der Lagerichtung der zwischenliegenden helleren Perlmutterpartien folgen, in dieselbe eindringen, wodurch sich eine gelagerte Substanz deutlich erkennen lässt; auch eine wellenförmige Anordnung der Lagen ist hier und da sichtbar.

Die der äusseren Substanz angrenzende homogen schwarze Partie ist natürlich der erst abgesetzte Theil und wird von dem weitest hinten befindlichen Theil der Klappe abgesondert. Die abwechselnd schwarze und helle Partie wird näher der Wohnungskammer abgesetzt und bildet einen Uebergang zu der reinen Perlmuttersubstanz, welche die ganze Wohnungskammer auf der Innenseite bekleidet. In den hellen Partien zwischen den

<sup>1</sup> l. c. S. 19.

schwarzen Ausläufern habe ich doch die für die Perlmutter charakteristischen Querstreifen nicht entdecken können.

Eigenthümlich genug behauptet BLAKE, dass die äussere und die schwarze Substanz nicht distinkt von einander gesondert seien. Ich habe im Gegentheile immer sehr scharfe Grenzen gefunden und an den Querschnitten lassen sich beide Substanzen bisweilen stellenweise ganz von einander losreissen.

Die Wohnungskammer wird hinten von dem letztgebildeten Septum begrenzt. Die Stelle, wo das Septum in die Kammerwand ausläuft, ist durch einen sehr deutlichen Rand, die Septalsutur, markirt.

Bei grossen Schalen kommt in der Wohnungskammer auch eine dritte Substanz vor, welche besonders gegen die Mündung hin zu finden ist. Die Innenseite der Kammer ist nämlich mit einem Beleg von matterem Glanz als die Perlmutter überzogen. Dies Beleg kann eine verhältnissmässig bedeutende Dicke erreichen; dasselbe zeigt an Sagittalschnitten sehr undeutliche Querstreifen. Die Ablagerung scheint mir von derselben Beschaffenheit wie die auf der Innenseite der übrigen Kammern zu sein, bildet sich aber ganz unabhängig von dieser, indem sie gegen den hintern Theil der Kammer an Dicke abnimmt und zuletzt ganz aufhört.

Ferner giebt es noch eine Substanz, die sich in der Wohnungskammer absetzt und welche sich durch die ganze Schale verfolgen lässt und dies ist die von den Schalenmuskeln und dem Annulus gebildete. Man kann auf Sagittalschliffen dieselbe in den meisten Fällen als ein schmales Band unterscheiden, das sich oft durch seine stark lichtbrechende Beschaffenheit von der Perlmutter absetzt; es ist zuweilen etwas dunkler, aber doch, wie gesagt, fast immer zu unterscheiden. Dass diese Substanz wirklich vom Muskel und dem Annulus abgesondert wird, davon kann man sich an Schnitten durch die Muskelnarben und den Annulus in der Wohnungskammer überzeugen, indem man da an der Oberfläche der Innenseite diese stark lichtbrechende Substanz findet, die von keiner andern überlagert wird, sich also von den erwähnten Theilen absondert.

Um ein anschauliches Bild des gekammerten Theiles der Schale zu bekommen, säge man dieselbe am besten etwas jenseits der Mittellinie durch. Man sieht dann die Septa (*X*, 1 *sp*) in gewissen ziemlich regelmässigen Abstand von einander stehen, ebenso den Sifo (*sf*), der die Kammern und die Septa etwa in der Mitte durchsetzt.

Ueber die Struktur der Septen ist nicht viel zu sagen. Sie bestehen grösstentheils aus Perlmuttersubstanz (*XI*, 1 *sp*). Die beiden Flächen der Septa dagegen zeigen eine andere Struktur, was weiter unten beschrieben werden wird.

Ein Sagittalschliff durch das vorderste Septum und die angrenzenden Theile der Schalenwand zeigt, dass die Septallagen ohne Unterbrechung in den Lagen der Schalenwand fortgesetzt werden. Die Lagefolge ist also eine zusammenhängende; die Septalsutur, die anscheinend das Septum von der Schalenwand trennt, entsteht dadurch, dass die Lagen der letzteren, indem dieselben in die Septa übergehen, plötzlich dicker werden und gleichzeitig eine mehr senkrechte Richtung einnehmen. Wenn daher NATHUSIUS-KÖNIGSBORN sagt,<sup>1</sup> die Septallagen stünden in keinem Zusammenhang mit der Schalenwand, so muss

<sup>1</sup> l. c. S. 112.

dies auf einer weniger genauen Beobachtung beruhen. Zwar muss ich gestehen, dass es sehr schwer ist an Schliffen durch die älteren Septa und angrenzenden Schalentheile einen Zusammenhang zwischen Septal- und Schalenwandlagen nachzuweisen; beide Ablagerungen scheinen sehr wohl von einander getrennt zu sein — ein Verhältniss, das wir schon bei entsprechenden Theilen der Sepiaschale kennen und dessen Ursache, wie ich schon mehrmals hervorgehoben habe, auf Verkalkungsprocessen beruht. Betrachtet man dagegen einen Schnitt durch das letztgebildete Septum, so kann kein Zweifel mehr über die zusammenhängende Lagefolge obwalten.

Ein Sagittalschliff durch die älteren Theile der Schalenwand und das anliegende Septum da, wo es sich mit der Wand vereinigt (XI, 1) zeigt also äusserst die äussere Substanz, nach innen von dieser die Perlmuttersubstanz (*is*), nach innen von dieser wieder die Annulussubstanz (*ans*);<sup>1</sup> zwischen der hellen Annulussubstanz und den äusserst gelegenen Septallagen liegt eine dunklere Substanz (*x*, *x'*), die gleich unten näher besprochen wird.

Schon BLAKE scheint die Annulussubstanz beobachtet zu haben,<sup>2</sup> indem er eine »third layer« der Schalenwand beschreibt und sagt, dieselbe sei zwischen Septum und Perlmuttersubstanz sehr deutlich sichtbar. BLAKE sagt jedoch nicht, dass man in dieser »dritten Lage« zwei Abtheilungen unterscheiden kann. Diese zwei Abtheilungen sind die oben erwähnte Annulussubstanz und die unter dieser gelegene dunklere; letztere grenzt also zunächst an die Kammerhöhle.

Ein Schnitt durch die Schalenwand auf der Bauchseite, so gelegt, dass zwei auf einander folgende Septa mit durchgeschnitten werden, zeigt, dass die Septa kein scharf begrenztes vorderes Ende haben, sondern sich allmählich verdünnend auf der Innenseite der Schalenwand fortsetzen. Folgt man nun den Septallagen, zeigt es sich, dass es im hintern Theil der Kammern gerade diese sind, welche die oben erwähnte, unter der Annulussubstanz gelegene dunklere Substanz bilden. Gegen das nächst voranliegende Septum nimmt die Ablagerung an Dicke zu; zugleich habe ich zu finden geglaubt, dass es nicht länger die Septallagen sind, die diese Ablagerung zusammensetzen, sondern dass die Lagen dieses verdickten Theiles frei gegen die Kammerhöhle auslaufen (XI, 1 *x*). Im vorderen Kammerwinkel ist diese Ablagerung am mächtigsten (*x'*). Weder in der Annulus- noch in dieser letztgenannten Substanz habe ich die für die Perlmutter charakteristischen breiten Querstreifen entdecken können, nur gewöhnliche Verkalkungsstreifen.

HYATT sagt,<sup>3</sup> dass die Septa auf der Rückenseite so grosse Ausdehnung haben, dass sie da einander dachziegelartig bedecken. Dies ist nur in einem gewissen Sinne richtig. Die Septa selber überlagern einander nicht; jedes Septum aber geht in die oben erwähnte, dunklere Substanz über, die hier doch eine ganz andere Struktur als die Perlmutter hat, indem dieselbe noch dunkler als auf der Bauchseite ist, und diese streckt sich wieder bis zum nächsten voranliegenden Septum (XII, 2). Bisweilen findet man in dem Zwischenraum zwischen zwei Septa eine, wie mir scheint strukturlose, aus zerstreut liegenden Kalk-

<sup>1</sup> Um keinen unnöthig langen Ausdruck zu gebrauchen, will ich nur von der »Annulussubstanz« sprechen und bemerke hier, dass unter dieser auch die Muskelarbensubstanz mitgerechnet wird.

<sup>2</sup> l. c. S. 19.

<sup>3</sup> l. c. S. 89.

stückchen bestehende Kalkablagerung, was mir besonders in der Normallinie der Fall zu sein scheint.

In dem Winkel zwischen Septum und Schalenwand, d. h. dem vorderen Kammerwinkel, liegt ausserdem noch eine andere Substanz, die, obgleich mit der eben erwähnten zusammenhängend, sich doch von derselben scharf absetzt und von ganz anderer Struktur ist (XI, 1 *afs*). Dieselbe wird von BLAKE als eine strukturlose Ablagerung, weniger durchsichtig als die Perlmutter beschrieben. Ueber deren Entstehung äussert BLAKE: »as this is not moulded on the surface of the mantle, but merely fills the space between contiguous parts, it may be looked on as possibly the result of an excretion which takes up its actual place by »capillary attraction« (!).

Wie schon BLAKE richtig bemerkt hat, unterscheidet sich diese Ablagerung durch ihr dunkles Aussehen von den angrenzenden Schalentheilen. Doch kann dieselbe nicht, wie BLAKE meint, als strukturlos betrachtet werden. Die Grundsubstanz ist Chitin und in dieser Grundsubstanz liegen rundliche und längliche Kalkkörperchen eingelagert, oft von regelmässiger Form. Diese Ablagerung geht, sich allmählich verdünnend, sowohl auf die Schalenwand als auf das Septum über. Ich nenne sie die Ausfüllungsmasse des vorderen Kammerwinkel.

An entkalkten Schnitten, die durch den vordern Kammerwinkel gelegt sind, zeigt sich der Zusammenhang zwischen der oben erwähnten verdickten dunkleren Substanz ( $x^1$ ) und der grobkrystallinen Ausfüllungsmasse. Letztere zeigt bei Entkalkung ein unregelmässiges Chitingewebe von Höhlen durchsetzt; die Chitinlagen, welche dieses Netz bilden, setzen sich doch direkt in der gelagerten dunkleren Substanz ( $x^1$ ) fort.

An Schalen deren Kammerwände nicht zerstört worden sind und wo die Luft also nicht ordentlich Zutritt gehabt hat beobachtet man, dass die Wände jeder Kammer von einer braunen Membran überzogen sind; diese ist auf der konvexen Seite jedes Septum am deutlichsten, streckt sich von da auf den Sifo über, weiter auf die konkave Seite des die Kammer hinten begrenzenden Septums und von dort wieder auf die Schalenwand, kurz, bekleidet mehr oder weniger deutlich die ganze innere Wand der Kammer (XI, 1; XII, 1 *mb*). Doch muss bemerkt werden, dass dieselbe auch an wohl erhaltenen Schalen wie z. B. die von *Nautilus umbilicatus*, welche ich zur Untersuchung gehabt, nur hie und da am Sifo, der konkaven Seite des Septums und der Schalenwand wahrnehmbar ist; auf der konvexen Seite des Septums dagegen ist sie sehr deutlich und kann leicht abgeschält werden. Die Membran setzt sich auf der konvexen Seite des Septums sehr deutlich bis zum vordern Kammerwinkel fort und bekleidet da die der Kammerhöhle zugekehrte Fläche der oben erwähnten grobkrystallinen Kalkausscheidung. Ich habe beobachtet, dass sich dieselbe, indem sie von da auf die Schalenwand übergeht, allmählich verdünnt und mit der Ausfüllungsmasse gleichsam verschmilzt; ebenso scheint sie theilweise mit der Schalenwand zusammenzuschmelzen; hier und da lässt sie sich doch als eine distinkte Membran unterscheiden. — Die Ausfüllungsmasse des vordern Kammerwinkels setzt sich, wie gesagt, sehr verdünnt noch über eine kleine Strecke des Septums fort und schmilzt nach und nach gänzlich mit der braunen Membran zusammen. In letzterer habe ich unregelmässige Kalkablagerungen gefunden; ebenso habe ich beobachtet, dass sich dieselbe spalten lässt. Dieser letztere Umstand hat wahrscheinlich zu der Be-

hauptung von MUNIER-CHALMAS,<sup>1</sup> es seien zwei Membranen, welche die konvexe Seite jedes Septums bekleideten, Veranlassung gegeben.

Ueber die vom hinteren Theil des Mantels ausgehende Verlängerung, dem Sifo, liegen verschiedene Angaben vor. Leider ist es mir nicht möglich gewesen durch eigene Erfahrung einen Einblick in das Verhalten des Sifo's zum Innern des Thieres zu gewinnen. So viel ist sicher, dass der Sifo eine Fortsetzung des Mantels ist.

Bisher hat man allgemein angenommen, der fleischige Sifo durchsetze alle Kammern bis zur ersten, trotzdem noch niemand denselben in seiner ganzen Länge gesehen hat. Die meisten, welche über *Nautilus* geschrieben, haben nur Stückchen von einigen Centimeter Länge beschrieben und abgebildet. VALENCIENNES<sup>2</sup> ist der einzige, der ein längeres Stück gesehen hat. Er beschreibt und bildet dasselbe als eine Röhre ab, die in bestimmten Absätzen mit ringförmigen Einschnürungen versehen ist und dadurch einen gegliederten Bau bekommt. An den eingeschnürten Theilen sind die Wände des Sifos verdünnt und durchsichtiger als die zwischenliegenden Abtheilungen. Nach VALENCIENNES hat der Sifo ebenso viele Glieder wie die Schale Kammern. An dem von VALENCIENNES beschriebenen Exemplare waren nur neun solche Glieder; die Schale, welche diesem Thiere angehörte, war weggenommen, das Thier aber in eine andere gesetzt, die vollkommen zur Grösse des Thieres zu passen schien. Diese Schale enthält doch, VALENCIENNES' Zeichnung nach, mehr als die dreifache Anzahl Kammern als der Sifo Glieder hat. Merkwürdig genug scheint VALENCIENNES diese Thatsache übersehen zu haben. Da er den Sifo ausserdem als völlig ohne äussere Oeffnungen beschreibt, möchte man glauben, dass derselbe in seiner ganzen Länge aus der Schale genommen sei. Wäre dies nicht der Fall würde die Spitze wohl offen sein, dem doch sowohl seine Beschreibung als Figur widersprechen. — Nach ihm liegen die eingeschnürten Stellen in den Düten, während das übrige den Sifonalhüllen angehört.

Der Schalensifo setzt sich ununterbrochen durch alle Kammern fort. Schon bei äusserlicher Betrachtung kann man in jeder Kammer zwei Abtheilungen des Sifo's unterscheiden — die Düte und die Hülle (X, 2, 3; XII, 1 *dt*, *hü*). Wie schon im Litteratur-Verzeichnisse angegeben haben mehrere ältere Autoren die Beobachtung gemacht, dass die Düten unmittelbare Verlängerungen der Septen sind und von gleicher Struktur wie jene, die Hüllen dagegen von weicherem Bau doch direkte Fortsetzungen der Düten. In neuester Zeit hat auch BRANCO dies hervorgehoben. Dass die Verhältnisse wirklich so sind, davon kann man sich an Längsschnitten leicht überzeugen.

Die Düte zeigt grösstentheils Perlmutterstruktur, nur an der äusseren und inneren Fläche wird dieselbe eine andere; diese Flächentheile sind nämlich von ganz derselben Beschaffenheit wie entsprechende Theile des Septums, worauf ich weiter unten zurückkomme.

Die sogenannte Hülle ist aus Kalkgebilden, zwischen denen horizontal verlaufende Chitinmembranen ausgestreckt sind, zusammengesetzt (XI, 2, 4). Die Kalkgebilde sind bald rundlich oder unregelmässig eckig, bald sind sie beinah besenförmig dadurch, dass mehrere

<sup>1</sup> Siehe BARRANDE, Syst. Sil. de Bohême, Vol. II. Texte 4. S. 207.

<sup>2</sup> l. c. S. 265.

schmale Kalknadeln an einander gereiht sind.<sup>1</sup> Die Figur (XII, 1) zeigt einen Längsschliff durch zwei auf einander folgende Düten mit zwischenliegender Hülle. Aus der Figur geht hervor, dass die Hülle auf der Innenseite der Düte ihren Anfang hat, sich durch die Kammer nach vorn fortsetzt und zuletzt in den Rand der nächst voranliegenden Düte ausläuft. Der auf der Innenseite der Düte gelegene Theil der Hülle zeigt eine regelmässigeren Verkalkung als der in der Kammer gelegene. Die Verkalkung tritt dort in Form ziemlich regelmässig angeordneter vertikal stehender Pfeilerchen auf (XI, 2 *pf*), die so zu sagen aus nadelförmigen Kalkkörperchen zusammengesetzt sind, wodurch sie ein besenartiges Aussehen bekommen. Dieselben sind in dem der Düte anliegenden Theil am breitesten, werden gegen das Lumen zu schmaler und ihr inneres, d. h. dem Lumen zunächst liegendes Ende ist abgerundet; auch ist der innere Theil von dunklerem, bräunlichem Aussehen. Ausserdem kommen oft horizontal liegende Kalkspicula in grosser Menge vor; zwischen den Pfeilern kann man hier und da Chitinmembranen (*fr. m*) beobachten, und zwischen den inneren Enden kommen dieselben regelmässig vor. Am hintern Ende der Düte hören die Pfeiler ganz auf und die Kalkablagerung wird da eine zusammenhängende, wie schon Brooks<sup>2</sup> beschrieben hat. Der Uebergang zu dieser Struktur findet doch nur allmählich statt, indem die Pfeiler, die nach und nach unmittelbar an einander gereiht werden, zuletzt völlig zusammenschmelzen. Gerade wo diese Struktur anfängt machen die Lagen eine Biegung gegen das Lumen des Sifo's, wodurch ein ringförmiger Wulst (XII, 1 *w*) in diesem entsteht und das Lumen verengt wird.

Der in der Kammer frei liegende Theil der Hülle ist eine direkte Fortsetzung des eben beschriebenen in der Düte gelegenen Theiles. Derselbe besteht, wie schon erwähnt, aus unregelmässigeren Kalkstückchen (XI, 4 *pf*), zwischen denen sich frei gespannte, unverkalkte Chitinmembranen (*fr. m*) strecken; diese Kalkbildungen sind als Fortsetzungen der regelmässigeren Pfeiler anzusehen. BARRANDE bemerkt, dass die Sifonhülle, sich immer mehr verdünnend, an dem hintern Rand der Düte in die braune Membran, welche die Kammerwände bekleidet, übergeht. Die vielen Dünnschliffe, welche ich durch den Sifo gemacht habe, zeigen, dass dies nicht richtig ist. An meinen sämmtlichen Präparaten habe ich gefunden, dass sich wenigstens ein Theil der Hülle eine kurze Strecke über die Aussenseite der Düte fortsetzt und dass die braune Membran diese da immer bekleidet, also keine Fortsetzung der Hülle sein kann (XII, 1). Hier und da kann man die Membran auch über den in der Kammer liegenden freien Theil der Hülle verfolgen, doch scheint dieselbe da oft mit der Oberfläche der Hülle zu verschmelzen. BARRANDE hat doch insofern Recht als die auf der Aussenseite der Düte gelegene Partie der Hülle gegen das Septum hin immer dünner wird und zuletzt mit der Oberfläche des Septums oder mit der unteren Seite der Membran zu verschmelzen. Jedenfalls ist es nur ausnahmsweise, dass man eine Andeutung derselben am Septum findet und dann immer nur in der Nähe der Düte.

Meinen Präparaten nach zu urtheilen scheint das gewöhnlichste Verhältniss dies zu sein, dass die Hülle in das Septum übergeht. Die der Membran angrenzende Fläche des Septums, d. h. die konvexe, hintere Seite zeigt nämlich beim Durchschleifen keine Perl-

<sup>1</sup> In den älteren Kammern scheinen lange, nadelförmige Krystalle, auf verschiedene Weise gruppiert, die fast einzigen Kalkbildungen zu sein.

<sup>2</sup> l. c. S. 381.

mutterstruktur, da sie etwas feinkörnig und dunkel, nicht lichtbrechend ist; die Grenze zwischen diesem Theil und der Perlmutter ist jedoch nicht sehr scharf, so dass beide Abtheilungen mehr allmählich in einander übergehen. Jener dunkle Theil, der an dem eigentlichen Septum am Dünnschliffe nur einen schmalen Rand bildet, wird am hintern Ende der Düte bedeutend dicker (XII, 1 *ds*) und es zeigt sich da am deutlichsten, wie sich ein Theil der Hüllenlagen in dieser feinkörnigen Substanz fortsetzt, während ein andrer Theil über die Düte hinwegziehend weiter nach vorn mit dem Septum verschmilzt. Dies Verhältniss habe ich als Regel gefunden. Dass es auch bisweilen vorkommen kann, dass die Hülle mit der Unterseite der braunen Membran anscheinend zusammenschmilzt und sich somit nicht direkt in dem Septum fortsetzt, ist eine Erscheinung, die aus der Darstellung der Wachsthumverhältnisse leicht verständlich wird.

Ich behaupte also, dass die braune Membran nicht als eine Fortsetzung der Hülle betrachtet werden darf, 1. weil man sie in dem Falle nicht als eine freie, leicht abschälbare Membran an der Oberfläche der Hülle wahrnehmen könnte, und 2. weil man die Hüllenlagen, wenigstens zum Theil, in die Dütenlagen verfolgen kann.

Der inneren Sifowand entlang und das Lumen begrenzend erstreckt sich eine ziemlich dicke, unverkalkte Chitinmembran (XI, 2, 4; XII, 1 *chm*), die an der Grenze zwischen Düte und Hülle oder gerade an der obenerwähnten ringförmigen Erhöhung sehr dünn ist. Auf dieser Membran stehen die inneren Enden der Pfeiler. Ein kleiner Theil der Lagen, aus denen die Membran zusammengesetzt ist, geht am hinteren Ende jeder Düte in die eben erwähnte körnige Substanz über, zum grössten Theil aber setzen sich dieselben in der helleren Perlmuttersubstanz der Düte fort (XII, 1). Die Perlmutter zeigt doch am Endtheil der Düte nicht die typische Struktur, sondern besteht aus grossen, durch dunkle Streifen von einander getrennten Kalkkrystallen; eine ähnliche Struktur zeigt auch die Oberfläche der Düte, welche doch durch ihr dunkles Aussehen und kleinere Kalkknollen von der ersteren absticht. Ein Theil der Lagen setzt sich auch in die Hülle der folgenden Kammer fort; ein kleiner Theil dagegen bleibt unverkalkt und bildet auf der Innenseite der ringförmigen Erhöhung ein dünnes Beleg. Es ist somit klar, dass die Membran gerade an der ringförmigen Erhöhung ihre geringste Dicke haben muss, was auch dem blossen Auge deutlich ist.

Als Fortsetzungen der Sifo-Pfeiler, welche auf der Innenseite jeder Düte stehen, sind ebenfalls die kleinen Pfeilerchen anzusehen, die sich auf der konkaven Seite des Septums befinden, in einiger Entfernung vom Sifo jedoch aufhören (XII, 1 *pf<sup>1</sup>*). Diese kleinen Pfeilerchen haben eine wechselnde Form, indem sie gegen ihr freies, der Kammerhöhle zugekehrtes Ende bald verschmälert, bald gabelförmig gespaltet sind. Zwischen diesen Pfeilern strecken sich oft dünne Chitinmembranen und ich habe sogar zwischen einigen Pfeilern eine äusserst durchsichtige, zusammenhängende Chitinmasse zu finden geglaubt, die ihrer Consistenz nach an die unverkalkten Höhlenschichtlagen der Sepiaschale erinnert. Ueber den freien Enden der Pfeilerchen beobachtet man hier und da eine dickere Chitinmembran (XII, 3 *mb*). Die obengenannten, zwischen den Pfeilern sich streckenden Membranen deuten an, dass es nicht isolirte Stellen des Mantels gewesen sind, welche bei dieser Absonderung funktionirt haben, sondern dass eine zusammenhängende Absonderung, indem verkalkte Stellen mit unverkalkten abwechseln, stattgefunden hat.

WAAGEN<sup>1</sup> giebt als eine Eigenthümlichkeit für die vordere, d. h. konkave Fläche jedes Septum an, dass dieselbe oft ein warziges Aussehen habe. Mir ist nicht klar ob er damit die obengenannten Pfeiler oder sonstige Unebenheiten der Fläche meint. Den Grund zu dieser warzigen Beschaffenheit erklärt er dadurch, dass nachdem das Septum fertig sei und das Thier im Begriff stehe wieder Luft abzusondern, sich der Uebergang zu dieser neuen Absonderung nicht ganz plötzlich vollziehe, sondern dass Luftbläschen zwischen den abgesonderten Kalk eindringen und diesen porös machten. Hat er mit den Warzen die Pfeilerchen gemeint, dürfte sich seine Ansicht als unrichtig herausstellen, da man mit grösster Wahrscheinlichkeit eine zusammenhängende Absonderung auch zwischen den Pfeilern nachweisen kann.

Zwei andere Gebilde in der *Nautilus*-Schale, deren ich mit einigen Worten erwähnen will, sind der Dorsallobus und die Normallinie. Ersterer ist schon längst beobachtet und mehrmals beschrieben worden. Er bildet auf der Rückenseite der Schale, in der Medianlinie eine unmittelbar an der Sutura gelegene kleine Erhöhung auf der konvexen Seite jedes Septums (X, 2, 3 *dl*); der Erhöhung entspricht eine Vertiefung auf der konkaven Seite. Die sogenannte Normallinie ist eine rinnenförmige Vertiefung, ebenfalls in der Medianlinie der Schale, die sich in gerader Richtung zwischen je zwei Dorsalloben erstreckt. Dieselbe, auf welche HYATT<sup>2</sup> zuerst die Aufmerksamkeit gelenkt und die später von MASCHKE<sup>3</sup> (mit dessen Arbeit ich mich doch nicht bekannt machen konnte) und BLAKE<sup>4</sup> näher beschrieben worden, erreicht die grösste Tiefe an ihrem Vorderende, unmittelbar am Dorsallobus, indem sich an dessen Rändern verhältnissmässig dicke Kalkwülste abgelagert haben. — Bei grösseren Schalen ist der Dorsallobus an den jüngeren Septa nicht mehr wahrnehmbar. Derselbe verschwindet natürlich nur allmählich, indem er beim Zuwachs der Schale immer undeutlicher wird; am ausgeprägtesten ist er also in den älteren Septa. Sein Homologon in den jüngeren Septa will HYATT<sup>5</sup> in der seichten, nach hinten gerichteten Einbuchtung, die in der Medianlinie jeder Septalsutura auf der Rückenseite vorkommt, finden; er meint beide Gebilde fallen an älteren Schalen mit einander zusammen. Gegen diese Ansicht führt BARRANDE<sup>6</sup> an, dass dieselben völlig unabhängig von einander sind. Von der Unrichtigkeit der HYATT'schen Ansicht kann man sich leicht an jüngeren Schalen, an denen man sowohl den Lobus wie die Einbuchtung neben einander beobachten kann, überzeugen.

Ein Sagittalschliff durch den Dorsallobus zeigt, dass das Septum da etwas verdickt ist (X, 3; XII, 2 *dl*). Ausserdem kann man da die Abweichung von dem übrigen Theil des Septums beobachten, dass der Zusammenhang in den verkalkten Septallagen gerade im Centrum des Lobus unterbrochen ist, indem Spalten denselben durchsetzen, sich von der konkaven nach der konvexen Seite erstreckend.<sup>7</sup> Dieselben scheinen durch Unregelmässigkeit beim Verkalken entstanden zu sein.

<sup>1</sup> l. c. S. 187.

<sup>2</sup> l. c. S. 89.

<sup>3</sup> Zeitschrift deutsch. geol. Gesellsch. 28. 1876 (Nach Schröder, siehe diese Abhandl. S. 97).

<sup>4</sup> l. c. S. 32.

<sup>5</sup> l. c. S. 88.

<sup>6</sup> Syst. Sil. Boh. Vol. 2. Texte 4. S. 246.

<sup>7</sup> Diese sind auf den Figuren nicht gezeichnet.

Es ist klar, dass sowohl der Dorsallobus wie die Normallinie von bestimmten Theilen des Mantels, welche eine den erwähnten Gebilden entsprechende Form haben, abgesondert werden müssen; es muss also wohl eine Erhöhung für den Dorsallobus, für die Normallinie eine Leiste im Mantel vorkommen.

### Der Anfangstheil.

Es bleibt nun übrig den inneren oder Anfangstheil der Schale zu schildern. Ueber diesen Theil liegen bis jetzt zwei Beschreibungen mit Abbildungen vor, nämlich von HYATT<sup>1</sup> und BLAKE,<sup>2</sup> von denen besonders die von BLAKE sehr irrthümlich ist; auch die von HYATT ist nicht ganz richtig.

Die Struktur der äusseren Substanz im Anfangstheil der Schale ist etwas abweichend von derjenigen der jüngeren Theile. Man findet da nämlich nicht jene kleinen Kalkkugeln, die in den jüngeren Theilen so charakteristisch sind; die Substanz zeigt eine streifige, mehr homogene Struktur. Dies ist besonders in der Nabelhöhle deutlich, wo die Substanz verhältnissmässig dick ist; auch beobachtet man da deutliche Lagerstreifen. Der Nabel ist an jüngeren Schalen offen und bei Lupenvergrösserung bemerkt man in demselben wechselweise kleine erhöhte Ränder und zwischenliegende Vertiefungen, die den Nabel gegen die Windungsebene rechtwinklig durchsetzen. An einem Dünnschliffe, der mit der Windungsebene parallel geht, bewirkt diese Struktur auf der Oberfläche ein gezahntes Aussehen der äusseren Substanz (XII, 2 *as*); ausserdem scheint eine Art Pfeilerbildung stattzufinden, da von jeder Erhöhung aus ein dunkler Streifen die Substanz durchsetzt. Sowohl die Oberfläche wie der der Perlmutter angrenzende Theil der Substanz sind dunkel, wie es scheint infolge eingelagerten Pigments; diese dunkeln Theile stehen doch mit der schwarzen Substanz, die auf der Rückenseite der Schale die äussere Substanz bekleidet, in keinem Zusammenhange. Dieselben sind ganz einfach Abtheilungen der äusseren Substanz, die man an den jüngeren Schalentheilen wiederfindet, indem die dunkle Oberfläche dem grobkrySTALLINISCHEN Theil entspricht; den inneren dunklen Rand zwischen der äusseren und der Perlmuttersubstanz findet man auch an jüngeren Theilen wieder, ebenso die zwischen beiden dunkeln Abtheilungen liegende helle Substanz (Vergl. Pl. XI, 3). Wie aus der Figur hervorgeht zeigt die äussere Substanz nur in der Nabelhöhle eine derartige Struktur;<sup>3</sup> im eigentlichen gekammerten Theil der älteren Schalentheile ist sie mehr homogen.

Innerhalb der äusseren Substanz, im Apex der Schale liegt die Perlmuttersubstanz (XII, 2 *is*); die beiden Hauptsustanzen der Schale sind also von Anfang an angelegt. Die Perlmuttersubstanz, welche als Wand der ersten Kammer abgesetzt ist, setzt sich ohne Unterbrechung doch nur auf der Bauchseite durch die ganze Schale fort. Auf der Rückenseite ist sie dagegen von der später abgesonderten, die sich ohne Unterbrechung durch

<sup>1</sup> l. c. Pl. 4. Fig. 4.

<sup>2</sup> l. c. Pl. 2. Fig. 4.

<sup>3</sup> Ob eine derartige Struktur auch in den jüngeren Abtheilungen der Nabelhöhle herrscht, kann ich nicht sagen.

die ganze Schale erstreckt, durch eine Substanz anderer Natur als die Perlmutter sehr scharf abgesetzt. Durch dieselbe Substanz ist sie da auch vom ersten Septum getrennt; dieselbe Substanz ist derjenigen analog, die ich an der Rückenseite der jüngeren Schalentheile beschrieben habe und welche als Fortsetzung der Septallagen zwischen zwei Septa liegt. Die Perlmuttersubstanz in der Wand der ersten Kammer bekommt somit auf der Rückenseite den Charakter eines wirklichen Septums. Wie aus der Figur hervorgeht beginnt auf der Rückenseite das Absetzen der Perlmutter, welche sich durch die ganze Schale erstreckt, am Rande dieser septumähnlichen Kammerwand. Von jener ist sie doch, wie oben gesagt, scharf getrennt. Doch habe ich an einem schwach entkalkten Dünnschliffe konstatiren können, dass die trennende Substanz in continuirlicher Lagenfolge mit der eigentlichen Perlmuttersubstanz steht, die Unterbrechung also nur eine scheinbare ist.

Erst wenn eine Schalenwindung vollendet ist beginnt die Ablagerung der schwarzen Substanz. Man sieht, dass dieselbe auf der Aussenseite der ersten Kammerwand, dem Sifo gegenüber, ihren Anfang hat (XII, 2 *ssb*).

Eine andere Ablagerung, die ich an allen drei Schalen, deren Anfangstheil ich durchschliffen habe, fand, ist eine zwischen der ersten Kammerwand und dem gegenüber liegenden Anfangstheil der schwarzen Substanz gelegene amorphe Kalkablagerung (XII, 2 *a*), auf die ich beim Besprechen der Narbe zurückkommen werde.

Gehen wir nun zur Schilderung der Kammern und des Sifo's in diesen ältesten Theilen der Schale über. HYATT<sup>1</sup> und BLAKE<sup>2</sup> stimmen beide darin überein, dass der Sifo der ersten Kammer blind endigt und dass derselbe dort nur aus der Düte, die blind geschlossen ist, besteht. Ueber den Sifo der zweiten Kammer sind sie dagegen von entgegengesetzten Ansichten. HYATT behauptet, die Sifonhülle in dieser zweiten Kammer bekleide die ganze Innenseite des blind endigenden Sifo's der ersten Kammer und folglich endige auch der Sifo der zweiten Kammer blind. BLAKE dagegen sagt, der Sifo der zweiten Kammer sei offen.

Ich habe nun an allen drei Schliffen konstatiren können, dass auch der Sifo der zweiten Kammer wirklich, wie HYATT sagt, blind geschlossen ist. Dagegen bin ich abweichender Meinung in betreff der Abtheilung des Sifos, die in der ersten Kammer den blind endigenden Theil bildet. Sowohl HYATT wie BLAKE meinen, es sei da die Düte, welche den Blindsack bilde. Das ist doch, meiner Meinung nach nicht der Fall. Man sieht nämlich, dass die Düte, sich nach hinten verschmälernd, in einer Spitze ausläuft (XII, 2 *dt*<sup>1</sup>) und von einer Substanz anderen Aussehens fortgesetzt wird. Diese Substanz, welche die blind endigende Verlängerung bildet, zeigt die für die Düte charakteristische Perlmutterstruktur nicht. Schon früher haben wir hervorgehoben, die Hüllenlage hänge direkt mit den Düttenlagen zusammen, obgleich die Struktur beider Bildungen verschieden ist. So ist auch hier in der ersten Kammer ein deutlicher Unterschied zwischen Düte und Hülle, obschon letztere, da sie so stark verkalkt ist, (die für die Hülle sonst so charakteristischen Kalknadeln findet man hier nicht) anscheinend nur eine Verlängerung der Düte bildet. Der Blindsack der ersten Kammer wird also von der Hülle gebildet.

<sup>1</sup> l. c. S. 93.

<sup>2</sup> l. c. S. 33.

BLAKE hat richtig hervorgehoben, dass der der Bauchseite zugewandte Theil der Düte in der zweiten Kammer eine beträchtliche Länge hat, indem er beinah bis zum ersten Septum reicht. Die von der zweiten Düte ausgehende Hülle streckt sich, wie schon bemerkt, als eine Bekleidung ringsum die Innenseite des Sifo's der Anfangskammer. Der blind geschlossene Endtheil dieser zweiten Hülle ist stark verkalkt und zeigt eine ähnliche Struktur wie der nämliche Theil der ersten Hülle. Dagegen endigt die Hülle der dritten Kammer nicht blind; mit dieser fängt der im ganzen übrigen Theil des Sifo's vorkommende und oben geschilderte Bau an.

Sowohl am Anfang der Sifonhöhle als auch weiter nach vorn liegt in getrockneten Schalen eine braune Masse, welche dieselbe zum grössten Theil ausfüllt. Leider habe ich nicht mit Sicherheit bestimmen können, ob diese Masse trockne Reste des fleischigen Sifo sei oder ob sie aus Chitin bestehe. Im ersten Falle würde sich der Sifo bis zum hinteren Ende des Schalensifo's erstrecken, im letzteren können diese chitinösen Ablagerungen nur von der Spitze des fleischigen Sifo's abgesetzt sein und dieser muss dann während des Wachstums der Schale allmählich nach vorn rücken. In der Regel ist die braune Substanz von der Chitinmembran, welche die Innenseite der Sifonhöhle bekleidet, scharf getrennt.

In betreff der ersten Kammer sei noch folgendes bemerkt: Auf der konvexen, d. h. der der Kammerhöhle zugewandten Seite des ersten Septums liegt, wie an den übrigen Septa, eine dünne Membran, in der Kalkkörperchen eingelagert sind. Diese Membran setzt sich über die Sifonhülle fort. In dem Winkel, welchen diese mit der Schalenwand bildet, liegen stark lichtbrechende, längliche Kalkkrystalle, die natürlich in einer Grundsubstanz eingelagert sein müssen. Diese Substanz geht auf die hintere Schalenwand über. Allein nicht nur an den erwähnten Stellen kommt solch lose Substanz von ganz anderer Beschaffenheit als Septum und Hülle vor; auch zwischen dem blind endigenden Endtheil der Hülle und der Schalenwand findet man dieselbe. Dort liegt nämlich ein verkalkter Streifen, der sich seiner Struktur nach von Sifo und Schalenwand scharf unterscheiden lässt. Man sieht genau wie derselbe mit der oben erwähnten, im Winkel gelegenen Substanz direkt zusammenhängt; er ist stärker verkalkt als diese d. h. die Kalkkrystalle liegen dichter an einander.

In dem vorderen Kammerwinkel lässt sich dagegen eine Ausfüllungsmasse wie sie in den jüngeren Kammern vorkommt nicht mit Sicherheit nachweisen, wenigstens nicht auf der Bauchseite der Kammer; möglicherweise, dass dieselbe zerstört war, da auch die das Septum bekleidende braune Membran bei zwei untersuchten Exemplaren auf jener Seite nicht zu finden war. Im vordern Kammerwinkel der Rückenseite dagegen konnte ich lose Kalkkrystalle beobachten, welche die Ausfüllungsmasse bildeten; doch sei bemerkt, dass deren Anzahl da, im Anfangstheil der Schale, verhältnissmässig immer sehr gering ist.

An der Aussenseite der Schalenwand der ersten Kammer, dem blinden Ende des Sifo's gegenüber, kommt ein Gebilde vor, das ziemlich grosse Aufmerksamkeit erregt hat. Es ist dies die sogenannte Narbe (*cicatrice*, BARRANDE). HYATT<sup>1</sup> beschrieb dieselbe zuerst

<sup>1</sup> l. c.

genauer, später auch BARRANDE,<sup>1</sup> der sie nicht nur bei *Nautilus pompilius*, sondern auch bei fossilen Nautiliden nachgewiesen hat.

Die Narbe ist eine kleine Vertiefung an der Aussenseite des Schalenapex', wie schon gesagt, dem Sifo der ersten Kammer gegenüber. HYATT deutet dies Gebilde als eine verschlossene Oeffnung. Er meint nämlich, das Thier sondere im Embryonalleben eine besondere Embryonalschale ab; sobald dieselbe verlassen werde, krieche, meint HYATT, der junge Nautilus durch jene Oeffnung in die neue bleibende Schale hinein und schliesse darauf die Oeffnung zu. — Zugegeben, der *Nautilus* sondere eine besondere Embryonalschale ab — und dies lässt sich ja nicht leugnen, obgleich wir ja bis jetzt keinen Beweis für die Richtigkeit dieser Annahme haben — so liegt doch die Unrichtigkeit der HYATT'schen Ansicht von der Narbe als einstige Durchtrittsstelle des Embryo's so klar zu Tage, dass sie wohl keiner Widerlegung bedarf. Seine Ansicht ist übrigens schon von BARRANDE und BRANCO<sup>2</sup> zurückgewiesen; letzterer fragt mit Recht: »Wie denkt sich der Verfasser die Bildung der Schale?« — BLAKES<sup>3</sup> Beschreibung und Abbildung der Narbe scheint mir anzudeuten, er habe die Grenze derselben nicht richtig erkannt; es ist kaum wahrscheinlich, dass sie sich so weit auf die Seite des Sifo's strecken sollte, wie seine Figur zeigt. Indessen hat BLAKE richtig angegeben, dass die zwei Abtheilungen, aus denen die Schalenwand von Anfang an zusammengesetzt ist, auch in der Narbe zu finden sind; auch die Lagefolge ist nicht unterbrochen und folglich findet sich keine Andeutung die Wand sei hier einmal perforirt gewesen.

BARRANDE<sup>4</sup> nimmt an, die Narbe sei möglicherweise eine Oeffnung in der Schale durch die vom Körper des Thieres ein Ligament austräte, bestimmt, irgend ein embryonales, provisorisches Organ festzuhalten. Indem das Thier anfangs die Schale abzusondern, bedecke diese den ganzen Hintertheil desselben mit Ausnahme jener Oeffnung. Sobald das erste Septum abgesetzt sei, verschwände das provisorische Organ und die Oeffnung schliesse sich auf irgend eine Weise.

Schon BRANCO hat diese Annahme als sehr unwahrscheinlich zurückgewiesen und hat sich dabei hauptsächlich auf die Embryonalentwicklung bei *Sepia* gestützt, daran erinnernd, dass bei jener Form kein derartiges provisorisches Organ vorkomme. Noch mehr scheint mir BARRANDE's Annahme aber dadurch widerlegt zu werden, dass die Lagefolge in der Schalenwand nicht unterbrochen ist. Eine zusammenhängende Lagefolge setzt voraus, dass die Absonderung über die ganze absondernde Fläche gleichzeitig vor sich geht. Hat das Thier die Schalenwand einmal fertig gebildet, aber eine Oeffnung darin gelassen, so kann es weder mit dem Mantel noch mit einem anderen Theile in jener Oeffnung eine Absonderung hervorbringen, so dass die Lagen in die früher abgesetzten übergehen. Entweder wäre in dem Falle die Oeffnung unverschlossen geblieben oder sie wäre höchstens von einer Kalkablagerung ausgefüllt worden, wo die Lagen von den übrigen Lagen der Schalenwand getrennt waren. Zwar kommt eine amorfe Kalkablagerung, wie die Figur

<sup>1</sup> Syst. Sil. Boh. Vol. 2. Texte 5. S. 1377 u. folg.

<sup>2</sup> l. c. S. 46.

<sup>3</sup> l. c. S. 25, 26.

<sup>4</sup> Syst. Sil. Boh. Vol. 2. T. 5. S. 1379, 1387.

zeigt, in der Vertiefung, welche die Narbe bildet, vor (XII, 2 *a*), hat aber mit der Schalenwand selbst nichts zu thun.

Ich selber bin der Meinung, die Narbe sei dadurch hervorgebracht, dass während der ersten Schalenabsonderung in der Mantelfläche eine Einbuchtung vorgekommen. Dass derartige Unebenheiten in der Mantelfläche auch während des Wachsens der Schale vorkommen, davon zeugen ja der Dorsallobus und die Normallinie. Meine Deutung der Narbe stimmt also zunächst mit BRANCOS<sup>1</sup> überein, welcher die Narbe mit den Verzierungen der Schale bei vielen fossilen Nautiliden, Ammoniten etc. vergleicht.

Wie wir uns die Entstehung der oben geschilderten Verhältnisse vorzustellen haben, werde ich bei Darstellung des Wachsthumes zu erläutern versuchen.

### Das Wachsthum der Nautilus-Schale.

Ebenso wie meine Darstellung des Wachsthums der *Spirula*-Schale nur auf den Schalenbau und analoge Erscheinungen in der *Sepia*-Schale begründet ist, ebenso kann ich mich auch in betreff der *Nautilus*-Schale nur auf die nämlichen Verhältnisse stützen.

Da sich im Anfangstheile der Schale sowohl die äussere wie die innere oder Perlmuttersubstanz findet und die innere ganz und gar die äussere bedeckt, müssen wir, da die Schale eine äussere ist und beide Substanzen also von der hintern Mantelfläche abgesondert werden, annehmen, dies geschähe nicht gleichzeitig von Anfang an. Zuerst wird die äussere Substanz als eine Platte gebildet und erst wenn sie die Dicke erreicht, welche sie im Apex der Schale hat, fängt die innere Substanz an sich abzusetzen. Wäre die äussere gleich von Anfang an von der inneren überlagert, könnte sie nämlich nicht ihre völlige Dicke erreichen. Von da an geht die Absonderung so vor sich wie ich für die ausgebildete Schale angenommen habe, d. h. am Mantelrande wird die äussere Substanz, von der ganzen übrigen Fläche die innere Substanz abgesondert. Sobald nun die Schalenwand mit ihren zwei Substanzen fertiggebildet ist, folgt, noch ehe das erste Septum abgesetzt ist, eine Absonderung anderer Beschaffenheit. Wir erinnern uns, dass wir in der ersten Kammer auf der konvexen Seite des Septums eine Membran, in dem vorderen Kammerwinkel, im dem Winkel zwischen dem sifonalen Blindsack und der Schalenwand und zwischen dem Blindsack und der Schalenwand eine Substanz mit zerstreuten Kalkeinlagerungen gefunden haben;<sup>2</sup> ähnliche Bildungen finden wir auch in den übrigen Kammern. Auf diesen Thatsachen gestützt behaupte ich nun, dass für die Kammerbildung der *Nautilus*-Schale dieselben Erscheinungen wie in der *Sepia*- und *Spirula*-Schale stattfinden. Eine zusammenhängende Substanz sehr weicher Beschaffenheit wird in dem Raume, den später die Kammerhöhle einnimmt, abgesondert; durch irgend eine Veranlassung entsteht, wie in den Höhlenschichten der *Sepia*-Schale, eine Spalte in jener Substanz und die Lagen zu beiden Seiten werden nun zusammengepresst, die Hauptmasse doch, wie es scheint, nach der konvexen Seite des Septums hin. — Ich will nun eingehender entwickeln wie wir uns den Vorgang vorzustellen haben.

<sup>1</sup> l. c. S. 45.

<sup>2</sup> An der letztgenannten Stelle ist die Verkalkung fester, doch von anderer Beschaffenheit als der sifonale Blindsack.

Nehmen wir also an, ein Septum sei fertig und das Thier rücke vor um ein neues zu bilden. Während der Zeit, die es braucht um die Stelle zu erreichen, wo das neue Septum abgesetzt werden soll, sieht man, dass wenigstens auf einer Strecke der künftigen Kammer eine zusammenhängende Absonderung chitinöser Substanz thatsächlich stattfindet, nämlich in dem Theile der Sifonalhülle, der die Innenseite jeder Düte bekleidet. Die Pfeilerchen strecken sich ja nämlich zwischen der inneren Wand der Düte und der Membran, welche dem Sifonallumen angrenzt; letztere setzt sich in der nächst voran liegenden Düte weiter fort, wird also gleichzeitig mit dieser gebildet. Da nun die Düten nur röhrenförmig verlängerte Theile eines Septum's sind, ist auch der Raum zwischen der Innenwand einer Düte und der erwähnten Membran ein, wenn auch kleiner Theil einer Kammer. Ebenso haben wir gesehen, dass zwischen diesen Pfeilern horizontale, unverkalkte Chitinmembranen, die an den Pfeilern befestigt sind, hinlaufen, und aus deren Aussehen an den Haftstellen geht deutlich hervor, dass sie durch Zusammenpressung entstanden sind. Wie in den Höhlenschichten der Sepiaschale eine zusammenhängende Ablagerung thatsächlich nachgewiesen werden kann, so lässt sich auch eine solche in der Nautilus-Schale in einem Theil der Kammer deutlich beobachten. In den Sifo-Septalwinkeln<sup>1</sup> hören die zusammenhängenden Pfeiler auf.

Wenn also eine neue Kammer gebildet werden soll, fängt der auf der Innenseite der letztgebildeten Düte gelegene Theil des Sifo's an Chitinlagen abzusondern, in denen verkalkte Pfeiler mit unverkalkten Chitinlagen abwechseln; nur der unter dem hinteren Ende der Düte gelegene Theil verkalkt sich ganz und gar. Anfangs, wenn die peripherischen, d. h. die der Düte zunächst gelegenen Theile gebildet werden, liegt die Manteloberfläche, von welcher der Sifo, wie gesagt, nur eine Ausbuchtung ist, der konkaven Seite des Septum's ziemlich dicht an und auch in der Umgebung des Sifo's findet auf dem Septum eine zusammenhängende Absonderung statt, indem wie wir sahen dort kleine Pfeilerchen mit zwischenliegendem Chitin stehen (XII, 1, 3 *pf*<sup>1</sup>). Indessen rückt das Thier in der Schale immer vorwärts und entfernt sich mit der hintern Mantelfläche von dem letztgebildeten Septum. Während nun der unter der Düte gelegene Theil des fleischigen Sifo's fortwährend Pfeilerchen mit zwischenliegendem weichen Chitin absondert, setzt der während des Wachsens entstandene verlängerte Theil des Sifo's, welcher sich ausserhalb der Sifonalhöhle befindet, wie auch die Manteloberfläche nur weiche Chitinlagen ab, die eine direkte Fortsetzung der Hülllagen sind und in die Schalenwand auslaufen. Hierdurch erklärt sich also, weshalb die Lagerstreifen der Schalenwand zwischen zwei Septa frei gegen die Kammerhöhle auslaufen, indem diese Lagen in die weichen Chitinlagen, welche die künftige Kammerhöhle anfangs füllen auslaufen. Zuletzt werden die inneren Ende der Pfeiler gebildet (die wie wir sahen ein anderes Aussehen haben, da sie dunkler sind), ferner die Sifonalhülle in der Kammer und endlich deren Fortsetzung — die dunkle, feinkörnige Substanz, welche die Oberfläche der konvexen Seite des Septums ausmacht. Nun ist also das neue Septum in seiner ersten Anlage da; bald jedoch nimmt die Ablagerung ein anderes Aussehen an und nun setzt der Sifo die braune, die Innenseite des Sifo's bekleidende Chitinmembran und die Düte, der Mantel die Perlmutterlagen des Septums ab und die neue Kammer ist nun durch ein vollständiges Septum abgesperrt.

<sup>1</sup> So nenne ich den Winkel, welcher auf Pl. 12 Fig. 1 mit *spw* bezeichnet ist.

Verschiedene Theile des Mantels also setzen Schalentheile mit verschiedener Struktur ab, doch hängen die Lagen in diesen verschiedenen Abtheilungen unmittelbar mit einander zusammen. Also auch in der *Nautilus*-Schale begegnen wir derselben Erscheinung wie in der *Sepia*- und *Spirula*-Schale, nämlich, dass dieselbe Lage an verschiedenen Stellen eine verschiedene Struktur annimmt. Gleichzeitig werden die periferischen Enden der Pfeiler mit den zwischenliegenden Chitinlagen, die weichen Chitinlagen in der künftigen Kammerhöhle und die dunkle Substanz der Schalenwandlagen gebildet. Dann werden in einer Lagefolge die inneren Enden der Pfeiler, die Sifonalhülle in der Kammer (wenigstens zum grössten Theil) und die feinkörnige Substanz auf der konvexen Seite des Septums abge sondert. Zuletzt werden die Lagen der Chitimmembran, welche den Sifo innen bekleidet, die Düte und die Perlmutterlagen des Septums in einer zusammenhängenden Lagefolge gebildet; letztere setzen sich in den Lagen der Schalenwand der Wohnkammer weiter fort.<sup>1</sup>

In dem Raume zwischen den zwei letztgebildeten Septa befindet sich also nun eine Masse aus weichen, nicht verkalkten Chitinlagen bestehend, in der gewisse Veränderungen stattfinden. Wahrscheinlich entsteht nun im hintern Theil der Masse eine Spalte und ein Zusammenpressen der Masse zu beiden Seiten der Spalte beginnt, so dass die Lagen an die Kammerwände gepresst werden. Es ist nun klar, dass wenn die Lagenmasse von der Spalte aus gegen die Wände gepresst wird, sie zuletzt, wenn das Zusammenpressen sein Maximum erreicht hat und die Lagen nach demselben keinen Veränderungen unterliegen, in Form einer dünnen Membran die ganze Innenseite der Kammerhöhle bekleiden muss.

In meiner voranstehenden Darstellung des Schalenbaues habe ich nachgewiesen, dass dies auch der Fall ist. Zwar lässt sich die Membran nicht überall als ein zusammenhängendes Gebilde verfolgen, doch lassen sich wenigstens Bruchstücke derselben in allen Theilen der Kammerwände nachweisen. Der grösste Theil der Chitinmasse wird der konvexen Seite des Septum's angepresst und deshalb sind die Reste in Form einer distinkten Membran da am deutlichsten.

Im vordern Kammerwinkel ist die Zusammenpressung nicht so stark gewesen, weshalb dieser Winkel von einer nicht zusammengepressten Masse ausgefüllt ist; möglicherweise auch tritt die Verkalkung da sehr früh ein, was das Zusammenpressen verhindert. Die verkalkte Ausfüllungsmasse streckt sich sowohl auf die konvexe Seite des Septum's wie auf den nächst angrenzenden Theil der Schalenwand über. Man kann die Membran vom Septum aus über die der Kammerhöhle zugewandten freien Fläche der Ausfüllungsmasse verfolgen, wo sie als ein unverkalkter Ueberzug liegt. Indessen habe ich beobachtet, dass sie in der Nähe der Schalenwand verkalkt wird und dann mit der Ausfüllungsmasse zusammenschmilzt, was Ursache ist, dass sie sich nur ausnahmsweise als freie Membran auf der Schalenwand verfolgen lässt. An einem Präparate habe ich gesehen, wie ein kleines Stück derselben, das unverkalkt geblieben war, auf der Schalenwand umbog. Hier und da auf der Schalenwand und der konkaven Seite des Septums kann man die

<sup>1</sup> Die von SEMANN (Ueber die Nautil., Paläontogr. Bd 3. S. 128). QUENSTEDT (Ueber einige Hauptorgane der Nautilen. Arch. f. Naturgesch. 1836. Jahrg. 2. S. 251) u. v. LIERING (Nervensyst. d. Moll. S. 280) dargestellten Ansichten, dass die Düte und Hülle nicht von demselben Organ, dem Sifo abge sondert werden können, weil dieselben von verschiedener Beschaffenheit sind, ist schon von BRANCO (l. c. S. 58) richtig widerlegt worden.

Membran in unverkalktem Zustande wahrnehmen, doch ist sie immer nur in Bruchstücken vorhanden. An vielen Stellen sieht man deutlich, dass dieselbe ganz und gar verkalkt ist und somit einen Theil der Schalenwand ausmacht. Die Verkalkung tritt selbstverständlich erst dann ein, wenn die Zusammenpressung zu Ende ist.

Nach der oben dargelegten Hypothese über die Kammerbildung sollte man also eigentlich wahrnehmen können, wie die Membran auch im Sifo-Septalwinkel auf der konkaven Seite des Septums vom Sifo umbiegt. Dies ist jedoch nicht immer möglich und ich gebe zu, dass wir hier auf einen schwachen Punkt stossen. Ich habe doch an einigen Stellen thatsächlich ein derartiges Verhalten gefunden, jedoch immer nur Bruchstücke der Membran. Dass man dieselbe nicht öfter da findet, lässt sich wohl dadurch erklären, dass nach allem zu urtheilen, der allergrösste Theil der weichen Chitinlagen nach vorn gedrängt wird und nur sehr wenig nach dem hintern Theil der Kammer, weshalb die Reste derselben da undeutlich sind.

Eine andere Ursache, weshalb die Membran auf der konkaven Seite des Septum's und der Schalenwand nicht überall deutlich zu sehen ist, kann wohl auch die sein, dass sie während des Pressens an verschiedenen Stellen zerreisst und dadurch nur als Bruchstücke übrig bleibt.

Was mir aber in hohem Grade dafür zu sprechen scheint, dass die braune Membran das Resultat einer Zusammenpressung sei, ist, dass in derselben häufig Falten vorkommen, besonders in den jüngeren Kammern, wo die Membran am deutlichsten ist. Jene Falten sind jedoch nicht frei, sondern sind im Gegentheil so fest über einander zusammengeklebt wie dies nur durch sehr kräftigen Druck möglich ist. Jeder, der eine gut erhaltene Nautilus-Schale hat, kann sich hiervon überzeugen. Wie diese Falten in ihrem gegenwärtigen Zustande vom Mantel abgesondert werden können, ist mir unerklärlich, ja ich möchte sogar behaupten dies sei unmöglich; ebenso wenig kann ich begreifen wie dieselben einander so fest angeklebt sein konnten ohne einer starken Pressung ausgesetzt gewesen zu sein. Bemerket sei noch, dass sie keineswegs vom Einschrumpfen der Membran beim Trocknen herrühren können, da ich sie auch beim Spiritusexemplare angetroffen habe. Die Entstehung solcher Falten ist leicht zu erklären, ja, man könnte fast sagen, sie seien die natürliche Folge davon, dass die Lagen von der entgegengesetzten Seite der Kammer gepresst werden; bilden sich dann in dieser Masse Falten, was ja fast regelmässig eintreten muss, so werden dieselben über einander gepresst und durch den starken Druck fest auf einander geklebt.

Meine Ansicht über die Entstehung der Kammern gründet sich also hauptsächlich auf die Beschaffenheit und den Verlauf dieser braunen Membran, nebst den Verhältnissen in dem vordern Kammerwinkel. Die Lagerichtung in der braunen Membran ist nämlich mit der Fläche derselben parallel; da dieselbe nun die ganze Innenseite der Kammer bekleidet, so kann ich nicht begreifen, wie sie in ihrer gegenwärtigen Lage vom Mantel abgesondert werden kann; ihr Verlauf, besonders im vordern Kammerwinkel, spricht dafür, dass sie nur durch Zerspaltung und Zusammenpressen einer zusammenhängenden Lagermasse entstanden ist, ganz wie wir es für die Membranen im Höhlenschichtwinkel der Sepiaschale thatsächlich nachweisen konnten. In betreff der unregelmässig verkalkten Ablagerung, welche den vorderen Kammerwinkel ausfüllt, habe ich schon bemerkt, dass man an ent-

kalkten Schnitten deren Zusammenhang mit dem dem Septum unmittelbar angrenzenden, verdickten Theil der dunklen Substanz (XI, 1  $x^1$ ) sehen kann. Dieser verdickte Theil nimmt am Zuzammenpressen natürlich nicht Theil; dessen Lagen verkalken sich und bekommen die Struktur der Substanz unmittelbar nach ihrer Absonderung. An entkalkten Schliffen zeigt sich doch, dass sich die Lagen in denen, welche die Grundsubstanz der Ausfüllungsmasse bilden, fortsetzen. Die Grundsubstanz der letzteren zeigt ein Netzwerk von Chitin-fäden, was anzudeuten scheint, dass dieselbe nach der Absonderung Spaltungen unterlegen ist. Hinzufügen will ich übrigens, dass schon BLAKE es für unmöglich gehalten, dass die Ausfüllungsmasse auf gewöhnliche Weise vom Mantel abgesondert sein könnte; seine Erklärung jedoch, dieselbe sei durch »capillary attraction»<sup>1</sup> dahin gekommen, ist mir unverständlich.

NATHUSIUS-KÖNIGSBORN<sup>2</sup> giebt an, das Septum zeige sich, wenn es angelegt ist, zuerst als eine ringförmige, rings um die Innenseite der Schalenwand laufende Erhöhung. Dies ist gewissermassen richtig, wenn man zum Septum auch den verdickten Theil der Schalenwand (XI, 1  $x^1$ ) mitrechnet. Die Lagestreifen jenes Theiles laufen in die Ausfüllungsmasse aus und man sieht leicht ein, dass sie vor der Ablagerung des Septums gebildet werden müssen und somit auf der Schalenwand als Erhöhung vorkommen. Dagegen kann das eigentliche Septum nie als ringförmige Erhöhung anfangen; die Lagen desselben laufen nämlich mit der Oberfläche derselben parallel und müssen also in ihrer ganzen Ausdehnung gleichzeitig abgesetzt worden sein.

Ich habe Schliffe durch eine Schale gemacht, wo das letztgebildete Septum »rudimentär» war. Der verdickte Theil war schon fertig und das Septum angefangen. Das kurze Stück desselben, das noch erhalten war, war sehr dünn und nur in seinem peripherischen Theile vorhanden. Der übrige Theil war zerbrochen und weggefallen. Bemerkenswerth ist, dass der vordere Kammerwinkel der jüngsten Kammer die grobkrystallinische Ausfüllungsmasse vollständig entbehrte, wozu die Ursache folgende sein kann. Wenn beim Sterben des Thieres das jüngste Septum noch im Bilden begriffen ist und nur eine geringe Dicke erreicht hat, so ist es wenn die Schale im Wasser herumtreibt oder ans Ufer geworfen wird dem Zebrechen natürlich sehr leicht ausgesetzt; dies war bei oben erwähnter Schale der Fall. Die jüngste, hinter der Wohnungskammer gelegene Kammer ist dann dem Einwirken des Wassers und der Luft ausgesetzt. Wäre es nun wirklich so, dass ein Zuzammenpressen der weichen Lagermasse noch nicht stattgefunden hätte, sondern dass dieselbe die ganze Kammerhöhle ausfüllte, dann wäre sie ganz gewiss zu Grunde gegangen ohne eine Spur zu hinterlassen; um dies zu beweisen brauche ich nur zu wiederholen, was ich über den unverkalkten Endtheil des Sifo's in der Anfangskammer bei *Spirula* erwähnt habe: ist die Wand der Anfangskammer zerstört, so ist es nicht möglich die geringste Spur von diesem Endtheil zu entdecken. — Möglich ist es also, dass die weiche Lagermasse noch nicht zusammengepresst gewesen ist und demnach selbstverständlich, dass auch die Ausfüllungsmasse nicht da sein konnte; ebenso möglich ist es auch, dass die Zuzammenpressung schon stattgefunden hat, die Ausfüllungsmasse jedoch zerstört worden ist. Es ist keine Spur derselben da, obwohl, wie ich oben erwähnte, dieselbe in den Kammern regel-

<sup>1</sup> l. c. S. 19.

<sup>2</sup> l. c. S. 112.

mässig vorkommt und ein deutlicher Zusammenhang der Grundsubstanz zwischen dieser und dem verdickten Theil immer nachweisbar ist. Ich stimme NATHUSIUS-KÖNIGSBORN völlig bei, wenn er sagt, dass nur die Untersuchung solcher Schalen in frischem Zustande über deren Bildung sichere Auskunft geben könnte.

Ueber die Art und Weise wie die Absonderung der weichen Lagermasse im einzelnen vor sich geht, kann ich mich natürlich nicht äussern. Ziemlich wahrscheinlich ist es doch, dass nicht alle Lagen, welche die künftige Kammerhöhle erfüllen, in den vordern Kammerwinkel auslaufen; die meisten gehen wahrscheinlich während des Vorrückens des Thieres in die Schalenwand über; wenigstens wird ein solches Verhältniss durch die gegen die Kammer auslaufenden Lagerstreifen der Schalenwand angedeutet; ein ähnliches Verhalten finden wir auch in den Höhlenschichtlagen bei *Sepia*.

Ein Verhältniss, das bei älteren Schalen ziemlich gewöhnlich, wenn auch nicht Regel ist, ist, dass die jüngste Kammer sichtlich kleiner als die vorhergehende ist. Dies haben die Anhänger der Intussusceptionstheorie als einen Beweis für das intussusceptionelle Wachstum der Schale angeführt. Wäre diese Deutung richtig würde man doch dasselbe Verhältniss auch bei kleineren Schalen wiederfinden, was mir an den vielen von mir untersuchten Exemplaren nie gelungen ist; ganz dasselbe giebt v. LENDENFELD<sup>1</sup> an. Betreffs der Deutung dieses Umstandes schliesse ich mich der Ansicht derer an, welche ihn als eine Folge der vollendeten Kammerbildung ansehen. Diese Deutung gewinnt noch mehr an Wahrscheinlichkeit dadurch, dass ich unter den später gebildeten nie eine solche Kammer gefunden habe was wohl bei intussusceptionellem Wachstum der Fall sein möchte; es darf ja nicht geleugnet werden, dass eine solche vorkommen kann, doch muss das dann als eine Abnormität betrachtet werden. Dagegen hat BATHER<sup>2</sup> die Aufmerksamkeit darauf gelenkt, dass die achte Kammer, vom Anfang der Schale gerechnet, kleiner als die angrenzende ist — eine Beobachtung, die ich an mehreren Exemplaren bestätigen kann. Dies hängt möglicherweise mit der Lage der Kammer, gerade da wo die Schale umbiegt um das zweite Spiral zu bilden, zusammen.

Noch ein paar Worte über die erste Kammer. Wie wir uns erinnern liegt zwischen dem sifonalen Blindsack und der hinteren Kammerwand eine verkalkte Substanz. Dies lege ich dahin aus, dass die Funktion des absondernden Mantelepithels schon während der Absonderung der weichen Substanz so differenziert gewesen, dass ein Theil desselben, nämlich der, welcher später den Sifo absondern sollte, eine festere Substanz abgesetzt hat.

Die erste Ansicht über die Entstehung der Kammern, die sich geltend gemacht hat, ist die von OWEN dargestellte, nämlich dass das Thier, sobald ein neues Septum gebildet werden soll, die Schalenmuskeln losmacht, ein Stück in der Schale vorrückt, sich auf's neue anheftet und die Absonderung des Septums beginnt. Diese Auffassung dürfte nun ziemlich allgemein verworfen sein. Später hat man die Anschauung von VALENCIENNES dass das Thier allmählich und langsam vorrücke, angenommen. Sobald ein Septum fertig gebildet wäre finge das Thier an nach vorn zu rücken; während des Vorrückens sondere

<sup>1</sup> Bemerkungen zu Riefstahls Wachstumstheorie der Cephalop.-Schalen. Zool. Jahrbücher, Abth. Syst., Geogr. n. Biol. 3. Band. 2. Heft.

<sup>2</sup> Growth of Ceph. Sh.

der Mantel Luft oder Gas ab bis das Thier zur Stelle gekommen ist, wo das neue Septum seinen Platz haben sollte; dann finge der Mantel wieder an Chitin abzusondern.

An dieser Stelle sei noch daran erinnert, dass sich thatsächlich eine zusammenhängende Absonderung von Chitin in einem Theil der Kammer nachweisen lässt, nämlich auf der Innenseite der Sifonaldüte und der konkaven Seite des Septums. Der dort gelegene Theil des Sifo's und Mantels besorgt jene Absonderung. Da nun der Sifo ein Theil des Mantels ist, sollte also nach eben angeführter Theorie das Mantelepithel auf einem bestimmten Punkte und zu einer bestimmten Zeit die Fähigkeit verlieren Chitin abzusondern, um dann jene Fähigkeit ziemlich plötzlich wieder zu bekommen.

Einen Beweis für die Luftabsonderung glaubt WAAGEN<sup>1</sup> darin gefunden zu haben, dass er auf der konkaven Seite des jüngsten Septums den Abdruck eines reich verzweigten Blutgefässsystems nachgewiesen hat, das er als Quelle der Luftabsonderung ansieht.

SCHRÖDER<sup>2</sup> betrachtet die Ausscheidung der auf der konvexen und konkaven Seite jedes Septum's befindlichen Membranen als einen Uebergang zwischen Kalk- und Luftabsonderung. Ich jedoch kann in diesen keinen Uebergang zur Absonderung der septalen Lagen sehen, da dieselben ja sehr leicht vom Septum abgeschabt werden können, nur hier und da mit Kalkkörnchen versehen sind und ein ganz anderes Aussehen als die septalen Lagen haben. Dazu kommt noch das Verhalten der Membran im vorderen Kammerwinkel, was meines Erachtens durch die Annahme, dieselbe wäre in ihrer jetzigen Lage vom Mantel abgesondert, nicht erklärt werden kann. WAAGEN's Ansicht, die Pfeilerchen auf der konkaven Seite des Septums seien durch Eindringen von Luftbläschen zwischen die abgesonderten Kalkpartikel entstanden, bin ich schon entgegengetreten.

Um das Vorkommen der obengenannten Membran auf der Innenseite der Kammerwände zu erklären, nimmt EDWARDS<sup>3</sup> an, dieselbe habe den Zweck, die Lebenskraft (»vitality») der Schale zu erhalten. Diese Ansicht bedarf wohl keiner besonderen Widerlegung; die Membran ist und bleibt ein todttes Gewebe, ohne Fähigkeit der Schale irgend eine Lebenskraft einzufflössen.

Um die Entstehung der Septen zu erklären stellt SEELY<sup>4</sup> folgende Annahme auf: sobald die Generationsprodukte reif und ausgeleert seien, müsse der Mantel hinten zusammenfallen und zwischen ihm und dem jüngsten Septum also ein leerer Raum entstehen; jener leere Raum werde nun durch ein neues Septum abgesperrt. Dass diese Hypothese schwerlich richtig sein kann, scheint mir daraus hervorzugehen, dass die Septalbildung ja in einer so frühen Lebensperiode des Thieres anfängt, wo dasselbe aller Wahrscheinlichkeit nach gar nicht geschlechtsreif sein kann.

Ueber das Wachsthum der Schale im übrigen ist nicht viel zu sagen. Gleichzeitig mit dem Vorrücken des Thieres in der Schale setzt sich an der Mündung neue Substanz ab. Die Muskeln rücken wahrscheinlich so vor wie es KEFERSTEIN zuerst dargestellt hat, nämlich dadurch, dass am Vorderrand des Muskels neue Muskelsubstanz entsteht,

<sup>1</sup> l. c. S. 186, 187.

<sup>2</sup> Pseudoseptale Bildungen in den Kammern fossiler Cephalopoden. Jahrb. Kgl. Preuss. geol. Landesanstalt u. Bergakademie. Berlin 1887.

<sup>3</sup> Monogr. eocene Moll. Prt. 1. Cephalopoda. London 1849.

<sup>4</sup> Rep. Brit. Ass. Adv. Sc. 1864. S. 100.

während sich dieselbe am hintern Rande resorbirt. Ganz dieselbe Ansicht spricht TULLBERG<sup>1</sup> betreffs der Wanderung der Schalenmuskeln bei *Mytilus* aus.

Ueber die Bedeutung des Sifo's für das Thier habe ich keine sichere Meinung. So viel sei doch gesagt, dass derselbe kein hydrostatisches Apparat sein kann, da seine feste Struktur Erweiterung und Zusammenziehung verhindert. Meinstheils bin ich geneigt anzunehmen, dass, wenn der Sifo in der phylogenetischen Entwicklung der Cephalopoden einmal eine Rolle gespielt hat, dieselbe vom Sifo der jetzt lebenden Spiruliden und Nautiliden nicht mehr ausgeführt werden kann. Der Sifo wäre also als eine Art rudimentäres Organ zu betrachten. In betreff der über diesen Gegenstand vorkommenden Ansichten verweise ich auf ZITTEL,<sup>2</sup> wo sie auf eine befriedigende Weise behandelt werden.

Ich kann endlich das Kapitel über den Schalenzuwachs nicht abschliessen ohne eine Erscheinung zu berühren, die besonders in den späteren Jahren Gegenstand von Untersuchungen gewesen ist, nämlich das Vorkommen der sogenannten Pseudosepten in den Kammern fossiler Nautiliden. Dass diese Bildungen organischer Natur, d. h. von dem Thiere abgesondert sind und nicht etwa auf Krystallisationserscheinungen in der eingedrungenen Schlammasse beruhen, kann ich nach einem von mir angefertigten Dünnschliffe völlig bestätigen. Ueber deren Entstehung herrschen verschiedene Ansichten und es würde zu weit führen auf sie alle hier einzugehen. Ich verweise betreffs dessen auf die Arbeit von HOLM,<sup>3</sup> der auch selbst Beschreibung und Abbildungen der Pseudosepten geliefert hat. Dieselben scheinen, wie HOLM bemerkt und wie auch ich meinem Dünnschliffe von *Ancistroceras undulatum* BOLL nach bestätigen zu können glaube, aus zwei dünnen, anfänglich biegsamen, später verkalkten Membranen zu bestehen, die durch eine weichere Schicht organischer Substanz verbunden sind. Sie gehen von dem vordern Kammerwinkel aus, laufen schräg nach hinten und sind oft gegen den Sifo hin in zwei Zweige gespalten, die sich beide über den Sifo ausbreiten, der eine nach vorn, der andere nach hinten umbiegend. In dem durch die Spaltung entstandenen Zwischenraum ist vom Sifo aus oft Schlamm eingedrungen.

Obwohl sich natürlich die Lagerichtung in diesen dünnen Pseudosepten nicht beobachten lässt, ist es kaum anders möglich, als dass sie mit der Oberfläche derselben parallel ist. Daraus folgt aber auch, dass die Lagerichtung in den beiden Zweigen der Membran eine entgegengesetzte ist, nämlich dass die Lagen des vorderen Zweiges nach vorn, die des hinteren nach hinten gehen. Dies Verhältniss lässt sich wieder unmöglich erklären, wenn man annimmt, dass die Pseudosepten in ihrer gegenwärtigen Lage vom Mantel abgesondert seien.

Wir müssen uns erinnern, dass der Mantel der von ihm abgesonderten Substanz immer dicht anliegen muss; wären also jene Zweige in ihrer gegenwärtigen Lage vom Mantel abgesondert worden, so müsste folglich die hintere Wand des Mantels, in der Umgebung des Sifo's, wenn der hintere Zweig abgesondert wird, diesem dicht anliegen, für die Absonderung des vorderen hingegen müsste sie nach vorn umgebogen sein; solche Ver-

<sup>1</sup> Hummerpanzer u. Molluskenschale. S. 27. Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl. Bd 19.

<sup>2</sup> Handbuch der Palaeontologie. S. 348, 349.

<sup>3</sup> Ueber die innere Organisation einiger silurischen Cephalopoden. Palaeont. Abhandl., herausgegeben von Dames und Kayser. 3 Bd. 1. Heft. 1885.

änderungen in der Lage des Mantels sind aber nicht denkbar. Der Verlauf der beiden Zweige dagegen ist die ganz natürliche Folge eines Zusammenpressens von zwei Seiten her. Wenn wir also, in Uebereinstimmung mit meiner Theorie der Kammerbildung bei *Nautilus*, annehmen, dass die Kammer von einer sehr weichen Chitinmasse ausgefüllt gewesen ist, so muss in dieser eine Spaltung und Zusammenpressung eintreten. Anstatt dass nun, wie bei den meisten übrigen Formen, eine Spalte entsteht und die Lagen gegen die Kammerwände gepresst werden, entstehen bei *Ancistroceras* deren zwei, eine in der Nähe jedes die Kammer begrenzenden Septum's. Die Chitinlagen streben nun mittelst des Pressens sich immer mehr vom Centrum der Spalte zu entfernen. Die zwischen den Spalten befindliche weiche Masse wird also nun, indem sich die Spalten mehr und mehr erweitern, zusammengepresst, bis sie zuletzt ein membranartiges Gebilde in der Mitte der Kammer darstellt, entsteht also auf dieselbe Weise wie die Membranen in den Höhlenschichten bei *Sepia*. Da wo die weiche Masse an ein festes Gebilde, in diesem Falle den Sifo stösst, muss die durch die Zusammenpressung entstandene Membran, wenn die Pressung von zwei entgegengesetzten Seiten stattgefunden hat, ein wenig gegabelt werden und die beiden Zweige nehmen, auf die feste Bildung übergehend, einen entgegengesetzten Verlauf.<sup>1</sup> Denselben Vorgang können wir bei den Membranen in der Sepiaschale sehen (S. 23—24) und dieselbe Entstehungsweise habe ich auch für den Prosifo in der Anfangskammer der *Spirula*, auf seinen Bau begründet, behauptet (S. 68). Was dagegen die Ursache dazu ist, dass zwei Spalten anstatt einer entstehen, lässt sich natürlich schwer bestimmen; betreffs der Entstehung des Prosifos bei *Spirula* habe ich versucht dieselbe zu erklären. Das unregelmässige Aussehen und die an verschiedenen Stellen verschiedene Dicke, welche, wie HOLM bemerkt, die Pseudosepta zeigen, stimmt mit der oben von mir angedeuteten Entstehungsweise sehr wohl überein; derartige Unregelmässigkeiten zeigt auch der Prosifo.

HOLM beschreibt wie vom Sifo aus öfters Schlamm zwischen beide Zweige der Membran eingedrungen und bemerkt dazu (S. 21): »Der Sifo scheint hier, wenigstens auf der einen oder anderen Seite keine eigene, festere Hülle gehabt zu haben«. Ich habe selber keine eingehenden Untersuchungen angestellt, doch muss ich bemerken, dass es mir eigenthümlich vorkommt, dass der Sifo stellenweise hüllenlos gewesen wäre. Könnte man nicht eher annehmen, dass die Hülle ihrer Zerbrechlichkeit wegen hier und da abgefallen sei und so die Verbindung zwischen der Membran und dem Sifo offen gelassen hätte? Den Abbildungen von HOLM zufolge sind die Sifonalwände an einigen Stellen vollständig und da ist auch kein Schlamm zwischen die Zweige der Membran eingedrungen. Höchst unwahrscheinlich scheint es mir, dass die Hülle nur hier und da abgelagert sein sollte.

Zum Schluss sei noch ausdrücklich bemerkt, dass die von mir dargestellte Ansicht über die Kammerbildung bei *Nautilus* eine Hypothese ist, da ich zur Untersuchung keine Schale gehabt habe, in der eine Kammer im Entstehen begriffen war. Doch stützt sich meine Hypothese auf Verhältnisse des Kammerbaues, welche mit denen in den Höhlen-

<sup>1</sup> »Zweige« ist zwar nicht ein völlig richtiger Ausdruck weil selbstverständlich in dem von denselben umschlossenen Raume noch ein Theil der ursprünglichen Kammerhöhle-Lagen sich befindet. (Vergl. Sepiaschale s. 24). Diese sind doch nicht nachweisbar, weshalb der Anschein entsteht als ob die Membran gespalten wäre. Dass die Pseudosepta aus zwei durch eine weichere Substanz verbundenen Membranen zu bestehen scheinen, kann so erklärt werden dass die Zusammenpressung nicht vollständig gewesen ist und somit ein Theil der Lagen in ziemlich unverändertem Zustand zwischen den Oberflächen der Membran zu liegen kommt.

schichten bei *Sepia* vorkommenden übereinstimmen und welche, wie ich thatsächlich nachweisen konnte, gerade denjenigen Vorgängen, die ich für die *Nautilus*-Schale angenommen habe, ihre Entstehung verdanken.

## Vergleich der Schalen von *Sepia*, *Spirula* und *Nautilus*.

Ans meiner voranstehenden Darstellung ist schon die Gemeinschaft im Bau der drei Schalen, trotz ihrer Verschiedenheit in Lage und Beziehung zum Thiere hervorgegangen. Die Homologien sind schon von VOLTZ in grossen Zügen nachgewiesen, wie ich schon früher erwähnt habe, obschon von ihm keine Detailuntersuchungen vorgenommen worden sind.

*Sepia* und *Spirula* haben eine innere, in einem Schalensacke eingeschlossene Schale; bei ihnen dient kein Theil derselben zur Aufnahme des Thieres selber. Die *Nautilus*-Schale ist eine äussere und ihr vorderster Theil dient dem Thiere zur Wohnung.

Bei allen drei Formen kann man zwei Hauptabtheilungen der Schale unterscheiden: eine äussere Schalenwand und ein innerer, gekammerter Theil. Die äussere Schalenwand besteht bei allen drei Formen aus, der Struktur nach wohl getrennten Abtheilungen, zwischen denen es immer deutliche und oft scharf markirte Grenzlinien giebt, obwohl sich bei allen drei Formen nachweisen lässt, dass die Lagen der einen Abtheilung mit denen der angrenzenden zusammenhängen. Dies ist besonders an den Zuwachspunkten der verschiedenen Theile sichtbar. Der innere gekammerte Theil besteht bei allen drei Formen aus Hohlräumen, von der Schalenwand und den Septen begrenzt. Die Septen sind aus Lagen zusammengesetzt und diese Lagen sind direkte Fortsetzungen der Schalenwandlagen.

Bei *Spirula* und *Nautilus* ist der Sifo wohl entwickelt, bei *Sepia* dagegen rudimentär. Bei den beiden ersten besteht derselbe aus zwei Abtheilungen: einer röhrenförmigen, nach hinten ragenden Fortsetzung des Septums und von gleicher Struktur wie dieses, der Düte, und einer zweiten, welche gleichfalls eine direkte Fortsetzung der Düte ist, jedoch eine andere, weichere Struktur zeigt, der Hülle. Der Sifo bildet also eine zusammenhängende Röhre, die sich bis zur Anfangskammer der Schale erstreckt, wo dieselbe bei beiden Formen blind endigt. Die von einer Düte ausgehende Hülle legt sich am Endpunkte der nächst hinterliegenden Düte derselben dicht an und man kann also sagen, dass sich die Septa mit ihren hintersten Theilen einander anlegen.

Bei *Sepia* sind es hauptsächlich die oberen oder Rückentheile der Septa und des Sifo's, welche entwickelt sind, was mit der abgeplatteten Form der Schale zusammenhängt; die unteren oder Bauchtheile jener Bildungen sind zu der sogenannten Gabel reducirt. Die Homologien mit den beiden andern Schalen sind doch, wie mir scheint, klar. Die Lamellen, welche die Gabel bilden, oder wie ich sie benannt habe die Gabel-septa, sind direkte Fortsetzungen der Wulstsepta; liefe nun jedes Gabelseptum in Höhe des letztgebildeten Wulstseptum quer über die Schale hin und schliesse mit dem Wulste zusammen einen Hohlraum ein, anstatt zuerst den Wulstseiten entlang nach hinten zu gehen um erst da so zu verlaufen, dann bildete sich eine grosse Sifonhöhle. Jedes

Septum legt sich mit seinem hinteren Rand dem hinterliegenden dicht an; im hinteren Theile jedes Septums kann man eine Abtheilung die der Düte der andern Schalen entspricht, und eine schwach verkalkte, der Hülle entsprechende, unterscheiden. Auch die Gabelsepta legen sich mit ihren freien Rändern einander an. An jüngeren Schalen ist die Schalenwand auch auf der Unterseite, d. h. unter dem Hinterende der Gabel, zu finden; bei einigen *Sepia*-Arten kommt sie da auch an alten Schalen vor.

Die Auffassung der Kavität zwischen Wulst und Gabel als einer rudimentären Sifonhöhle scheint somit ausser Zweifel gestellt. Man kann sich leicht denken, wie solche rudimentäre Sifonhöhle entsteht. Wenn sich die Schale mehr und mehr abplattet und gleichzeitig an Breite zunimmt, muss dieselbe, um nicht zu viel Platz zu nehmen, an Höhe vermindert werden. Dies Ziel kann nur dadurch erreicht werden, dass die unteren Theile der Septa und des Sifo's immer dichter zusammengepresst und schliesslich, wie bei *Sepia*, im Hinterende der Schale zusammengedrängt werden. Ein Uebergang zu diesem Verhältnisse finden wir bei der eocenen *Belosepia*.

*Spirula* und *Nautilus* haben einen fleischigen Sifo, der als röhrenförmige Verlängerung des Mantels im Schalensifo eingeschlossen ist. Ein entsprechendes Gebilde habe ich bei *Sepia* gefunden, indem eine zugespitzte Erhöhung (die jedoch nicht hohl ist) des hinteren Theiles des Mantels in die oben erwähnte rudimentäre Sifonkavität hineinragt. Doch muss man den ganzen, dem gestreiften Theil des Wulstes anliegenden Theil des Mantels als Homologon des fleischigen Sifo's bei *Spirula* und *Nautilus* auffassen, die erwähnte Erhöhung als dessen Endtheil deuten.

Die Kammern der *Spirula*- und *Nautilus* Schalen stimmen darin überein, dass sie grösstentheils Hohlräume sind und nur in einer kleinen Abtheilung — auf der Innenseite der Düte — Pfeiler haben. In den Kammern oder, wie ich sie benannt habe, den Höhlenschichten der *Sepia*-Schale, kommen dagegen in deren ganzer Ausdehnung Pfeiler vor. Die Ursache hierzu ist in dem schwachen Bau der Septen zu suchen, denen die Pfeiler als Stütze dienen. — Die Kammern sind bei allen drei Formen sekundäre Bildungen, indem die Hohlräume anfangs von einer weichen Chitinmasse ausgefüllt sind, die sich später spaltet und den Kammerwänden angepresst wird; bei *Sepia* wird doch die Kammerhöhle dadurch, dass die Pfeiler nur eine begrenzte Zusammenpressung der Masse erlauben, durch beim Zusammenpressen entstandene dünne Membranen in mehrere kleinere Hohlräume abgetheilt. Bei *Sepia* lässt sich eine solche Entstehungsweise der Höhlenschichten tatsächlich nachweisen, bei *Spirula* und *Nautilus* habe ich die Hypothese auf Bauverhältnisse, derjenigen in der *Sepia*-Schale analog, begründet.

Die Schalenmuskeln — *Musc. depressores infundibuli* — sind bei *Sepia* und *Nautilus* einander völlig homolog; inwiefern dies auch mit der *Spirula* der Fall ist, kann bei unserer gegenwärtigen Kenntniss des Thieres nicht entschieden abgemacht werden; doch ist es sehr wahrscheinlich, da derselbe Muskel zur Schale hinabreicht und angeblich in die jüngste Kammer hineinragt. Die näheren Einzelheiten jedoch sind nicht bekannt.

Wenn auch die drei Schalen in ihren Hauptzügen mit einander übereinstimmen, so lässt sich's doch nicht leugnen, dass sie auch grosse Verschiedenheiten aufzuweisen haben, die sich zu allererst darin begründen, dass die *Nautilus*-Schale eine äussere, die *Spirula*- und *Sepia*-Schale dagegen eine innere ist. Die natürliche Folge dieses Umstandes ist,

dass das Wachsthum verschieden sein muss. Bei den beiden letzteren geht zwar der Hauptzuwachs der Schale an dem Rand derselben vor sich, doch findet auch auf der Schalenoberfläche während des ganzen Wachsthums eine Ablagerung statt. Bei *Nautilus* dagegen muss der Zuwachs nur in den vorderen Theilen der Schale vor sich gehen, da die älteren Theile von keinen Weichtheilen umschlossen sind. Von *Nautilus* und *Spirula* weicht *Sepia* ausserdem durch den Besitz eines Rostrum's ab.

Die Anfangskammern bei *Spirula* und *Nautilus* bieten ziemlich grosse Verschiedenheiten dar, unter anderen auch die, dass sie bei *Spirula* durch kein eigentliches Septum abgegrenzt ist and dass der Sifo weit von der hintern Kammerwand beginnt; bei *Nautilus* ist zwischen erster und zweiter Kammer ein deutliches Septum vorhanden und der Sifo liegt mit seinem Anfang der hintern Kammerwand dicht angepresst. Bei beiden Formen aber fängt derselbe blind an, bei *Spirula* mit einem unverkalkten, bei *Nautilus* mit einem verkalkten Anfangstheil; bei den letztgenannten endet auch der Sifo der zweiten Kammer blind. *Sepia* ist durch ihre rudimentären, unteren septalen Theile so anders, dass betreff der Anfangskammer kein Vergleich mit den beiden andern Formen angestellt werden kann.

Der anscheinend grösste Unterschied jedoch zwischen *Sepia* und *Spirula* einerseits, *Nautilus* andererseits besteht in Bezug der Lage der Schale zum Thiere. Die konkave Seite der *Sepia*-Schale wendet nach unten und wenn man sich die *Spirula*-Schale aufgerollt vorstellt, bekommt diese ganz dieselbe Lage, da sie nach der Bauchseite eingerollt ist. Bei den recenten *Nautiliden* dagegen ist die Schale nach der Rückenseite eingerollt und wenn die Windungen aufgerollt wären, würde also die konkave Seite der Schale nach oben gerichtet sein. Man kann sich also keine direkte Entwicklungsfolge von der Schale von *Nautilus pompilius* zu der von *Sepia* und *Spirula* denken. Die Bedeutung dieses Unterschiedes wird doch dadurch sehr verringert, dass unter den fossilen Nautiliden einige Arten, sogar desselben Genus, die konkave Seite der Schale nach unten andere nach oben wenden.<sup>1</sup> Denkt man sich die Schale einer der ersteren aufgerollt und dieselbe in einem Schalensack eingeschlossen, haben wir ganz dasselbe Verhältniss wie bei *Sepia* und *Spirula*.

Und hiermit ist meine Aufgabe zu Ende. Wie interessant es auch sein könnte in diesem Zusammenhange einen Vergleich mit den fossilen Cephalopoden anzustellen, ist mir dies doch nicht möglich, da ich dieselben aus eigener Erfahrung zu wenig kenne; noch weniger habe ich mich auf phylogenetische Spekulationen einlassen wollen, die ja immer nur oberflächlich werden müssen, wenn man das ungeheure fossile Material dieser Gruppe nicht völlig beherrscht. Ich habe nur eine soviel wie möglich genaue Darstellung der gekammerten Schalen der recenten Cephalopoden geben wollen und hege die Hoffnung, dass durch diese Arbeit ein festerer Grund zum Studium der fossilen Cephalopoden-Schalen gelegt werden soll.

<sup>1</sup> Siehe hierüber: ZITTEL, Handbuch d. Paläontologie 2. Bd. S. 340, 357.

### Nachtrag.

Die Untersuchungen und zum Theil das Manuscript vorliegender Arbeit waren schon vor vier Jahren abgeschlossen, die Publication aber aus verschiedenen Gründen verzögert.

In den letzten Jahren habe ich als Custos des hiesigen Museums nicht Gelegenheit gehabt die ganze paläontologische Litteratur kennen zu lernen und muss deshalb um Nachsicht bitten, wenn einige Arbeiten, die sich auf vorliegenden Gegenstand beziehen, nicht berücksichtigt sein sollten.

Auf den Seiten 40, 45 dieser Abhandlung habe ich Wanderzellen erwähnt, welche durch das Schalenepithel dringen. Ähnliche Beobachtungen hat DE BRUYNE (Ann. Nat. Hist. Vol. 11. 6 ser. 1893. S. 266) an den Kiemen und Manteln von *Mytilus* und einigen anderen Muscheln gemacht. Er nimmt an dieselben haben möglicherweise den Zweck kranke oder todt Substanz aus dem Körper zu bringen.

JOUBIN (Rech. sur la coloration du tégument chez les Cephalopodes. Arch. Zool. Expér. 2 Ser. T. X, 1892) beschreibt verschiedene Zellenformen vom Mantelepithel bei Nautilus. Die schwarze Substanz wird von dem Rand der dorsalen Partie des Mantels abgesondert, wo die Zellen »becherförmig und gebogen« sind und schwarze Körner enthalten.

Bergen (Norwegen) Nov. 1893.

A. Appellöf.

---

## Inhalt.

	Seite.
Vorwort . . . . .	3
<b>Die Schale von Sepia . . . . .</b>	<b>4</b>
Uebersicht der Litteratur . . . . .	4
Gröberer Bau der Schale . . . . .	5
Feinerer Bau des Rückenschildes . . . . .	8
<i>Die Mittelplatte</i> . . . . .	8
<i>Die Innenplatte</i> . . . . .	10
<i>Die Rückenplatte</i> . . . . .	15
<i>Das Rostrum</i> . . . . .	18
Der Wulst . . . . .	19
Die Gabel . . . . .	30
Die Embryonal-Schale . . . . .	33
Das Schalenabsondernde Epithel . . . . .	35
Der embryonale Schalensack . . . . .	47
Uebersicht . . . . .	50
<b>Die Schale von Spirula . . . . .</b>	<b>54</b>
Lage und gröberer Bau der Schale . . . . .	54
Die Schalenwand . . . . .	54
Die Septa und der Sifo . . . . .	56
Der Anfangstheil . . . . .	58
Der Zuwachs . . . . .	60
<b>Die Schale von Nautilus . . . . .</b>	<b>69</b>
Uebersicht der Litteratur . . . . .	69
Schalenwand, Septa und Sifo . . . . .	74
Der Anfangstheil . . . . .	87
Das Wachsthum der Nautilus-Schale . . . . .	91
<b>Vergleich der Schalen von Sepia, Spirula und Nautilus . . . . .</b>	<b>100</b>

## Buchstabenerklärung der Tafeln.

## Die Sepia-Schale.

- afs* Ausfüllungssubstanz des vorderen und hinteren Höhlenschichtwinkels.  
*bm* Basalmembran.  
*ch* unverkalktes Chitin.  
*chz* unverkalkte Randzone des Rückenschildes.  
*dh* Dornhülle.  
*dkp* Dornkappe.  
*dkr* Dornkern.  
*fr. m* frei gespannte Membranen.  
*g* Gabel.  
*ghl* Gabel-Höhlenschicht.  
*gm* Matrix der Gabel.  
*gsp* Gabelseptum.  
*hch* unverkalktes, zusammenhängendes Chitin, welches den Zwischenraum zwischen den Pfeilern der Höhlenschichten ausfüllt.  
*hk* hintere Schalenkante.  
*hl* Höhlenschicht.  
*hw* hinterer Höhlenschichtwinkel.  
*hz* Höckerzone des Rückenschildes.  
*ip* Innenplatte.  
*ipm* Matrix der Innenplatte.  
*kk* Kalkknollen in der Innenplatte.  
*kr* in dem Chitin eingeschlossenen Zellenkerne.  
*kz* untere, verkalkte Zone der Mittelplatte.  
*l. hpt* letzte Hauptschicht.  
*ls* stark lichtbrechende, verkalkte Substanz auf der Unterseite des Septums.  
*l. sp.* letztgebildetes Septum.  
*m* unverkalkter Rand, welcher die Schale umsäumt.  
*mp* Mittelplatte.  
*mpm* Matrix der Mittelplatte.  
*pf* Pfeiler der Höhlenschicht.  
*pr* Pfeiler in der Innenplatte.  
*r* Rostrum.  
*rm* Matrix des Rostrum.  
*rp* Rückenplatte.  
*rs* Rückenschild.  
*rpm* Matrix der Rückenplatte.  
*sh* Sifonalhöhle.  
*sp* Septum des Wulstes.  
*spm* Matrix des Wulstseptum.  
*ss* schwarze, gelagerte Substanz der Innenplatte.  
*ssh* Schalensack.  
*tb* Kalktuberkeln in der Rückenplatte.  
*üz* Kalküberzug der Gabel.  
*üz m* Matrix des Kalküberzugs der Gabel.  
*w* Wulst.  
*wv* vorderer Höhlenschichtwinkel.

### Die Spirula-Schale.

<i>afk</i>	Anfangskammer.
<i>afs</i>	Ausfüllungssubstanz des vorderen Kammerwinkels.
<i>ds</i>	dunkle Substanz der Sifonal-Düte.
<i>dt</i>	Sifonal-Düte.
<i>hw</i>	hinterer Kammerwinkel.
<i>hü</i>	Sifonal-Hülle.
<i>ip</i>	Innenplatte.
<i>kp</i>	Kappe des Anfangstheils des Sifos.
<i>ls</i>	lichtbrechende Kalksubstanz auf dem Septum.
<i>m</i>	Chitinmembran auf der Innenseite der Anfangskammer.
<i>pf</i>	Pfeiler im Sifo.
<i>pr</i>	Schalenwand.
<i>psf</i>	Prosifo.
<i>rp</i>	äussere Platte.
<i>sf</i>	Sifo.
<i>sp</i>	Septum.
<i>sw</i>	Sifo-Septalwinkel.
<i>vw</i>	vorderer Kammerwinkel.

### Die Nautilus-Schale.

<i>B</i>	Bauchseite der Schale.
<i>R</i>	Rückenseite » »
<i>W</i>	Wohnungskammer.
<i>afk</i>	Anfangskammer.
<i>afs</i>	Ausfüllungssubstanz des vorderen Kammerwinkels.
<i>an</i>	Annulus.
<i>ans</i>	Annulussubstanz.
<i>as</i>	äussere Substanz der Schalenwand.
<i>chm</i>	Chitinmembran auf der Innenseite des Sifos.
<i>dl</i>	Dorsallobus.
<i>dt</i>	Sifonal-Düte.
<i>fr. m</i>	frei gespannte Chitinmembranen zwischen den Pfeilern des Sifo's.
<i>hü</i>	Sifonal-Hülle.
<i>is</i>	innere Substanz der Schalenwand (Perlmuttersubstanz) auf der Bauchseite der Schale.
<i>is'</i>	Perlmuttersubstanz der Rückenseite.
<i>mb</i>	Membran auf der Innenseite der Kammerwand.
<i>mi</i>	Muskelnarbe
<i>nb</i>	Nabel.
<i>pf<sup>1</sup></i>	Pfeilerehen auf der konkaven Seite des Septum's.
<i>pf</i>	Pfeiler im Sifo.
<i>sf</i>	Sifo.
<i>sf'</i>	Öffnung des Sifo's im ersten Septum.
<i>sp</i>	Septum.
<i>spw</i>	Sifo-Septalwinkel.
<i>ssb</i>	schwarze Substanz.
<i>vw</i>	vorderer Kammerwinkel.
<i>w</i>	ringförmige Erhöhung auf der Innenseite der Sifonal-Düte.
<i>x</i>	dunkle Substanz auf der Innenseite der Kammerwand.
<i>x'</i>	mächtigster Theil derselben.

## Erklärung der Tafeln.

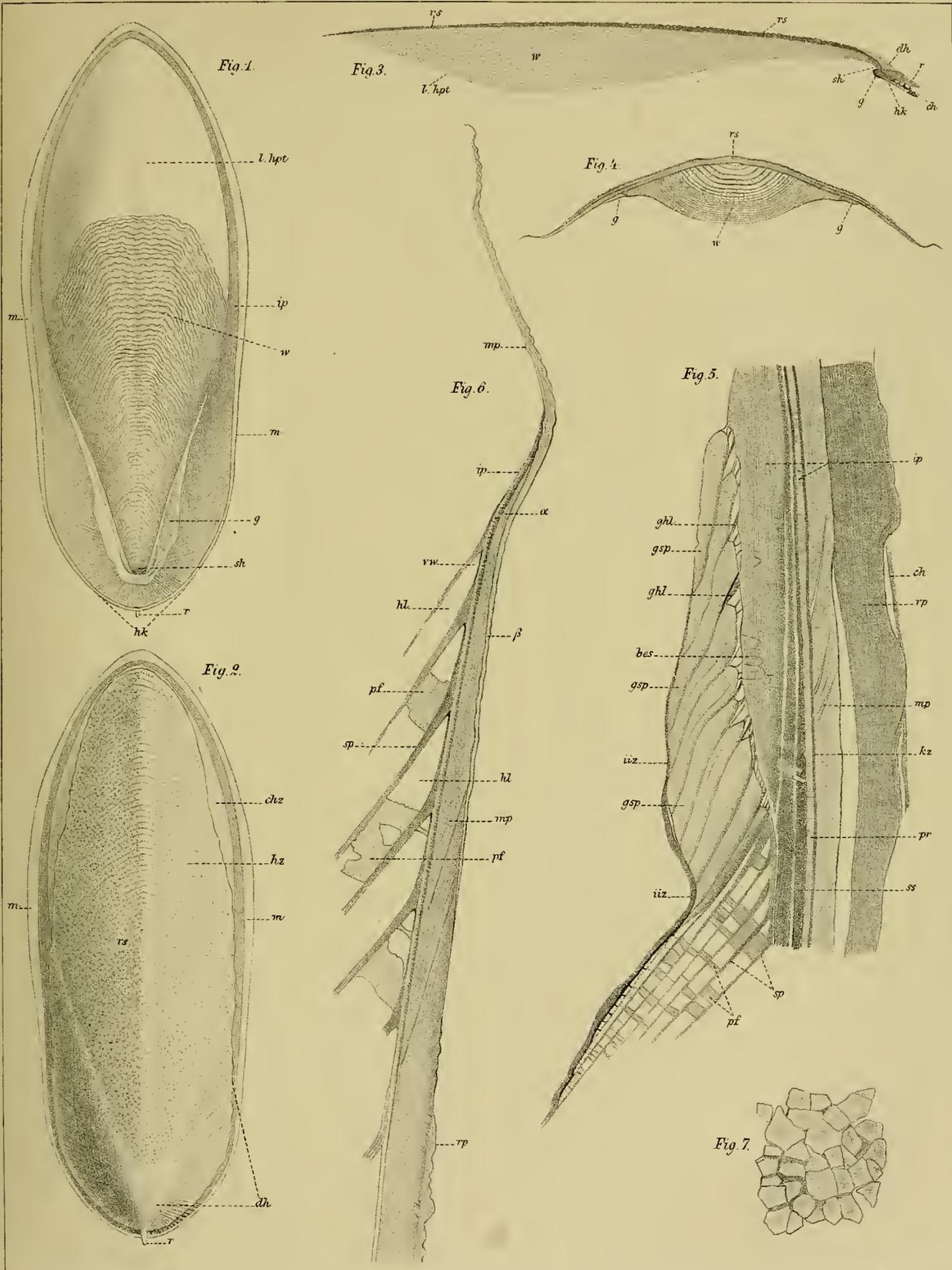
Die Vergrößerungs-Angaben beziehen sich sämtlich auf HARTNACK's System. Die obere Zahl bezeichnet Obj., die untere Oc.

Taf. I—VII. *Sepia officinalis* L.

## TAFEL I.

Taf. I.

- Fig. 1. Schale von der Bauchseite gesehen.  
» 2. Schale von der Rückenseite gesehen.  
» 3. Längsschliff durch eine Schale in der Mediaulinie.  
» 4. Querschliff derselben.  
» 5. Querschliff durch die Gabel und angrenzenden Theile; *bes* besenartige Kalkbildungen in der Innenplatte.  $\frac{4}{2}$ .  
» 6. Längsschliff durch die Schalenspitze;  $\alpha$  verkalkter  $\beta$  unverkalkter Theil der Mittelplatte.  $\frac{2}{2}$ .  
» 7. Horizontalschliff durch die Pfeiler der Innenplatte.  $\frac{10}{2}$ .
-



A. Appellöf et E. Bolin del.

G. Tholander lith.

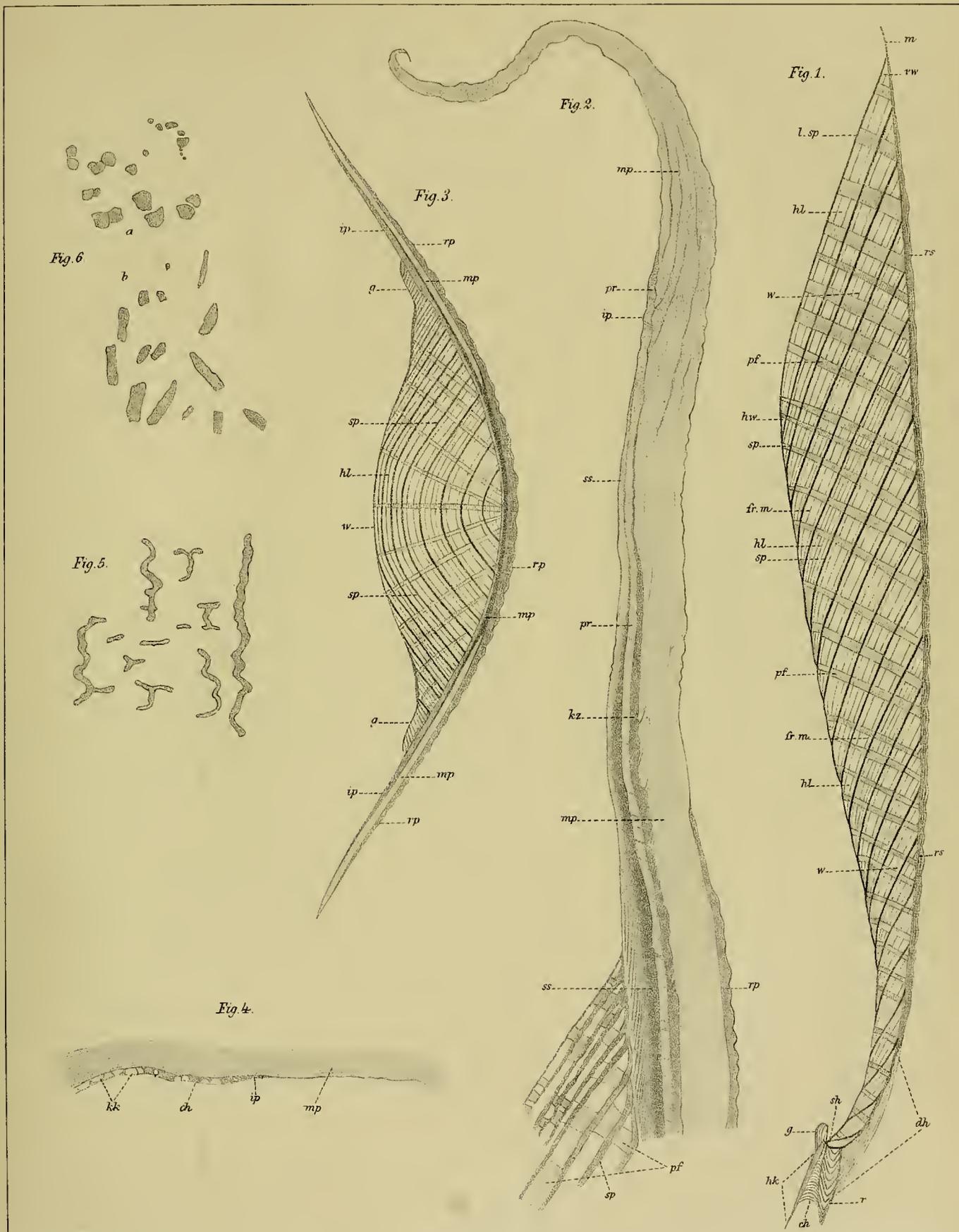
W. Schiachter, Stockholm.





## Taf. II.

- Fig. 1. Längsschliff durch die Schale in der Mediaulinie; halbschematisch.  
» 2. Querschliff durch die Schalenkaute vor der Gabel.  $\frac{2}{2}$ .  
» 3. Querschliff durch die Schale; halbschematisch.  
» 4. Schnitt durch den Anfangstheil der Innenplatte und die Mittelplatte von der Schalenspitze genommen.  $\frac{10}{2}$ .  
» 5. Horizontalschliff durch die Pfeiler einer Wulst-Höhlschicht.  $\frac{4}{2}$ .  
» 6. *a* Kalkkörperchen aus der Innenplatte der Schalenspitze, *b* Pfeiler der Innenplatte von der Schalen-  
seite.  $\frac{7}{2}$ .
-



A. Appellöf del.

G. Tholander lith

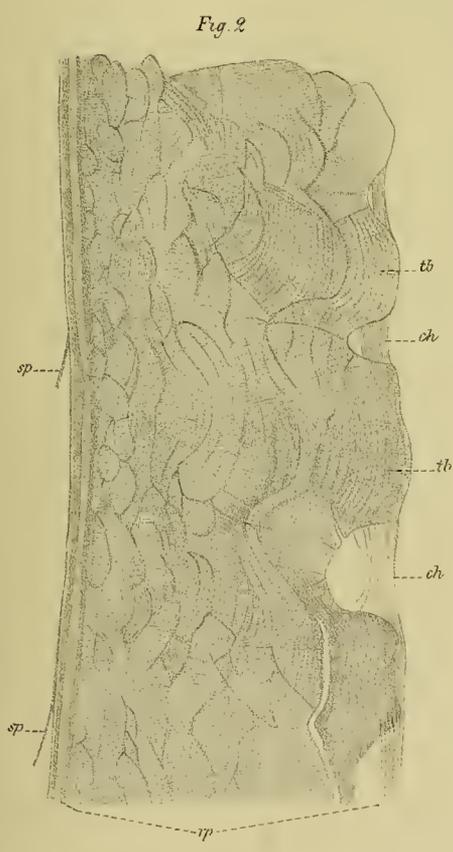
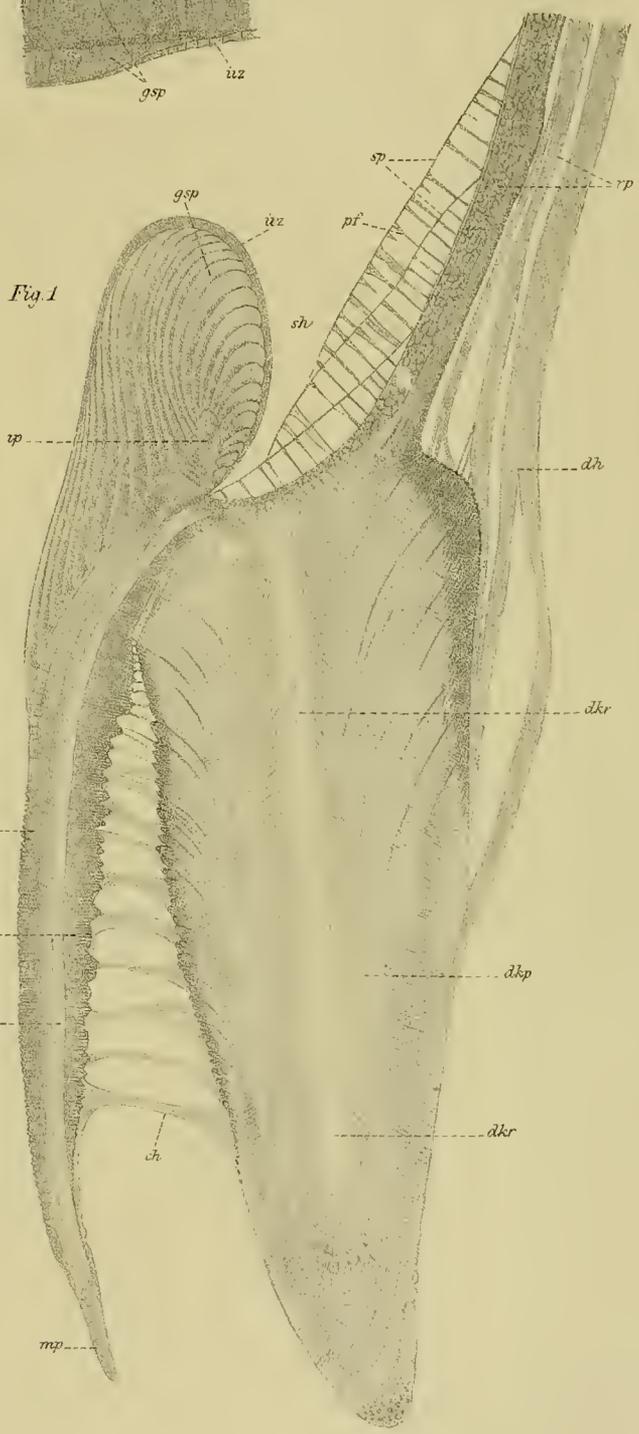
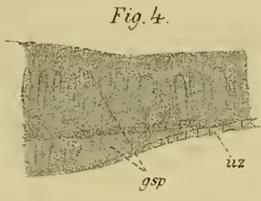
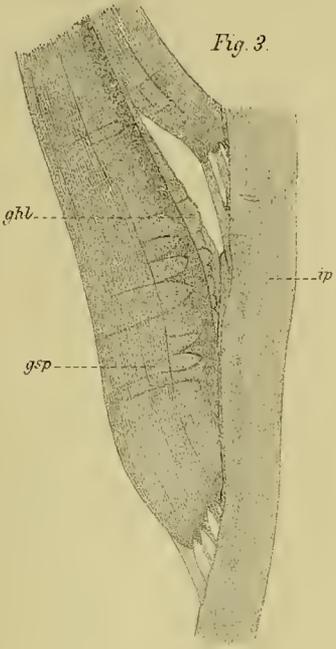
W. Schlachter, Stockholm



TAFEL III.

**Taf. III.**

- Fig. 1. Längsschliff durch das Rostrum und den Hintertheil der Schale.  $\frac{2}{2}$ .  
» 2. Schliff durch den Rückenschild im Hintertheile der Schale unmittelbar an der Grenze der Dornhülle.  $\frac{4}{2}$ .  
» 3. Obere Theile zweier Gabelsepta nebst angrenzenden Theilen der Innenplatte.  $\frac{7}{2}$ .  
» 4. Unterer Theil des letztgebildeten Gabelseptums nebst angrenzendem Theil des nächstliegenden.  $\frac{7}{2}$ .
-

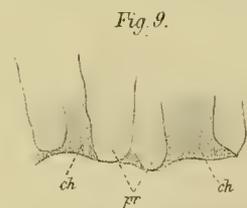
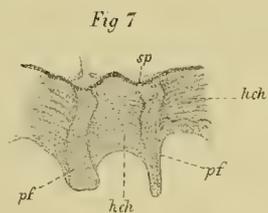
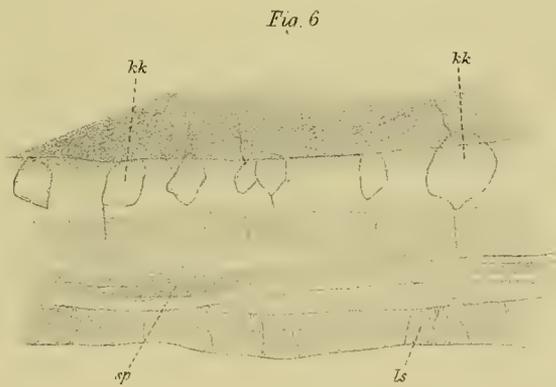
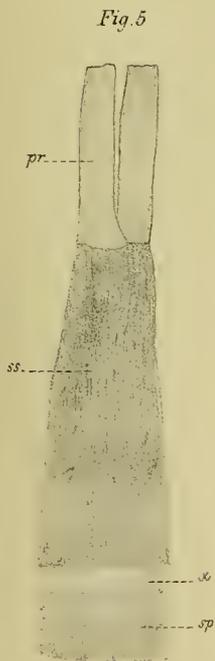
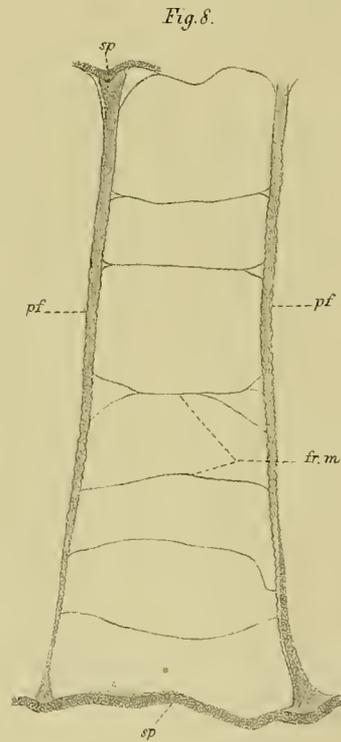
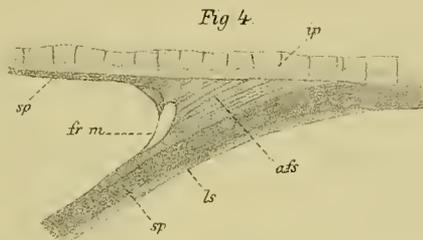
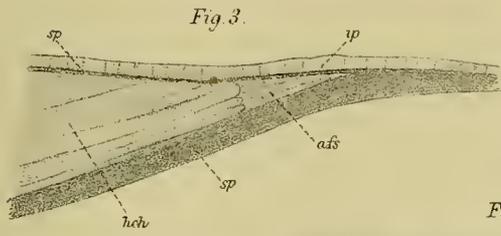
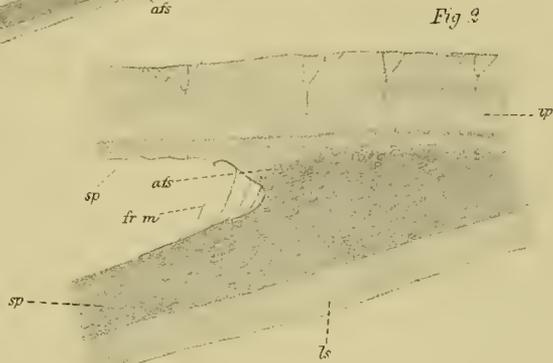
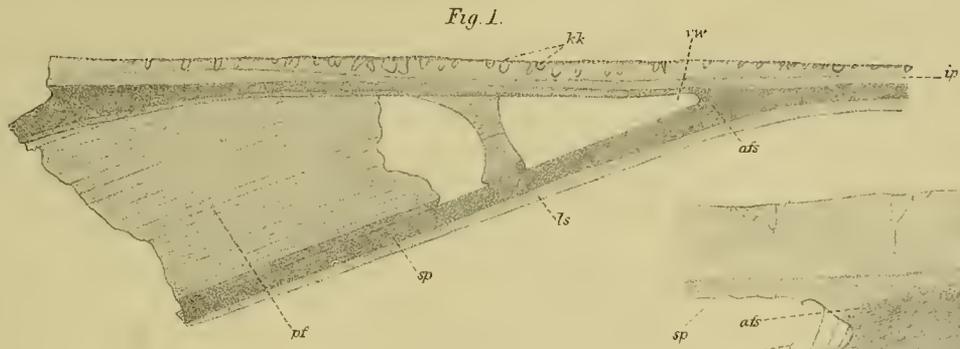




TAFEL IV.

#### Taf. IV.

- Fig. 1. Längsschliff durch die vorderen Theile zweier Wulstsepta nebst angrenzenden Theile.  $4/2$ .
- » 2. Längsschliff durch den vorderen Theil einer Wulst-Hauptschicht.  $7/2$ .
  - » 3. Längsschnitt durch den entkalkten, vorderen Theil einer Hauptschicht mit noch ungespalteten Höhlenschichtlagen.  $7/2$ .
  - » 4. Längsschnitt durch denselben Theil mit schon gespalteten Höhlenschichtlagen.  $7/2$ .
  - » 5. Zwei Pfeiler nebst unterliegendem Theil der Innenplatte;  $\alpha$  lichtbrechender Rand dem Septum angrenzend.  $10/2$ .
  - » 6. Schliff durch Innenplatte und Septum in der Medianlinie der Schale.  $10/2$ .
  - » 7. Entkalkter Schnitt durch eine Höhlenschicht unter Bildung.  $7/2$ .
  - » 8. Entkalkter Schnitt durch zwei Pfeiler einer Höhlenschicht nebst zwischenliegenden, frei gespannten Membranen.  $7/2$ .
  - » 9. Längsschnitt durch die Pfeiler der Innenplatte nahe dem äusseren Rand der letztgenannten.  $10/2$ .
-





TAFEL V.

**Taf. V.**

- Figg. 1—3. Entkalkte Schnitte durch den Wulst mit der letztgebildeten Höhlenschicht in verschiedenen Stadien der Entwicklung.  $\frac{4}{2}$ .
- Fig. 4. Längsschliff durch die hinteren Theile zweier Hauptschichten;  $\alpha$  Kalkknollen.  $\frac{4}{2}$ .
- » 5. Stück eines Schnittes durch eine Höhlenschicht um die Entstehung der frei gespannten Membranen zu zeigen;  $\alpha$  noch nicht vollständig zusammengepresste Membran,  $\beta$  vertikal verlaufende Membran.  $\frac{7}{2}$ .
- » 6. Freigespannte Membran im Entstehen.  $\frac{10}{2}$ .
-

Fig 1

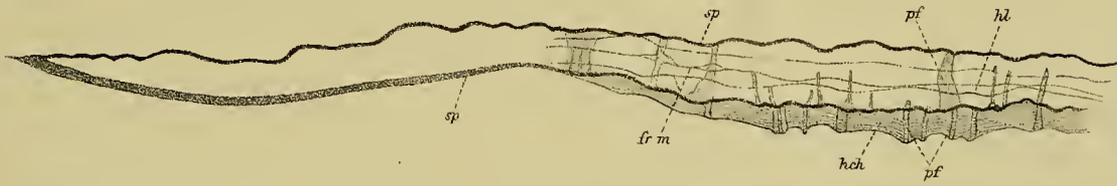


Fig 2

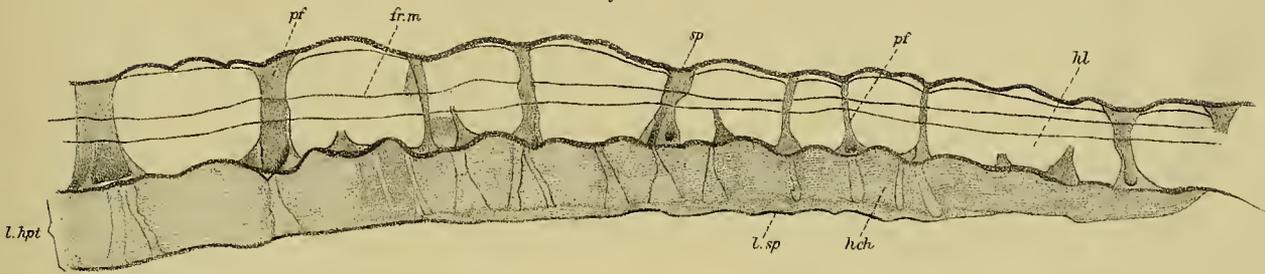


Fig 3

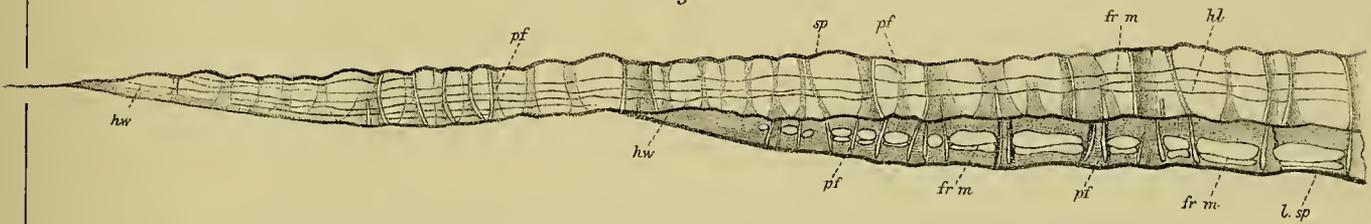


Fig 4

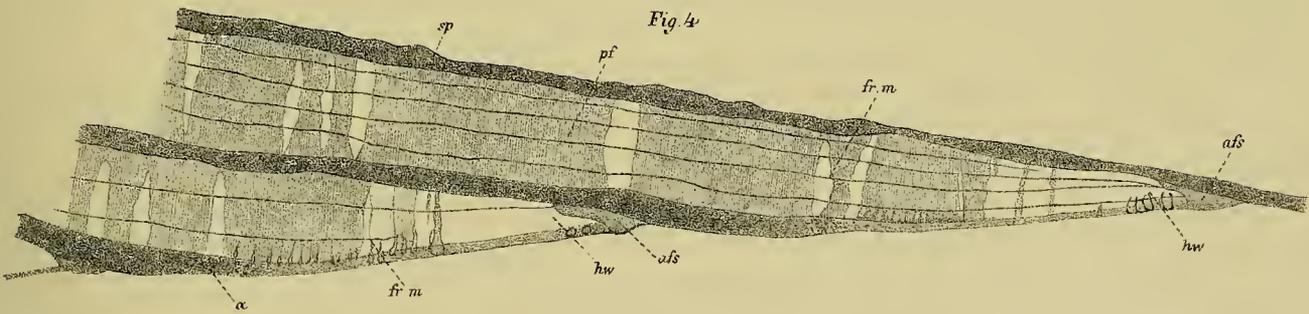


Fig 5

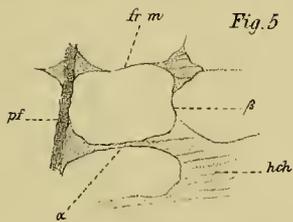
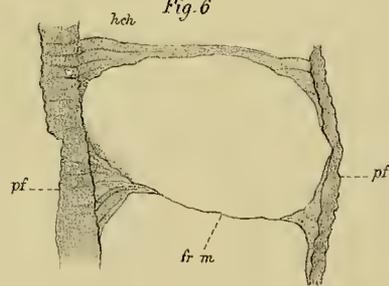


Fig 6





TAFEL VI.

## Taf. VI.

- Fig. 1. Entkalkter Querschnitt durch den oberen Theil der Gabel.  $7/2$ .
- » 2. Längsschliff durch den hinteren Theil einer Embryonal-Schale; *e. sp.* erstes Septum.  $4/2$ .
- » 3. Entkalkter Querschnitt durch den Schalenrand mit Matrix;  $\alpha$  erste Abtheilung der Mittelplatte-Matrix,  $\beta$  zweite Abth. derselben,  $\gamma$  erste Abth. der Innenplatte-Matrix,  $\delta$  zweite Abth. derselben.  $4/2$ .
- » 4. Entkalkter Querschnitt durch die Gabel und angrenzenden Theile mit Matrix.  $4/2$ .
- » 5. Schnitt durch das zwischen Rostrum und hinteren Schalenkante befindliche Chitin nebst Matrix derselben  $\alpha$  Matrix, *l* neugebildete Chitinlamelle *kr*<sup>1</sup> Kerne, die später in Chitin eingeschlossen werden.  $4/2$ .
- » 6. Schnitt durch den Dornkern mit eingeschlossenen Zellenkernen.  $7/2$ .
- » 7. Eingeschlossene Zellenkerne desselben stärker vergrößert.  $10/2$ .
- » 8. Entkalkter Schnitt durch den Anfangstheil der Innenplatte und angrenzenden Theil der Mittelplatte nebst dazu gehöriger Matrix.  $7/2$ .
- » 9. Matrix des Rostrum; *dr* drüsenartige Bildung, durch Zusammenfallen der Wände der Rostrumhöhle entstanden.  $7/2$ .
- » 10. Kniegebogene Zellen von Matrix der Mittelplatte.  $10/2$ .
- » 11. Schnitt durch die kalkfreie Randzone des Rückenschildes mit Matrix.  $10/2$ .
- » 12. Unterer Theil des letztgebildeten Gabelseptums und angrenzende Theile nebst Matrix.  $7/2$ .
- » 13. Oberer Theil des letztgebildeten Gabelseptums und angrenzende Theile nebst Matrix.  $7/2$ .
- » 14. Matrix vom hinteren Theil der Rückenplatte.  $7/2$ .
-

Fig 1

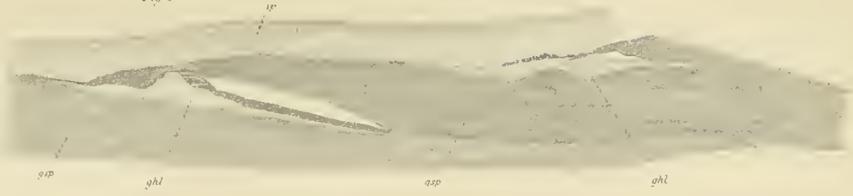


Fig 10



Fig 11



Fig 2



Fig 3



Fig 10'



Fig 11



Fig 4



Fig 6



Fig 7



Fig 5

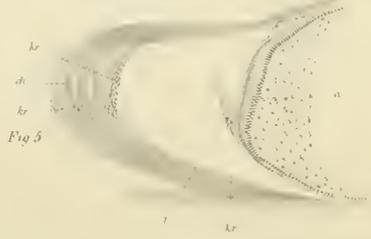


Fig 8



Fig 9

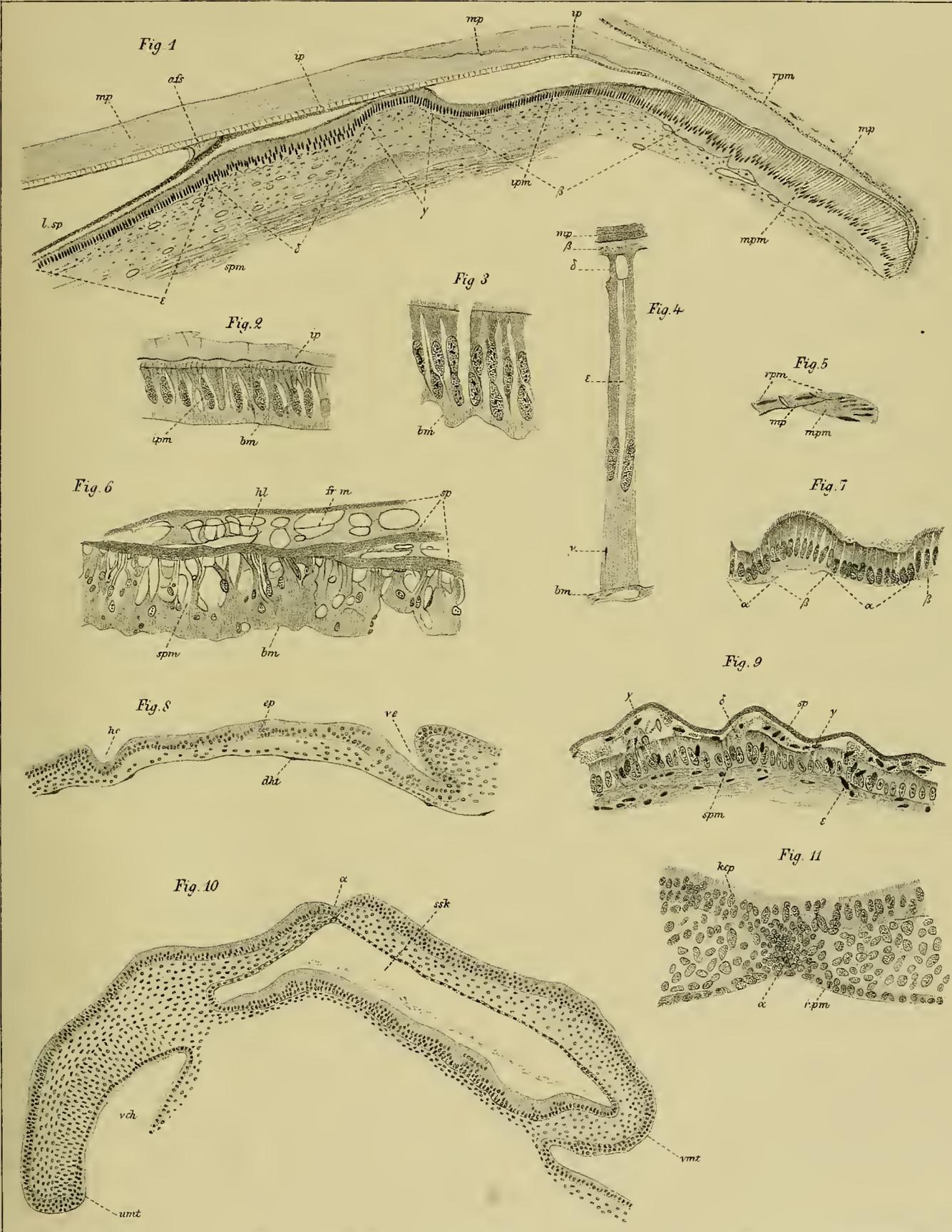




TAFEL VII.

## Taf. VII.

- Fig. 1. Entkalkter Längsschnitt durch die Schaleuspitze mit Matrix;  $\beta$  erste Abtheilung der Innenplatte-Matrix,  $\gamma$  zweite Abth. derselben,  $\delta$  erste Abth. der Septum-Matrix,  $\varepsilon$  zweite Abth. derselben.  $\frac{4}{2}$ .
- » 2. Zellen von der Abth.  $\gamma$  der vorigen Figur.  $\frac{10}{2}$ .
- » 3. » » » »  $\delta$  » » »  $\frac{10}{2}$ .
- » 4. Matrix-Zellen der Mittelplatte von der Schaleuspitze;  $\beta$  helle Substanz zwischen Zellenausläufer und fertigem Chitin,  $\delta$  Ausläufer der Zelle,  $\varepsilon$  strukturlose Membran zwischen den Zellen,  $\gamma$  von dem Bindegewebe eingewanderte Zelle.  $\frac{10}{2}$ .
- » 5. Äusserster Theil des Schalenrandes mit dort befindlichen Matrix-Zellen.  $\frac{10}{2}$ .
- » 6. Degenerirte Matrix-Zellen der fertigen Wulstschichten.  $\frac{7}{2}$ .
- » 7. Matrix-Zellen einer Wulst-Höhlschicht;  $\alpha$  Matrix der Pfeiler,  $\beta$  Matrix des unverkalkten Chitins der Höhlschicht.  $\frac{7}{2}$ .
- » 8. Längsschnitt durch die embryonale Anlage des Schalensackes:  $ep$  künftiges Schalenepithel,  $ve$  Vorderende,  $he$  Hintereende des Schalensackes,  $dht$  Dotterhaut.  $\frac{4}{2}$  mit ausgezogenem Tubus.
- » 9. Matrix des Septums;  $\gamma$  Wanderzellen, die zwischen Matrix und Septum eingedrungen sind,  $\delta$  Durchgangsstelle derselben,  $\varepsilon$  Zellkern, der im Begriff ist die Basalmembran zu durchdringen.  $\frac{7}{2}$ .
- » 10. Längsschnitt durch ein Embryo;  $\alpha$  der Punkt, wo die Verschlussung des Schalensackes vor sich geht,  $vch$  künftige Visceralhöhle,  $unt$  unterer und vorderer Mantelrand,  $vmt$  oberer und vorderer Mantelrand.  $\frac{4}{2}$  mit ausgezogenem Tubus.
- » 11. Punkt  $\alpha$  der vorigen Figur stärker vergrössert;  $\alpha$  Ektodermzellen, welche zu mesodermalen übergehen,  $kep$  Körperepithel.  $\frac{7}{2}$  mit ausgezogenem Tubus.



A. Appellöf del.

G. Tholander lith.

W. Schlacher, Stockholm

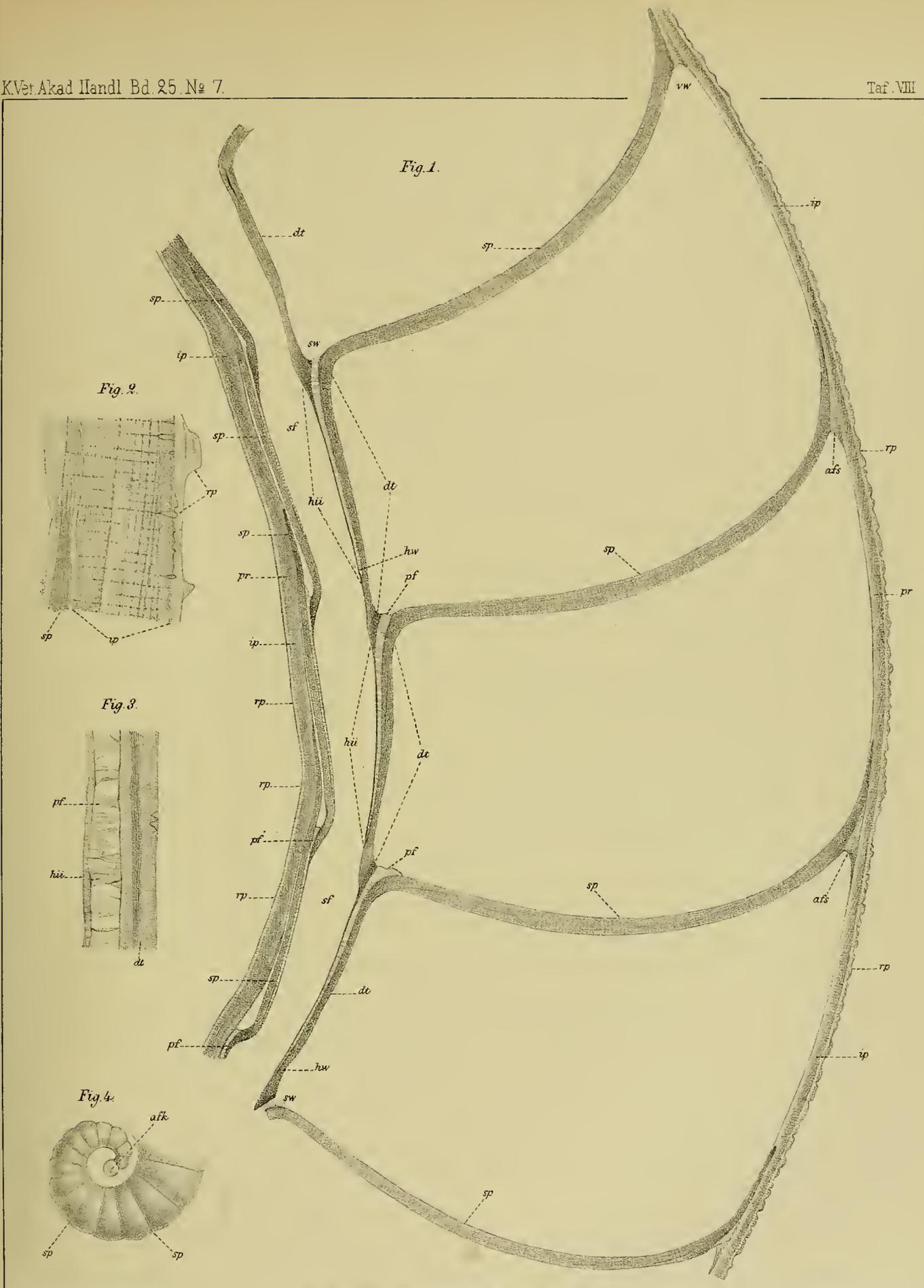


Taf. VIII—IX. *Spirula peronii* Lmk.

TAFEL VIII.

Taf. VIII.

- Fig. 1. Längsschliff durch den vorderen Theil der Schale.  $\frac{2}{2}$ .  
» 2. Stück eines Längsschliffes durch die Schalenwand.  $\frac{7}{2}$ .  
» 3. Stück eines Längsschliffes durch den Sifo.  $\frac{7}{2}$ .  
» 4. Hinterer Theil der Schale. Vergr.
-

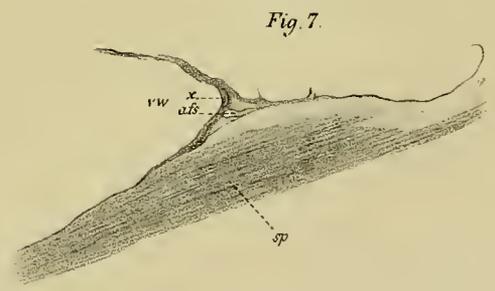
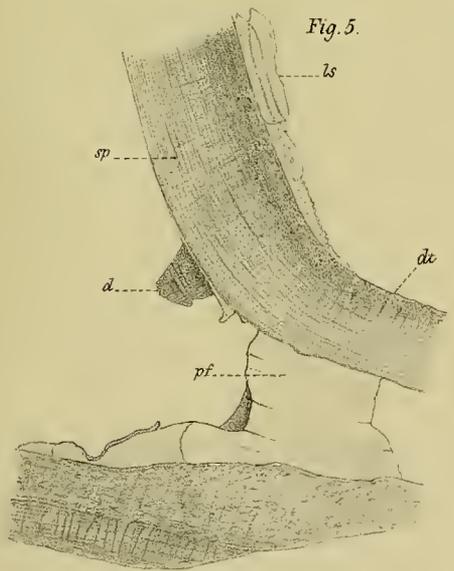
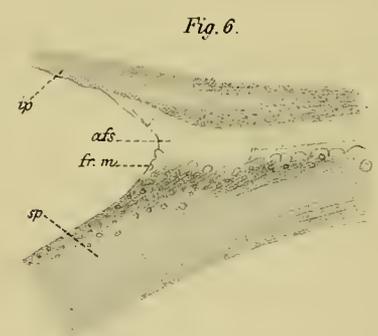
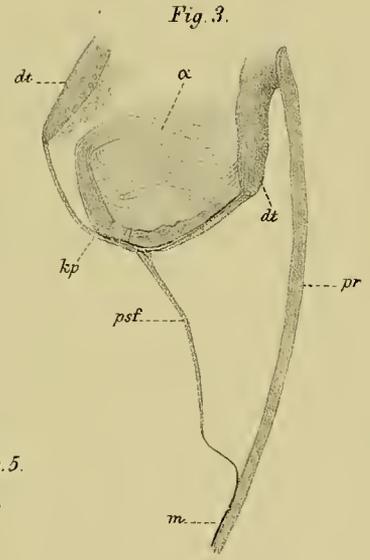
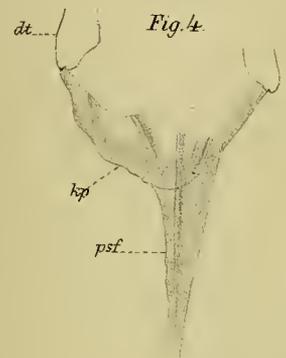
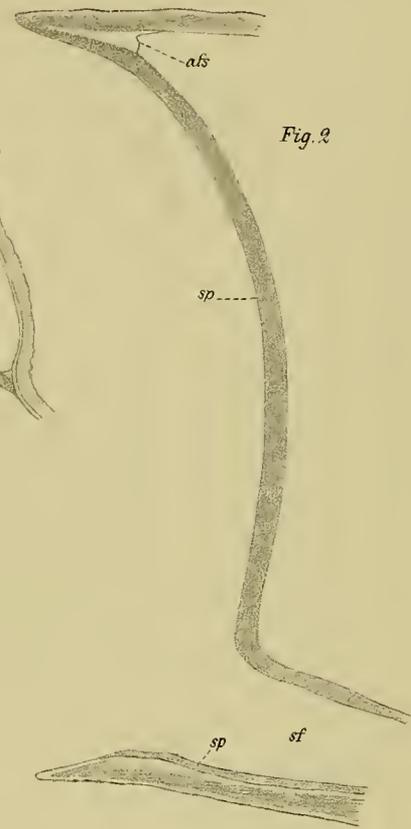
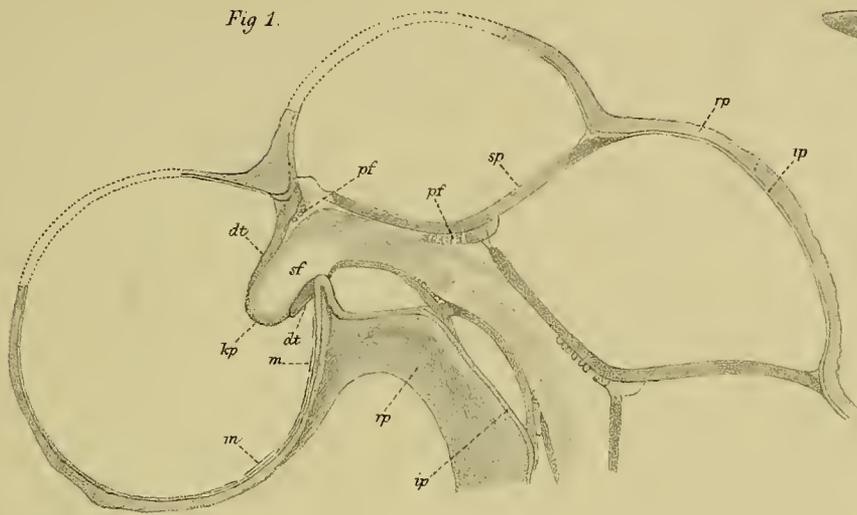




TAFEL IX.

Taf. IX.

- Fig. 1. Längsschliff durch den hinteren Theil der Schale.  $\frac{4}{2}$ .  
» 2. Längsschliff durch die Schalenmündung mit dem jüngsten Septum.  $\frac{2}{2}$ .  
» 3. Längsschliff durch Anfangstheil des Sifos mit Prosifo und angrenzenden Theilen;  $\alpha$  braune Masse, welche zum Theil das Innere des Sifos ausfüllt.  $\frac{7}{2}$ .  
» 4. Längsschliff durch die Kappe des Sifos mit einem Stück des Prosifos.  $\frac{7}{2}$ .  
» 5. Längsschliff durch den Sifo-Septalwinkel;  $d$  Pfeiler auf der konkaven Seite des Septums.  $\frac{7}{2}$ .  
» 6. Längsschliff durch den vorderen Kammerwinkel;  $fr. m.$  frei gespannte, vertikal verlaufende Membran.  $\frac{7}{2}$ .  
» 7. Entkalkter Schnitt derselben Stelle;  $x$  Chitinmembran mit vertikalen Lagerichtung, welche die Oberfläche der Ausfüllungsmasse bekleidet und auf Septum und Innenplatte übergeht.  $\frac{10}{2}$ .
-





Taf. X—XII. Nautilus pompilius.

(mit Ausnahme von Taf. X, Fig. 1.)

## TAFEL X.

**Taf. X.**

- Fig. 1. Schale von Nautilus umbilicatus.  
» 2. Längsschliff durch den hinteren Theil der Schale. Vergr.  
» 3. » » » » » » » durch den Sifo gelegt. Vergr.
-

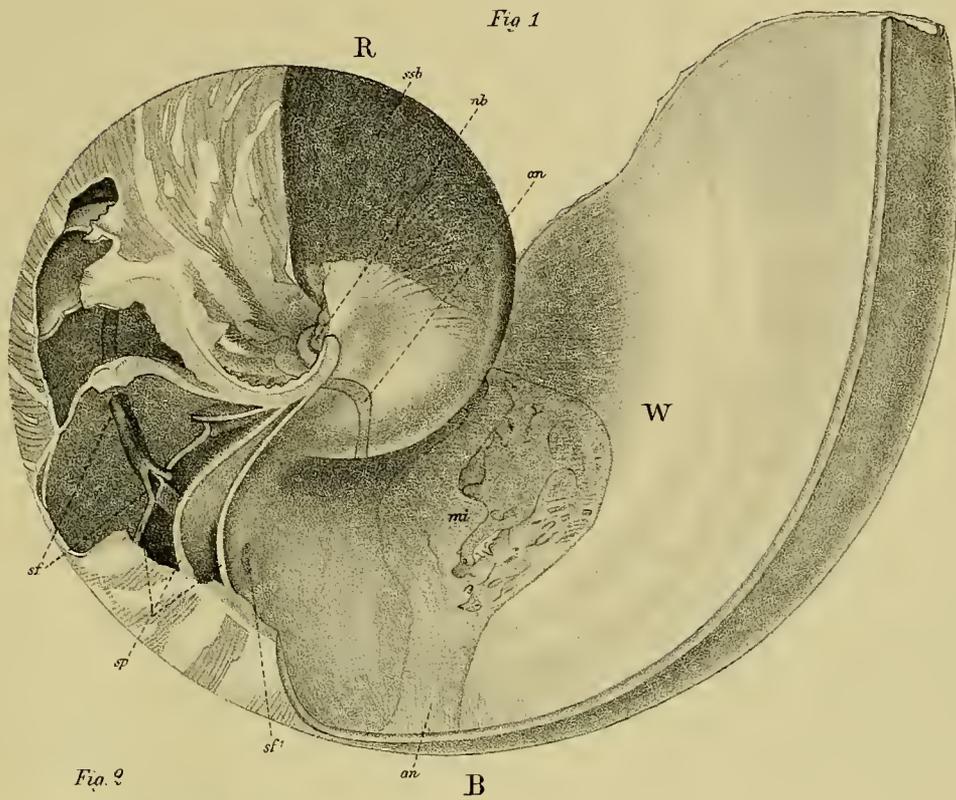


Fig. 2

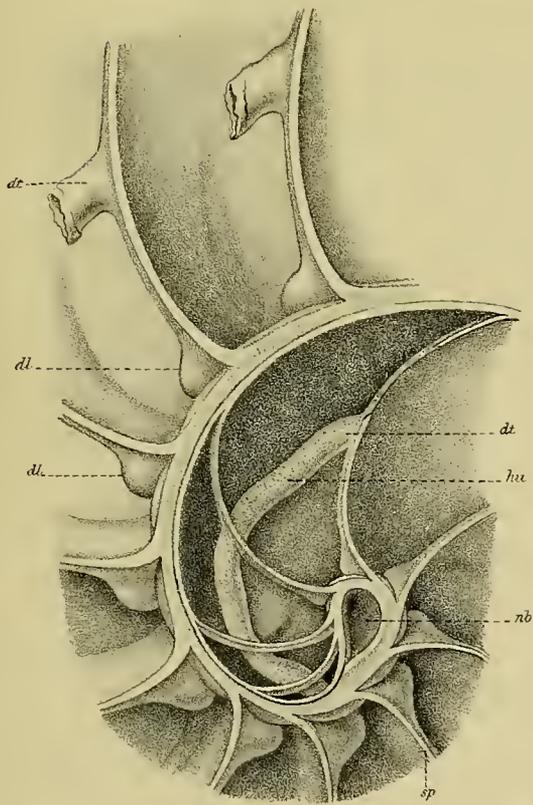
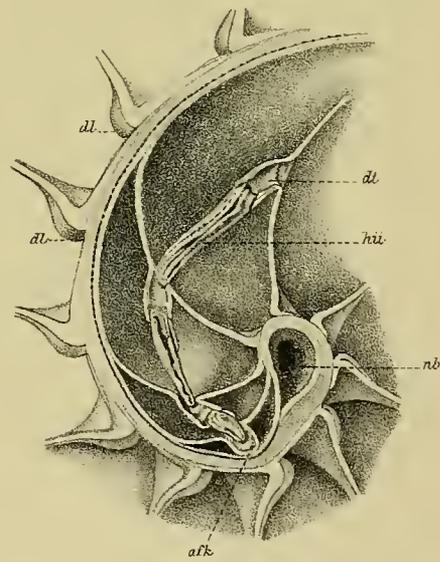


Fig 3

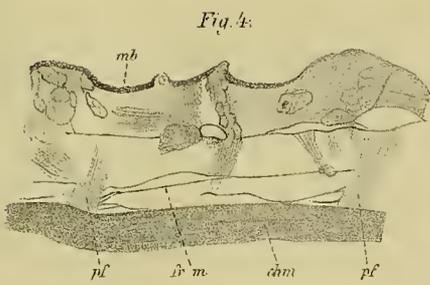
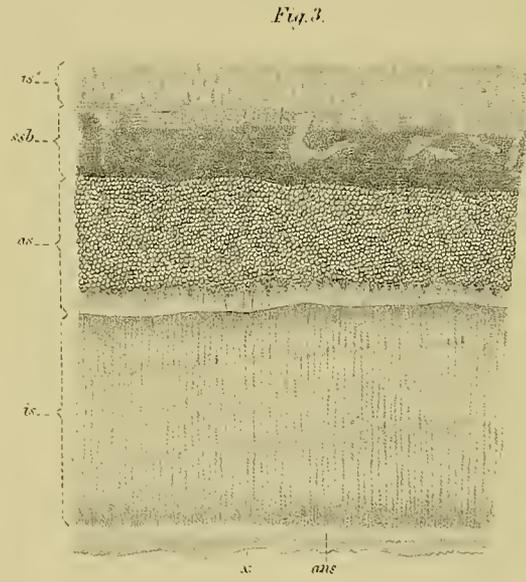
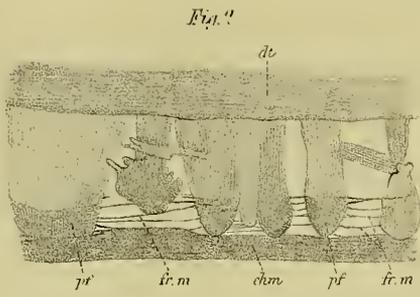
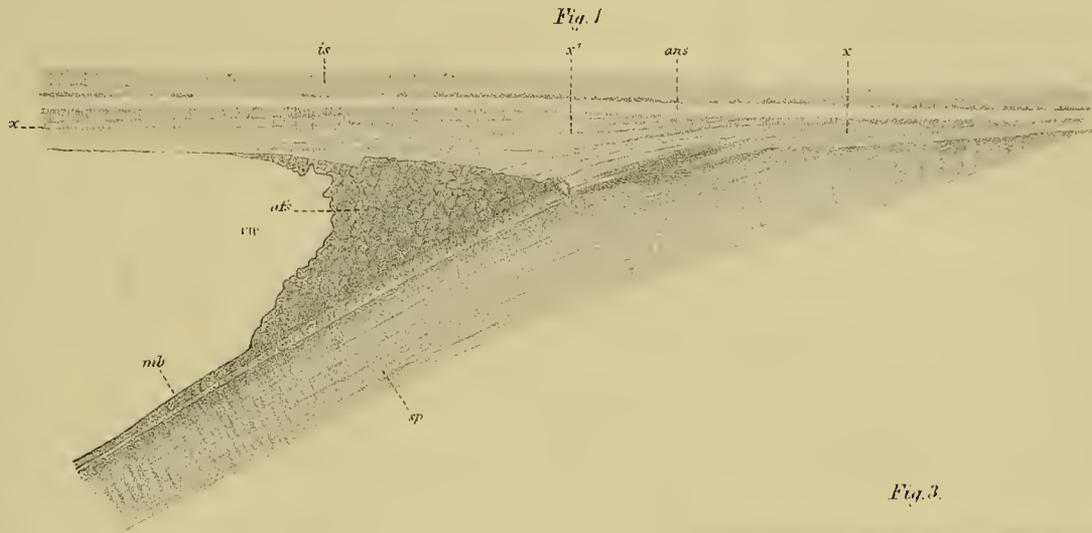




TAFEL XI.

**Taf. XI.**

- Fig. 1. Längsschliff durch den vorderen Kammerwinkel mit angrenzenden Theilen (das Septum ist nicht in seiner ganzen Dicke gezeichnet).  $\frac{4}{2}$ .
- » 2. Stück eines Längsschliffes durch eine Sifonal-Düte, auf der Innenseite mit der Sifonal-Hülle bekleidet.  $\frac{7}{2}$ .
- » 3. Stück eines Längsschliffes durch die Schalenwand.  $\frac{4}{2}$ .
- » 4. Stück eines Längsschliffes durch den in der Kammer frei liegenden Theil der Sifonal-Hülle.  $\frac{7}{2}$ .
- » 5. Perlmuttersubstanz.  $\frac{7}{2}$ .



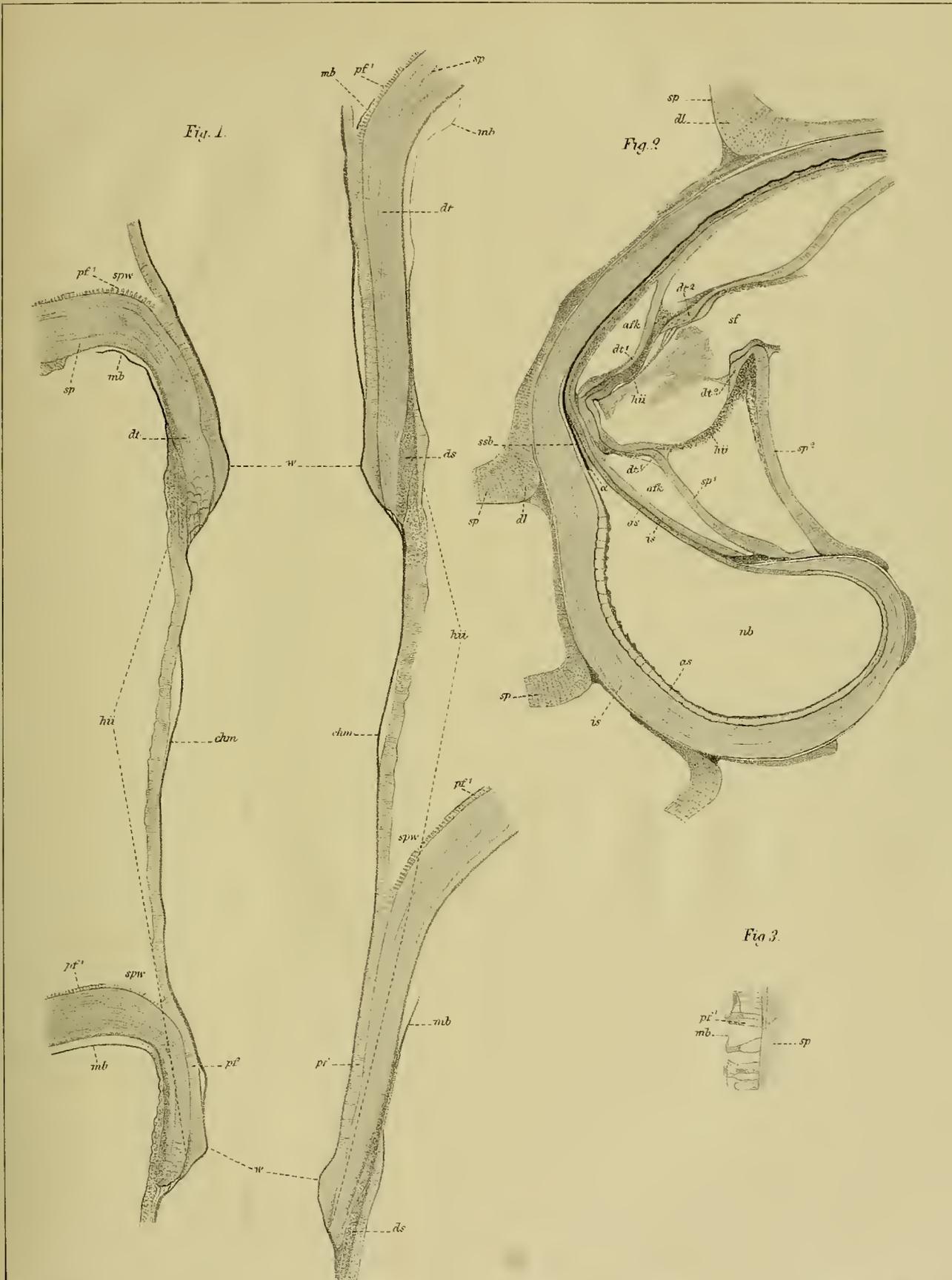


TAFEL XII.

**Taf. XII.**

- Fig. 1. Längsschliff durch den Sifo; *ds* dunkle Partie der Düte, welche sich in dem Septum sehr verdünnt fortsetzt.  $\frac{2}{2}$ .
- » 2. Längsschliff durch den hinteren Theil der Schale, durch den Sifo gelegt; *sp*<sup>1</sup>, *sp*<sup>2</sup> erstes und zweites Septum, *dt*<sup>1</sup>, *dt*<sup>2</sup> erste und zweite Düte,  $\alpha$  Kalksubstanz in der Narbe.  $\frac{2}{2}$ .
- » 3. Pfeiler auf der konkaven Seite des Septums.  $\frac{7}{2}$ .





A. Appellöf del.

G. Tholander lith.

W. Schlächter, Stockholm

