© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Studien in der Anatomie der Athmungsorgane.

I.

Zur Anatomie der Serpulakieme.

Von

Dr. Ludwig Löwe in Berlin.

Mit Tafel IX.

In den nachfolgenden Zeilen soll eine Reihe von Quer- und Längsschnitten geschildert werden, welche zur Erforschung des feineren Baues der Kieme von Spirorbis angefertigt wurden. Die Thiere brachte Herr Professor S. Schenk in Wien aus Triest in Chromsäure gehärtet im vorzüglichen Zustande mit.

Was die bisherige Literatur über die Serpulakieme anbetrifft, so ist Kölliker[1]) der erste, der einen schönen Querschnitt von Spirographis Spallanzanii abgebildet hat. Kölliker kennt bereits die Zusammensetzung des Hypoderms aus einer einschichtigen Lage cylindrischer Epithelzellen, die beiden Längsmuskelbündel des Kiemenfadens und den an der Abgangsstelle der Kiemenfiederchen gelegenen Nervenstrang, über dessen Deutung sich aber Kölliker ebenso wie über die des Blutgefässes der Kieme nicht mit Sicherheit ausspricht. Claparède[2]) beschreibt die Kieme desselben Wurmes. Er weist die Endo-Epithelverdickung (siehe unten *x* Fig. 2) als constanten Befund an jeder Serpulakieme nach und stellt im Uebrigen in einigen Beziehungen die Deutungen v. Kölliker's sicher. Ueber die Natur des Nervenstranges spricht sich Claparède ebenfalls nicht mit Bestimmtheit aus.

Die Kieme von Spirorbis weicht in vielen Beziehungen von der von Spirographis ab; namentlich fehlt das Knorpelskelet. Zu der Schilderung

1) Kölliker, Untersuchungen zur vergleichenden Gewebelehre, angestellt in Nizza im Herbst 1856. p. 113. Taf. III, Fig. 35.

2) Claparède, Structure des annélides sédentaires.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dieser, sowie einiger anderer nicht unbeträchtlicher bisher nicht beschriebener Eigenthümlichkeiten soll nun übergegangen werden. Fig. 1 stellt einen Kiemenfaden des letzterwähnten Wurmes in contrahirtem Zustande bei schwacher Vergrösserung dar (Schieck Ocl. O. Obj. 1 a. T. mit Diamantfuchsin gefärbtes Canadabalsampräparat). Derartige Kiemenfäden entspringen bekanntlich jederseits circa 30 an Zahl von einem gemeinsamen zur Seite des Mundes eingepflanzten Kiemenlappen. Die Zahl 30 unterliegt insofern Schwankungen, als manchmal auf einer Seite 29, auf der andern 31 vorhanden sind. Jeder Kiemenfaden hat die Gestalt eines langen schmalen Kegels, an dem man den Kiemenfadenschaft *b* und die Kiemenfiederchen *s F* unterscheiden kann. Ersterer verjüngt sich vom Kiemenlappen gegen die Spitze allmälig. Er zerfällt schon bei Loupenvergrösserung in vier Theile. Zu alleräusserst in eine Cuticula externa *c*, zweitens in eine dieser dicht anliegenden Zellenschicht *z*. Dieser sitzt drittens eine Gefässlage *g* auf, auf welche als vierte Schicht wiederum eine Cuticula c^1 folgt. Der Kiemenfadenschaft *b* krümmt sich im gehärteten, contrahirten Zustande — also wenn das Thier seine Kiemenbüschel in die Röhre zurückgezogen hat —, etwas oberhalb der Mitte hakenförmig um. Er endet in einem langen, schmalen rinnenförmig vertieften Terminalfaden, welcher gegen den Schaft in einem stumpfen Winkel abgesetzt ist, und dessen Bau man sich leicht vorstellen kann, wenn man sich zwei der (später zu besprechenden) Kiemenfiederchen *s F* mit ihren innern Rändern verwachsen denkt. An dem äussern Rande des Kiemenfadenschaftes machen sich von Strecke zu Strecke einzelne Einkerbungen *i* in ziemlich regelmässigen Intervallen bemerkbar. Sie sind der Ausdruck von Faltungen der Cuticula externa.

Die Zellschicht *z* zeigt (Fig. 1) eine sehr dichte Querstreifung, radiär zur Krümmung des ganzen Kiemenfadenschaftes, als Ausdruck der einzelnen übereinandergelegenen Zellenterritorien: die Zellen der Schicht *z* erzeugen die äussere Cuticula. Sie mögen deshalb Ectoepithelien heissen. Ferner zeigt die Zellschicht *z* noch zwei Längsstreifen. Der äussere *äL* deutet die Lage der Kerne, der innere *iL* das Ende der Epithelien an. Zwischen dem innern Längsstreifen und der äussern Begrenzungslinie der Gefässschicht *g* ist die Substanz etwas dunkler gefärbt. Hier ist ein ganz eigenthümliches bis jetzt noch nirgends beschriebenes Organ gelegen, das die seitliche Zellsäule heissen mag und das jederseits von oben nach unten längs der Seitenränder des Kiemenfadens herabläuft[1]. Die Gefässschicht *g* wird gegen die Cuticula c^1 durch eine schmale streifige

1) Nachträglich erfahre ich durch eine mündliche Aeusserung des Herrn Professor Ehlers, dass er die seitliche Zellsäule schon bei Branchiomma, allerdings nur von Flächenansichten her, kennt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Lage *n* abgeschlossen, die dem Längsnervenstamm des Kiemenfadens entspricht.

Von der Innenseite des Kiemenfadenschafts entspringen die Kiemenfiederchen *sf* rechtwinklig als schmale fadenförmige, paarweise gestellte Fäden, die meist in gerader Linie von aussen nach innen verlaufen. Nur an ihrem innersten Ende sind sie oft convex umgebogen oder Sförmig gekrümmt. Sie sind von wechselnder Länge, die längsten befinden sich in der Mitte, die kürzesten an der Spitze und am Mundende des Kiemenfadens.

An den Kiemenfiederchen lassen sich ein Centrum *i T* und ein Randtheil *ü T* unterscheiden. Ersteres ist eine Fortsetzung der Gefässschicht *g*, während letzteres aus einer Cuticula und chitinogenem Epithel zusammengesetzt ist. Somit wiederholen sich histologisch im Kiemenfiederchen alle Schichten des Kiemenfadenschaftes. Auch dem gröberen Bau nach sind die Kiemenfiederchen eine Wiederholung des ganzen Kiemenfadens, indem man auch an ihnen, wie der Querschnitt zeigen wird, einen Schaftheil und tertiäre Kiemenfiederchen unterscheiden kann. Die Kiemenfiederchen (Fig. 1 *sF*) endigen nach innen mit einer der Beere eines Fingers ähnlichen Abrundung.

Ich wende mich nunmehr zur Beschreibung durchsichtiger Schnittpräparate und beginne mit der Schilderung eines Querschnittes (Fig. 2), der senkrecht auf die Achse des Kiemenfadens ungefähr in der Linie *α α* (Fig. 1) geführt ist (Carmin-Canadabalsampräparat Schieck, ocl. O. Obj. 7. a. T.). Man erkennt leicht den Kiemenfadenschaft *b* und die Kiemenfiederchen *sf* wieder. Der Schaft gleicht im Querschnitt einem sich nach innen gegen die Abgangsstelle der Kiemenfiederchen hin schwach zuspitzenden Oval mit von innen nach aussen gestellter längster Achse, an dem man zwei Seitenränder *sR*, einen äussern Rand *üR* und einen inneren Rand *e* unterscheiden kann. Letzterer ist zwischen den Abgangsstellen beider Kiemenfiederchen tief eingebuchtet. Auch die beiden Seitenränder *sr* sind durch je zwei seichte Eindrücke e^1 und e^2 eingebogen, von denen letzterer bereits an der abgerundeten Uebergangskante des Seitenrandes in den äussern Rand gelegen ist. Zwischen beiden Einbiegungen e^1 und e^2 ist der Contour halbkreisförmig durch die schon erwähnte seitliche Zellsäule *v* hervorgetrieben. Das Centrum des Kiemenfadenschaftes ist von einem länglich viereckigen Schleimgewebslager eingenommen, in dessen Mitte sich ein mit endothelialen Wänden versehenes Blutgefäss *g* befindet. Die Kerne der Endothelien springen, ähnlich wie an den Milzvenen der Säugethiere, in das Lumen der Gefässe vor. Die Wand der letzteren war auffallend dick und dunkel gefärbt; doch liessen sich Muskelfasern mit Sicherheit ausschliessen. Es muss

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

deshalb die Stärke der Wandung auf den Umstand zurückgeführt werden, dass das Gefäss sich in stark collabirtem Zustand befand. Innerhalb des bindegewebigen Centrums des Kiemenfadenschafts liegt immer nur ein Gefäss. Gegen dasselbe ziehen zwei verstärkende Septa *vF* von dem äussern Rande *r* des bindegewebigen Mittelstückes. Diese setzen sich nicht direct an das Gefäss an, sondern endigen rechts und links in geringer Entfernung vorbeilaufend, in einer dünnen Spitze. Die beiden Septa sind häufig nicht von Anfang an gesondert, sondern an ihrer Ursprungsstelle mit einander vereinigt und theilen sich erst am Gefässe gablig.

Die innere Seite des bindegewebigen Mittelstückes trägt rechts und links je ein Bündel der Längsachse des Kiemenfadens parallel verlaufender Muskelfasern *m*. Dieselben ziehen sich bei der Contraction der Kieme von oben nach unten zusammen. Zwischen ihnen liegt der starke von deutlichem Perineurium umschlossene, in mehrere Unterabtheilungen (bis 3) zerfallene Längsnervenstamm *n*, dicht unter der Vertiefung *e* des innern Randes. Das ganze bindegewebige Mittelstück *b* ist von einer festen sich in Carmin dunkelroth färbenden elastischen Basement membrane umschlossen. Letztere bildet durch Einstülpung die Scheidewände, welche 1) die einzelnen Muskelfasern von einander trennen, sowie 2) diejenigen, die zwischen Muskel und Nerv eindringend das Perineurium und die Scheidewände zwischen den einzelnen Nervenbündeln liefern, 3) jene beiden oben erwähnten Gefässsepta *vF*. In die Achse jedes Kiemenfiederchens *sf* setzt sich ein Fortsatz des mittleren Bindegewebscentrums fort, der aus einem centralen Gefäss g^1 mit etwas adventitiellem Schleimgewebe besteht. Nerven und Muskeln finden sich darin nicht vor. Da somit im Kiemenfadenschaft sowohl als auch in den Kiemenfiederchen sich immer nur ein Gefäss nachweisen lässt und da ferner andere Blutbahnen mit Sicherheit auszuschliessen sind, so muss der Blutstrom ein doppelt gerichteter sein, d. h. das im Körper verbrauchte mit Kohlensäure überladene Blut muss auf demselben Wege centrifugal gegen die Kiemenfiederchen hinströmen, auf dem es nach vollendetem Gasaustausch wieder zur Ernährung der Gewebe brauchbar und sauerstoffreich centripetal in den Körper des Wurmes zurückkehrt. Die verdichtete Grenzmembran bekleidet auch den bindegewebigen Bestandtheil der Kiemenfiederchen, so dass also das Bindegewebe der Kieme überall gegen das Epithel durch eine hautartige Schicht — ebenso wie etwa der Glaskörper des Säugethierauges gegen die Linse durch die Linsenkapsel — abgeschlossen ist. Diese Basement membrane ist ein Product des Bindegewebes. Sie rührt nicht vom Epithel her, wie man in früherer Zeit allgemein geglaubt hat und wie es auch noch neuerdings

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

von Kessler (Auge) behauptet ist. Man kann sich von dieser für die allgemeine Histologie so wichtigen Thatsache vielleicht an keinem Orte besser überzeugen, als an der Serpula. Hier sieht man nämlich wie der ganze dem äussern Randtheil der Basement membrane nach innen anliegende Abschnitt des Bindegewebscentrums seine schleimgewebsartige Beschaffenheit verliert und eine mehr feste homogene, faserartige Natur annimmt. Ganz allmälig und vollständig continuirlich erfolgt der Uebergang des Schleimgewebes in das Glashautgewebe. Da letzteres der Carminfärbung weit zugänglicher ist, als die Grundsubstanz des Schleimgewebes, so kann man an einer solchen in der Umwandlung begriffenen Partie alle Farbenübergänge von vollkommenem Weiss bis zu schönem Rosa in continuirlicher Reihe verfolgen.

Die Basement membrane sendet von ihren beiden äusseren Winkeln je einen kurzen Fortsatz nach aussen und lateralwärts, welcher sich sehr bald wieder in einen seitlichen und einen medianen Antheil (*S T* u. *m T*) gabelt, die auf dem Querschnitt jeder halbkreisförmig gestaltet sind, so dass sie zusammen einen vollständigen Cirkel formiren. In diesem Kreise ist die seitliche Zellsäule *v* eingeschlossen. Dieselbe zeichnet sich durch die dunkle Färbung ihrer Zellen aus. Letztere sind undeutlich begrenzt und dicht aneinandergepresst. An Isolationspräparaten haben sie eine längsovale Form, einem Seidencocon ähnlich. Sie führen an vielen Schnitten ein dunkelbraunes Pigment in kristallinischen Körnchen. Manche Schnitte sind freilich ganz frei von diesem Pigment, das überhaupt überaus sparsam und in jedem Querschnitt auf wenige Körnchen beschränkt ist.

Die seitliche Zellsäule wird durch mehrere Septa *s*, welche von den umhüllenden Basement membranes einstrahlen und sich mannigfaltig mit einander verbinden in 3—5 ziemlich gleich grosse Gruppen geschieden. Sie erstreckt sich in der Längsansicht nach oben immer dünner werdend bis an den Abgangspunkt des terminalen Fadens (Fig. 1 *x*). Nach unten hört die seitliche Zellsäule ebenfalls mit einer Zuspitzung etwas vor dem Uebergang der einzelnen Kiemenfäden in die gemeinschaftlichen Kiemenlappen auf. Die untere Endspitze der seitlichen Zellsäule ist immer nach innen gegen den Abgang der secundären Kiemenfiederchen gerichtet oder was dasselbe sagen will, in der Nachbarschaft der innern seitlichen Einbuchtung e^1 reichen die Zellen der seitlichen Zellsäule weit tiefer nach unten als an der entgegengesetzten Seite. Die Abnahme des Zellstreifens von der Gegend e^2 her kommt so zu Stande, dass die Zellen verschwinden und an ihrer Stelle eigenthümliche feine Fasern, die auf dem Durchschnitt wie Querschnitte von Nervenfasern ausschauen, sich einschieben. Zugleich verkleinert sich der Gesammtraum, den die noch übrig gebliebenen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Zellen und diese neu eingeschobenen faserigen Elemente einnehmen. Indem der mediale Rand *m t* der Basement membrane dieser Raumverkleinerung folgt, vergrössert sich natürlich der Zwischenraum *z* zwischen den beiden seitlichen Zellsäulen. Wenn schliesslich auch der letzte Rest der seitlichen Zellsäule verschwindet, treten die chitinogenen Ectoepithelien *z* vollständig an deren Stelle. Auf diese Weise kommen sie in die nächste Nachbarschaft desjenigen Epithels z^1, das schon von Anfang an jenseits der lateralen Zellsäule gelegen ist. Doch berühren beide Epithelarten nie einander, immer ist noch die trennende Basement membrane zwischen beiden vorhanden, die sowohl in ihrer seitlichen *S T* als in ihrer medialen Lamelle *m T* erhalten bleibt. Nur vereinigen sich diese beiden Theile zu einer einfachen Lamelle. Die eigenthümlichen, fasrigen Elemente, die vom Kopfende her in die seitliche Zellsäule eintreten, sind nach unten hin selbst auf Ebenen, wo die Zellsäule selbst schon längst verschwunden ist, noch immer vorhanden, so dass man leicht die frühere Position der seitlichen Zellsäule noch an den feinen Faserquerschnitten erkennen kann, die sich zwischen den nunmehr zu einem Septum vereinigten seitlichen und medialen Begrenzungshäuten der früheren Zellsäule bemerkbar machen. Mit dem Aufhören der seitlichen Zellsäule hat auch zugleich jeder Kiemenfaden seine Einzelexistenz aufgegeben und ist mit dem andern seiner Seite zu dem gemeinschaftlichen Kiemenlappen verschmolzen. Schon in Fig. 2 macht sich die Abnahme der seitlichen Zellsäule in ihren ersten Anfängen bemerkbar. Man sieht hier nicht den ganzen kreisförmigen Raum zwischen der seitlichen Basement membrane *S T* und der medialen *m T* von Zellen eingenommen; vielmehr liegen schon an letzterer einzelne feine Faserbündelquerschnitte *y*.

Welche Rolle spielt die seitliche Zellsäule? Diese Frage wird wohl erst dann ihre sichere Erledigung finden, wenn die Entwicklungsgeschichte von Spirorbis durch systematisch angelegte Serien von Schnittpräparaten mit genügender Sicherheit bekannt sein wird. Selbst darüber, unter welche Classe von Organen die seitliche Zellsäule zu rechnen sei, kann augenblicklich nichts Positives beigebracht werden.

Der ganze Kiemenfadenquerschnitt (Fig. 2) wird von einer überall einschichtigen Epithelzellenlage überzogen, deren Zellen von der bindegewebigen Basement membrane entspringen und an dem gegenüberliegenden Punkt der Cuticula endigen, welche letztere von ihnen secernirt wird. Da nun die Cuticula eine sehr wechselnde Stärke besitzt, so sind auch die secernirenden Epithelien von sehr variirender Beschaffenheit. Im Allgemeinen lassen sich zwei Arten unterscheiden. Erstens diejenigen, welche die der Aussenwelt zugewandte Oberfläche der Kiemen überziehen, und zweitens diejenigen, welche die innern einander zugekehrten Ränder

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Kiemen bedecken. Die ersten mögen Ecto-, die zweiten Endoepithelien heissen. Beide Arten gehen zwar continuirlich in einander über und die Trennung von Endo- und Ectoepithel ist insofern eine künstliche, als man es einer isolirten Zelle meistens nur schwer ansehen kann, welcher Art sie angehört. Doch liegt es im Interesse der Darstellung, diese Unterarten des Epithels zu statuiren, andererseits lässt sich auch an gewissen Localitäten, z. B. am Kiemenlappen, in der That die Sonderung scharf durchführen. Die Ectoepithelien liegen (Fig. 2) am äusseren Rande *ä R*, am Seitenrande *s R* und an der Fortsetzung des Letzteren auf das Kiemenfiederchen. Die Endoepithelien dagegen bedecken den innern Rand des Kiemenfadenschaftes (*e* Fig. 2), sowie die beiden medialen einander zugekehrten Ränder des rechten und linken Kiemenfiederchens. An den Ectoepithelien lassen sich wiederum je zwei Unterabtheilungen statuiren, je nachdem die Zellen den Kiemenfadenschaft selbst oder die Kiemenfiederchen überziehen. Es existiren sonach im Ganzen vier Arten von Epithelien:

1) Ectoepithelien des Kiemenfadenschafts. Sie bedecken den äusseren Rand *ä R* und den Seitenrand *s R* Fig. 2 des Kiemenfadenschafts und reichen bis zu dem Punkt *t*, an dem das secundäre Kiemenfiederchen beginnt.

2) Ectoepithelien des Kiemenfiederchens. Sie beginnen im Punkt *t* und reichen bis zum Punkt *u*, wo der Aussenrand des Kiemenfiederchens sich in den Innenrand desselben umschlägt.

3) Endoepithelien des Kiemenfiederchens. Sie beginnen im Punkt *u* und reichen bis zu dem Punkt *v v*. Hier endlich

4) fangen die Endoepithelien des Kiemenfadenschaftes an.

I. Ectoepithelien des Kiemenfadenschaftes.

Auch diese lassen sich wieder in zwei Gruppen sondern: die am Kiemenlappen eintretende Verwachsung der einzelnen Kiemenfäden ist nämlich von einer partiellen Veränderung des Charakters ihres Epithels begleitet. Die Verwachsung geschieht, wie unten Fig. 5 und 6 gezeigt werden wird, so, dass diejenigen Localitäten je eines Kiemenfadens, die in höher gelegenen Ebenen von den seitlichen Zellsäulen eingenommen werden, mit den entsprechenden Punkten ihrer beiden Nachbarfäden zusammenfliessen; dadurch erlangen die Seitenränder des Kiemenfadenschaftes (*s R* Fig. 2) einen gewissen Abschluss; die Folge davon ist, dass ihr Epithel gewisse Eigenthümlichkeiten erhält, die es dem Endoepithel näher bringen. Da nun schon von Anfang an ein kleiner Unterschied zwischen dem Epithel des Seitenrandes z^1 (Fig. 2) und dem des äusseren Randes *z* (Fig. 2) existirt, so ist es zweckmässig bei der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Beschreibung der Ectoepithelien des Kiemenfadenschaftes von vornherein beide Abschnitte z und z^1 gesondert zu unterscheiden.

Was zuerst den Abschnitt z betrifft, so besteht derselbe aus mit hellem Protoplasma erfüllten Epithelzellen, deren Form man (am Längsschnitt *e* Fig. 4) am besten mit einem langen schmalen, in der Mitte durch ein umgelegtes Band eingeschnürten Cylinder, oder auch mit zwei gerade abgestutzten mit ihren Abstutzungsflächen auf einander gesetzten Kegeln vergleichen kann. Die Einschnürungen liegen alle in einer Ebene; die inneren und die äusseren Enden der Zellen sind nicht geradlinig, sondern gebogen (Fig. 4). Am Querschnitt (Fig. 2) sind die Zellen so gestellt, dass sie rechts und links concav auseinanderstrahlen. Nur die mittelste Zelle geht gerade von innen nach aussen. Schon ihre beiden Nachbarzellen machen eine kleine, wenn auch erst schwache Biegung, deren Convexität gegen die centrale Zelle gerichtet ist. Die Biegung wird um so stärker, je näher die Zellen der inneren convexen Begrenzungsfläche *m T* der seitlichen Zellsäule zu liegen kommen. Da die Elemente nach innen gegen das Bindegewebscentrum hin und nach aussen gegen die Cuticula hin auseinandergebogen sind, so müssen sie an der Peripherie einen verhältnissmässig grossen Raum einnehmen, während sie in der Mitte ihres Verlaufes einen weit geringeren Raum occupiren müssen (Fig. 2). Die ganze Anordnung des Abschnitts z erinnert auf dem Querschnitt an einen entfalteten Fächer, dessen Radien gebogen verlaufen. Dieser Aufbau ähnelt einem gewissen Stadium in der Entwicklung der Linse, in welchem die Linsenfasern auf dem Medianschnitt in der Augenachse gerade von vorn nach hinten gerichtet sind, zu beiden Seiten der Augenachse dagegen so convex gegen die Mittellinie umbiegen, dass sie mit ihrem vorderen und hinteren Ende divergent nach aussen strahlen. Zugleich sind sie auch vorn und hinten durch nach vorn, resp. nach hinten convexe Bögen abgeschlossen. (Siehe J. Arnold »Zur Anatomie des Auges« und Artikel »Linse« in Gräfe und Saemisch, Handbuch der gesammten Augenheilkunde.)

Die eben beschriebene Anordnung des Ectoepithelabschnitts z findet sich nicht auf allen Schnitten. Man findet vielmehr auch Präparate, in denen die jederseits dicht neben der Mittellinie gelegene Epithelzelle nicht concav, sondern convex nach aussen gebogen ist, also eine der gewöhnlichen gerade entgegengesetzte Krümmung besitzt. Erst die mehr lateral gelegenen Zellen nehmen wieder die nach aussen concave Richtung an (Fig. 2^1). Die von vorn nach hinten gerichteten Zellen sind in letzter Figur mit 1, die Zellen mit der Convexität nach aussen mit 2, die mit der Convexität nach innen mit 3 bezeichnet. Die Höhe der Ectoepithelzellen (z Fig. 2 und Fig. 2^1) ist je nach ihrer Lage eine sehr verschie-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dene. Die in der Mitte gelegenen sind die längsten. Je weiter nach dem Rande zu um so kürzer werden die Zellen, die dicht an der seitlichen Zellsäule gelegenen sind die allerkürzesten. Doch sind auch Letztere, da sie gebogen verlaufen, weit kürzer, als der geraden Entfernung ihres Bindegewebsfusspunktes entsprechen würde. Gewöhnlich kommen circa 8—10 Zellen auf den Raum *z*. Ihre Kerne liegen an der Grenze zwischen dem äusseren Viertel und den inneren drei Vierteln der Zellhöhe in einer regelmässigen, der äusseren Cuticula parallelen Linie. Manchmal rücken sie noch näher an die Cuticula heran. Sie sind länglich mit einem centralen Kernkörperchenhaufen und Kernkörperchenhof. Auf Längsschnitten (Fig. 4) liegen die die Kerne bergenden äussern Zellenenden in Gruppen zu dreien oder vieren aneinander.

Jenseits der seitlichen Zellsäule *v* werden die chitinogenen Zellen kleiner und bilden einfache, geradegestreckte Cylinderepithelien, die meist geradlinig vom Seitenrand des Bindegewebscentrums gegen den Seitenrand der Cuticula gehen. Manchmal machen sie eine leichte Biegung, deren Convexität bald gegen den äusseren Rand (linke Seite der Fig. 2), bald gegen den inneren Rand (rechte Seite der Fig. 2) gekehrt ist. Die von der lateralen Begrenzung *s T* der seitlichen Zellsäule entspringenden Zellen des Abschnitts z^1, sind Anfangs wegen des einspringenden Winkels, den die seitliche Zellsäule mit der Cuticula des Seitenrandes macht, sehr klein. Sehr bald aber erreichen sie das Maximum ihrer Grösse, ungefähr die Hälfte von der Durchschnittsgrösse des Abschnitts *z*. Gegen die Kiemenfiederchen hin nehmen sie dann wieder an Höhe ab, bis sie an Letzterem angelangt fast nur noch den Charakter niedriger Würfelepithelien besitzen. Die Kerne des Abschnitts z^1 sind ebenso beschaffen wie die des Abschnittes *z*. An der Abgangsstelle der Kiemenfiederchen *t* liegen die Kerne der bindegewebigen Basement membrane fast auf.

II. Ectoepithelien der Kiemenfiederchen.

Die Ectoepithelien der Kiemenfiederchen sind mehr breit als hoch, während die Ectoepithelien des Kiemenfadenschafts, selbst da wo sie am niedrigsten sind, immer noch mehr hoch als breit sind. Der Unterschied überträgt sich auch auf die Kerne. Die Kerne der Ectoepithelien der Kiemenfiederchen sind ebenfalls niedrig und breit. Sie gleichen horizontal gestellten Ovalen, während die Kerne der Ectoepithelien des Kiemenfadenschafts vertical gestellt sind. Ausserdem unterscheiden sich beide Arten von Ectoepithelien noch durch eine Differenz ihres Protoplasmas. Ersteres ist nämlich am Kiemenfadenschaft an den verschiedenen Punkten der Zelle verschieden gebaut, worüber später noch gehandelt werden wird und ziemlich resistent gegen Carmin. Die Ecto-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

epithelien der Kiemenfiederchen dagegen besitzen ein durchaus gleichbeschaffenes Protoplasma, das Carmin sehr intensiv annimmt. Die Ectoepithelzellen der Kiemenfiederchen sind durch seichte Einschnitte von einander getrennt, so dass ihr Aussenrand auf dem Durchschnitt (Fig. 2) gezackt erscheint.

III. Endoepithelien der Kiemenfiederchen.

Von dem Punkt *u* (Fig. 2) angefangen beginnen die Endoepithelien der Kiemenfiederchen. Der Unterschied einer Endoepithelzelle des Abschnitts *uvv* gegen eine Ectoepithelzelle des Abschnitts *z* ist ein sehr grosser, aber gegenüber einer Ectoepithelzelle des Abschnitts *tu* ist er nur verschwindend klein und besteht hauptsächlich in einer Differenz der Färbung.

Das Protoplasma der Endoepithelzellen ist nämlich blasser als das selbst der hellsten Ectoepithelzellen und hat einen eigenthümlichen sehr charakteristischen Glanz. Die Zellen sind (Fig. 2) mehr breit als hoch, und noch niedriger als die Ectoepithelzellen des Abschnitts *tu*. Diese relativen Grössenverhältnisse der Endoepithelien der Kiemenfiederchen sind in Fig. 2 durch ein Versehen nicht richtig wiedergegeben. Die Kerne der Endoepithelien sind an manchen Stellen sehr schwer sichtbar. Dicht über dem Einbug *e* des inneren Randes des Kiemenfiederchens schwellen die Endoepithelien plötzlich polsterähnlich an und bilden so jederseits einen Wulst *x*, der wie eine Klappe den Eingang in die Einbiegung *e* überlagert. Er steigt auf dem Querschnitt mit seinem der Umschlagsstelle *u* zugekehrten Rande sanft auf, einen abgeplatteten Gipfel vergleichbar, und fällt dann am entgegengesetzten Bande jäh ab. Die Höhe der den Wulst zusammensetzenden Endoepithelien wechselt mit der Höhe des Wulstes selbst. Immer ist derselbe nur eine einzige Zelle hoch.

IV. Endoepithelien des Kiemenfadenschaftes.

Am Grunde der Einbiegung *e* ist das Endoepithel am allerhellsten und am allerniedrigsten und ist wohl offenbar hier derjenige Ort, wo dem Gasaustausch zwischen Kieme und Meerwasser der allergeringste Widerstand von Seiten des Epithels geleistet wird.

Es soll nunmehr zur Betrachtung der die ganze Kieme bedeckenden Cuticula übergegangen werden. Dieselbe entspricht in ihrer Ausbildung im Allgemeinen der Höhe der chitinogenen Epithelien. Je höher Letztere, desto stärker ist im Allgemeinen die Cuticula. Sie ist also an der Basis, entsprechend der Partie *z* am dicksten. Dann überzieht sie in gleichbleibender Stärke die seitliche Zellsäule, ist auch am Anfang der Epithel-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zellenpartie z^1 noch ziemlich gut entwickelt, schwillt aber von da an rasch gegen den Punkt *t* hin ab, und ist schliesslich über den Kiemenfiederchen auf ein dünnes, unmessbar feines Häutchen reducirt, welches schon nicht mehr den Eindruck einer von den Zellen losgelösten und selbständig existirenden Haut, sondern vielmehr den eines äusseren, etwas stärker ausgeprägten Zellsaumes macht. Die Cuticula, die die seitliche Zellsäule bedeckt, wird nicht von letzterer formirt, sondern ist ein Product der anstossenden Ectoepithelzellen.

Fig. 2^1 zeigt das Verhalten des Epithels des Kiemenfadens an den Punkten zwischen je zwei Kiemenfiederchen. Der vordere Rand des Bindegewebscentrums zieht sich rechts und links in einem schwachen Fortsatz (*sch*) der Basement membrane aus, die aussen das Ecto-, innen das Endoepithel trägt. Ersteres nimmt gegen die Umschlagsstelle *u* hin allmälig an Grösse ab. Letzteres dagegen fängt von diesem Punkte an wieder zuzunehmen und ist in der mittleren Einbiegung *e* am allerhöchsten. Dies Verhalten ist gerade umgekehrt, wie das oben an der Abgangsstelle der Kiemenfiederchen (Fig. 2) beschriebene.

Zum Studium des Baues der Kiemenfiederchen eignen sich besonders Querschnitte durch dieselben (Fig. 3), die also senkrecht auf die Richtung des Querschnitts Fig. 2 (oder mit anderen Worten parallel zur Längsachse des Kiemenfadens) geführt sind. Ein Kiemenfiederchen ist seiner Structur nach eine vereinfachte und auf das Nothwendigste reducirte Wiederholung der Structur des grossen Kiemenfadens. Wie an letzterem, so kann man auch am Kiemenfiederchenquerschnitt (Fig. 3) einen Schafttheil und zwei davon ausgehende tertiäre Nebenkiemenfiederchen unterscheiden. Der Kiemenfiederchenschaft hat sein Bindegewebscentrum *b*, sein einfaches Capillargefäss *g* (Nerven und Muskeln sind nicht mehr vorhanden), eine überall geschlossene Basement membrane et caetera. Von Letzterer strahlen zwei Scheidewände *sch* jederseits lateralwärts aus, die zum Ansatz des Epithels der Nebenkiemenfiederchen dienen. Letzteres ist wiederum ein einzelliges Cylinderepithel, das sich ebenfalls in Ecto- und Endoepithel theilen lässt. Die Ectoepithelien am Kiemenfiederchenschaft sind niedrige Cylinderepithelien, die an dem tertiären Kiemenfiederchen sind dagegen schmal und dreimal länger. Sie stehen im schrägen Winkel auf ihrer Basement membrane. Die Endoepithelien sind ebenso lang als die Ectoepithelien; sie stehen senkrecht auf ihrer Grenzmembran, ihr Kern liegt im mittleren Drittel. Die Cuticula überzieht als dicke Linie den Kiemenfiederchenschaft. An den Nebenkiemenfiederchen wird sie unmessbar fein.

Man kann sich mit Hülfe eines Längsschnitts (Fig. 4) noch ein wenig näher über die Anordnung der einzelnen Theile orientiren. Der Schnitt ist

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

etwas schräg zugleich durch den Kiemenstamm und die Fiederchen gelegt. Er sondert sich in drei über einandergelegene Etagen. Die untere umfasst die Cuticula *c*, links den seitlichen Zellstreif *v*, rechts die chitinogenen Ectoepithelien *e* des Abschnitts (*z* Fig. 2).

Die mittlere Etage umfasst rechts das Bindegewebscentrum *b* und dessen Gefässe *g*, links ein Stück von der Oberfläche des Kiemenfadenschafts. Man bemerkt auf letzterer die durch die cuticularen Enden der chitinogenen Ectoepithelien (Fig. 2 z^1) verursachte Zeichnung. Die obere Etage des Längsschnitts (Fig. 4) umfasst die Kiemenfiederchen, die links ebenfalls tangential getroffen, ihre Peripherie zeigen, rechts aber so angeschnitten sind, dass man noch die Verbindung ihres Gefässes mit den Gefässen des Bindegewebscentrums erkennen kann.

Die Cuticula (Fig. 4 *c*) ist überall von annähernd gleicher Dicke, homogen, ohne Querstreifung oder Längsstrichelung; jedoch kann man bei guter Beleuchtung und sehr scharfer Einstellung mit dem Immersionssystem schwache (in Fig. 4 nicht wiedergegebene) Andeutungen von transversalen Linien erkennen, die auf übereinanderliegende und successiv abgelagerte Schichten zu beziehen sind. Die Cuticula färbt sich in Carmin intensiv in allen Theilen gleichmässig roth.

Die Zellen der seitlichen Zellsäule *v* sind auf Fig. 4 nahe ihrem zugespitzten Anfang am Kiemenlappen getroffen und zeigen die Einsenkung jener feinen Fasern *n*, die oben für Nerven erklärt wurden. Die Zellen sind oval, Seidencocon ähnlich geformt, mit einem abgerundeten und einem spitzen Ende. Sie sind so in einandergeschoben, dass sich zwischen je zwei spitze Enden ein abgerundetes hineinlegt. Sie fallen auch auf dem Längsschnitt durch ihre dunkle Färbung sofort in die Augen. Sie bestehen aus grob granulirtem Protoplasma mit Kern, der ein dunkelrothes Kernkörperchen führt. Der Kern ist oft nicht deutlich zu sehen, an den vereinzelten beiden Zellen (v^1 Fig. 4) trat er sehr auffallend in die Erscheinung. Er liegt immer an dem gegen das Bindegewebscentrum hin gerichteten Ende der Zelle. Die Zellen der seitlichen Zellsäule sind auf dem Längsschnitt (Fig. 4) nicht gleich hoch. Sie nehmen eine Strecke weit von links, also von ihrem Anfangstheil her an Grösse zu und scheinen dann wieder abzunehmen. An anderen Präparaten habe ich mich überzeugen können, dass manche Zellen der seitlichen Zellsäule namentlich in den höher oben gelegenen Partien derselben, wo der Fasereintritt (Fig. 4 *n*) beendigt ist, so gross sind, dass sie durch den ganzen Raum der unteren Etage reichen.

Nach rechts schliessen sich auf Fig. 4 an die Zellen der seitlichen Zellsäule (*v*) die chitinogenen Ectoepithelien (*e*) an. Diese sind am Längsschnitt (Fig. 4) flaschenförmige zu Gruppen von dreien vereinigte Gebilde.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Jede Gruppe ist von der nächst grösseren durch einen kleinen Zwischenraum *z* getrennt. Von den drei Zellen je einer Gruppe geht die mittlere in der Regel geradlinig von der Cuticula bis zur Grenze des Bindegewebes, die beiden seitlichen Zellen liegen mit ihrem dünnen Mittelstück der Mittelzelle dicht an, mit ihrem kolbig verdickten Ende aber sind sie divergent nach aussen gerichtet. Der Kern liegt an der Cuticula. Hier bleibt zwischen je zwei kernführenden Zellenenden je einer Zellgruppe ein kleiner secundärer Zwischenraum z^1. Die Zellgruppen bestehen nicht immer blos aus drei, sondern auch manchmal aus vier und fünf Elementen. In diesem Fall verlaufen die beiden mittleren Zellen geradlinig. Da die geschilderte Anordnung an allen Längsschnitten, man mag dieselben frontal oder sagittal legen, sich wiederholt, so geht daraus hervor, dass die Ectoepithelien in blattartig-kreisförmig begrenzten Abtheilungen gruppirt sein müssen. Jedes Blatt muss 3—5 Zellenlagen hoch sein. Die Enden der Blätter stossen dicht aneinander. Zwischen der Mitte der Blätter bleiben längsovale Räume und dies sind eben auf dem Längsschnitt die in Fig. 4 mit dem Buchstaben *z* belegten Spalten. Die Zwischenräume *z* zwischen den einzelnen Blättern werden durch eine helle homogene in Carmin sich nicht färbende Masse ausgefüllt. Die Masse ist unzweifelhaft epithelialer Natur und sie gehört histologisch zu jenen Zwischensubstanzen, die unter Umständen auch zwischen Epithelzellen auftreten und die neuerdings von J. Arnold (Virch. Arch. 1875) mit dem Namen der Kittleisten belegt sind.

An den chitinogenen Epithelzellen der Fig. 4 lassen sich je drei Abschnitte unterscheiden. Erstens ein verdicktes gegen das Bindegewebe gerichtetes kolbiges basales Endstück, zweitens eine dünne Mitte, drittens ein kernführendes etwas verbreitertes cuticulares Ende. Im basalen Endstück ist das Protoplasma feinkörnig und nach Carminfärbung dunkel. In dem Mittelstück findet sich eine ganz homogene Substanz. Gegen die Cuticula hin verbreitern sich die Zellen trichterförmig. Am Anfang des Trichters liegt der Kern. Letzterer verschliesst die Zelle vollständig, so dass das jenseits des Kernes befindliche Zellmaterial von dem diesseits gelegenen ganz und gar getrennt ist.

In dem erweiterten Ende der Zelle findet sich nur noch wenig Zellmaterial von heller Beschaffenheit. Gegen die Cuticula hin hat es keine scharfe Grenze. Indem es mit derselben Masse aus den benachbarten Zellen zusammenfliesst, verbindet es sich zu einer continuirlichen dicht unter der Cuticula gelegenen, schleimähnlichen Begrenzungsschicht. Letztere wird später zu der jüngsten Cuticularschicht, indem sie die Eigenschaft gewinnt, sich in Carmin zu färben und zugleich ein mehr homogenes starres Aussehen annimmt. Man kann sich die Form der chitino-

© Biblioteka Jagiellońska www.zobodat.at

genen Ectoepithelien am besten dadurch vorstellen, dass man sich auf dem langen und schmalen Hals eines Glaskolbens, wie ihn die Chemiker brauchen, einen Glastrichter aufgeschmolzen denkt, während gerade an der Stelle, wo Trichter und Retorte verschmolzen sind, ein oval geformter, eng anschliessender Pfropf den Retortenhals verschliesst. Der kolbenförmige Boden der Retorte entspricht dem Bindegewebsende der chitinogenen Epithelien, der Hals repräsentirt das verdünnte Mittelstück. Der aufgesetzte Trichter gleicht dem erweiterten cuticularen Ende der Zelle, der längs-ovale Pfropf repräsentirt den Zellkern. Denkt man sich nun noch den Boden der Retorte mit einem grob granulirten Körper, z. B. mit Sand gefüllt, während alle übrigen Theile mit einer wasserklaren Flüssigkeit angefüllt sind, so würde ein solcher Vergleich ein grobes Abbild der verschiedenen Partien einer Ectoepithelzelle des Abschnitts *e* (Fig. 4) geben. Die kolbig verdickten und mit granulirtem Protoplasma versehenen Enden der Zellen nehmen ungefähr ein Viertel der ganzen Höhe der Zelle ein, zwei Viertel kommen auf das verdünnte Mittelstück, das letzte Viertel wird von dem trichterförmig verbreiterten, cuticularen Ende eingenommen (der Kern liegt also, wie schon oben erwähnt wurde, zwischen den innern drei und dem äussern einen Viertel).

Die zweite Etage der Fig. 4 zeigt linkerseits den Abdruck der cuticularen Enden derjenigen Ectoepithelien, die auf Fig. 2 mit dem Buchstaben z^1 bezeichnet sind. Die Configuration dieses Abdruckes zeigt in gewissen regelmässigen Abständen helle breitmaschige Flecken *hf*, die in ein dunkles kleinmaschiges Netz *o* eingesprengt sind. Die rechte Hälfte der zweiten Etage wird durch das gefässführende Bindegewebe eingenommen. Dasselbe wird gegen die Abgangsstelle der secundären Kiemenfiederchen durch die obere Grenzmembran *og*, gegen die Ectoepithelien durch die Basement membrane *bg* abgeschlossen. Unter der oberen Grenzmembran liegt der Längsnerv der Kieme *ns*. Die obere Grenzmembran *og* ist zwischen je zwei Kiemenfiederchen mit kleinen Erhabenheiten *ke* besetzt. Letzteren sitzen rudimentäre Bindegewebspapillen *bf* auf.

Zur Vermeidung von Missverständnissen möge hier die Nomenclatur zusammengestellt werden. Die Bezeichnung »secundäres Kiemenfiederchen« wird für die in Fig. 1 und 2 mit den Buchstaben *sF* resp. *sf* belegten, direct vom Kiemenfaden abgehenden Bildungen gebraucht. Tertiäre oder Nebenkiemenfiederchen sind diejenigen kleinen Höcker, die sich von den secundären Kiemenfiederchen ihrerseits wieder erheben (Fig. 3 *sch*). Von diesen tertiären oder Nebenkiemenfiederchen sind jene Bildungen wohl zu unterscheiden, die auf dem Längsschnitt (Fig. 4) sich zwischen je zwei secundären Kiemenfiederchen erheben und deshalb Zwischenkiemen-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

fiederchen (Fig. 4 *bf*) heissen mögen. Dieselben Bildungen sind auch auf Fig. 2[1] getroffen und mit den Buchstaben *sch* bezeichnet.

Die dritte Etage (Fig. 4) zeigt rechts die Durchschnitte durch die secundären und durch die Zwischenkiemenfiederchen. Links sieht man dieselben Gebild etangential getroffen. Die Zwischenkiemenfiederchen (*bf*) bestehen aus über der Erhebung *ke* der oberen Begrenzungsmembran gelegenen kleinen papillären Fortsetzungen *bf* des Bindegewebes der eigentlichen Kiemenfiederchen. Auf diesem sitzt Ectoepithel mit ausgebildeter Cuticula auf.

Beträchtliche Aenderung tritt in dem Bau der Kieme ein, sobald die Kiemenfäden sich zum gemeinsamen Kiemenlappen vereinigen. Dieser Vorgang soll durch Fig. 5 und 6 illustrirt werden.

Fig. 5 zeigt den Uebergang bei starker Vergrösserung (Schieck Ocl. O. Obj. 7 a. T.), während Fig. 6 einen Gesammtüberblick über die Vereinigung aller Kiemenfäden beider Seiten zu zwei Lappen bei schwacher Vergrösserung (Schieck Ocl. O. Obj. 1 a. T.) darstellt. Letztere Figur ist mit Zugrundelegung einer Photographie, die ich dem Herrn Privatdocenten Dr. Ulzmann in Wien verdanke, von Herrn Dr. v. Heuss aus München, d. Z. in Wien, entworfen. Beiden Herren sage ich hiermit meinen herzlichsten Dank. Der Querschnitt je eines Kiemenlappens im Ganzen (Fig. 6) hat ungefähr die Form eines Halbkreises, dessen eines Ende genommen und winklig nach einwärts gegen das andere Ende hin eingedrückt ist. Von der Mittellinie anfangend sieht man zu jeder Seite der Fig. 6 (unten) noch mehrere vollständig dem Typus der Fig. 2[1] entsprechende isolirte Kiemenfiederchen (rechts 6, links 7); dann fangen dieselben an sich in dem Winkel zwischen Aussen- und Seitenwand mit ihren Nachbarn zu verbinden. Diese Stelle wird an dem freien Kiemenfaden von der seitlichen Zellsäule occupirt; oberhalb des Kiemenlappens haben die seitlichen Zellsäulen aber schon zu existiren aufgehört. Nur ihre Grenzmembranen sowie jene feinen, nervösen Fasern sind übrig geblieben, die vom Kopfe her in die untern Enden der seitlichen Zellsäule eintreten. Der übrige Platz wird durch Ectoepithelzellen der Partie *z* (Fig. 2) eingenommen. Mit dem Aufhören der seitlichen Zellsäule verschwindet auch die letztere deckende Cuticula und die verbreiterten Ectoepithelpartien *z* je zweier benachbarten Kiemenfiederchen berühren einander direct. Ebenso werden durch das Aufhören der seitlichen Zellsäule die beiden Basement membranes der letzteren Fig. 2 (*s T* und *m T*) zuerst ganz nahe an einander gerückt. Dann verschmelzen sie mit einander bis auf jene zwischen ihnen übrig bleibenden Fasern (Fig. 2 *y*) und verbinden sich mit ihren Nachbarn zu einer gemeinsamen Membran, welche diejenige

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Partie der Epithelien, die am äussern Rande des Kiemenlappens liegen und der Partie *z* in Fig. 2 entsprechen, von allen übrigen Epithelien wie eine Scheidewand abtrennt.

So entsteht eine in regelmässige Curven verlaufende gemeinsame Basement membrane *bm* (Fig. 6), die durch den ganzen Kiemenlappen der Quere nach von einem Bindegewebscentrum zum anderen hindurchgeht und ihn in zwei Etagen theilt. Die äussere (*a* Fig. 6) besteht aus der Cuticula externa *ce* und der Fortsetzung derjenigen Ectoepithelpartien, die in der Fig. 2 mit dem Buchstaben *z* belegt sind. Die innere *i* enthält alle übrigen Theile des früheren isolirten Kiemenfadens, natürlich mit Ausnahme der bereits beendigten seitlichen Zellsäule. Diese innere Partie (Fig. 6) ist durch abwechselnd kleine (*ke*) und grosse (*ie*) Einschnitte in einzelne Unterabtheilungen zerlegt. Erstere entsprechen dem Einbug zwischen den beiden medialen einander zugewandten Flächen je zweier Kiemenfiederchen und der Grube *e* in Fig. 2. Die grossen Einbuchtungen *ie* dagegen bezeichnen diejenigen Spalten, die in höher oben gelegenen Ebenen die einzelnen freigewordenen, nicht mehr verwachsenen Kiemenfäden von einander trennen. Nur die kleinen Spalten *ke* sind vom Endoepithel ausgekleidet. Die grossen Spalten *ie* dagegen werden vom Ectoepithel überzogen. Die Kiemenfiederchen sind am gemeinsamen Kiemenlappen nur noch ganz schwach in zwei Höckern *h* angedeutet. In sie geht (Fig. 5) eine schwache Fortsetzung *sch* der vereinigten inneren und seitlichen Grenzmembran des Bindegewebscentrums. Auch an der Aussenfläche des Kiemenlappens ist die Zusammensetzung aus verschmolzenen Kiemenfäden durch seichte Längsfurchen gekennzeichnet. Sie markiren sich auf dem Querschnitt als festonartige Zacken. Die Spitzen der Festons correspondiren den höchsten Convexitäten der vereinigten Basement membranen (*bm*). Da ein innerer Einschnitt *ie* und ein äusserer Einschnitt *ae* der Cuticula externa immer mit einander zusammenfallen, so resultirt an den diesen Einschnitten entsprechenden Stellen des Kiemenlappens regelmässig eine beträchtliche Verdünnung der Substanz derselben.

Die histologischen Einzelheiten der Vereinigung der Kiemenfäden zu Kiemenlappen zeigt Fig. 5: *a* ist die äussere Etage, die Cuticula externa ist mit *ce*, der grosse und der kleine innere Einschnitt sind mit *ie* und *ke*, der äussere Einschnitt ist mit *ae* bezeichnet. Die bindegewebigen Verbindungsfestons *bm*, die kleinen, die Stelle der secundären Kiemenfiederchen vertretenden Höcker *h* und deren bindegewebige Grundlage *sch* sind ebenfalls leicht wieder zu finden. Man sieht in allen Bindegewebsfestons (besonders gut in dem von links her ersten Kiemenfadenquerschnitt) die Durchschnitte durch jenen wahrschein-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

lich nervösen Faserzug *s z*, der von unten her in die seitliche Zellsäule eintritt. Die Zellen letzterer sind schon verschwunden. Die Querschnitte durch die zur Zellsäule gehenden Fasern nehmen nur einen Theil des Raumes ein, den früher die ganze seitliche Zellsäule, als sie noch intact war, für sich beansprucht hat. Der Rest des Raumes wird durch die Ectoepithelpartie *z* occupirt, die sich nach beiden Seiten hin verbreitert und deren Querschnitt nunmehr die Form eines Fächers hat. Die Zellen haben meistens eine Kegelform mit breiter gegen die Cuticula hin gerichteter Basis und spitzem gegen das Bindegewebscentrum hin schauenden Ende. Dabei sind sie derart gebogen, dass ihre spitzen Enden bis zum ersten Drittel der Zellen geradlinig verlaufen und eng an einanderliegen, während die übrigen $^2/_3$ jederseits ein System in einander geschachtelter, nach einem Fusspunkt zuströmender, gegen die Mittellinie concaver Bögen beschreiben.

An den Verbindungsstellen der Kiemenfäden bleibt entsprechend dem äusseren Einbug *a e* in dem Ectoepithel des Kiemenlappens eine kleine Lücke *s* frei, die nur von heller Kittsubstanz erfüllt ist. Das Bindegewebscentrum hat in Fig. 5 an dem linken Kiemenfaden noch dieselbe Gestalt wie auf Fig. 2. Mehr nach rechts ist es in die Länge gezogen, so dass es schliesslich zu einem ganz schmalen Rechteck wird, im Uebrigen aber all seine Eigenthümlichkeiten beibehält. Nur verbleibt das Gefäss nicht mehr in der Mitte, sondern rückt nach oben gegen den Nervenstamm, dicht unter welchem es schliesslich definitiv zu liegen kommt.

Eine weit bedeutendere Umänderung erleidet die den grossen inneren Einschnitt überkleidende Ectoepithelpartie, die von dem Punkte *i e* bis zum Punkte *u* reicht. Sämmtliche Zellen derselben klären sich. Ihre Kerne werden ganz dunkel homogen und rücken dicht an die Cuticula heran. Die Grösse der Zellen wechselt der Art, dass die grössten Zellen immer in der Mitte des den Einschnitt *i e* begrenzenden Seitenrandes liegen. Von da an nehmen sie nach beiden Seiten hin an Grösse rasch und gleichmässig ab. Die Verbindungsstelle *s* überziehen sie als kleine niedrige Elemente, die aber noch immer höher als breit und deutlich kernführend sind. Gegen den Beginn des Endoepithels hin (also gegen den Umschlagspunkt *u*) nehmen sie ebenfalls gleichmässig, aber nicht so stark ab. Am Umschlagspunkt *u* angekommen verwandeln sie sich mit allmäligem Uebergang in ganz niedrige Endoepithelien. Die Cuticula interna überzieht als dünnes schleierähnliches Häutchen die Zellen des kleinen Einschnitts *k e* saumartig. Der die innere Etage bekleidende Abschnitt der Cuticula externa *c e* verdickt sich am Grunde des grossen inneren Einschnitts *i e*. Besonders auffallend gegen die Umschlagsstelle *u* hin nimmt die Cuticula externa an Dicke ab.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Schreitet man am Kiemenlappen nach hinten gegen seine Kopfanheftung hin fort, so erhält man schliesslich ein Bild wie Fig. 7. Die beiden Kiemenlappen, deren Durchschnitt unregelmässig nierenförmig ist, werden durch ein dünnes *U*-förmiges Verbindungsstück zusammengehalten, welches sich jederseits in den Hilus der nierenförmigen Figur inserirt. Es stellt den Anfang des eigentlichen Wurmkörpers, den sogenannten Kopf, an dem die Kiemenlappen wie zwei seitliche Flügel angeheftet sind, dar. Jederseits nach innen von den beiden Kiemenlappen hängen (Fig. 7) noch zwei kleinere Querschnitte *stik*. Zwei gleichbeschaffene Querschnitte waren auch schon auf dem der Zeichnung Fig. 6 zu Grunde liegenden Präparate zu sehen, sind aber auf dieser Figur ausgelassen worden, um den Ueberblick über die ohnehin ziemlich complicirten Vorgänge, die bei der Vereinigung der Kiemenfäden zum Kiemenlappen eintreten, zu erleichtern. Diese beiden Querschnitte gehören nicht mehr zu dem System der eigentlichen Kieme, deren Schilderung die vorliegende kleine Arbeit gewidmet ist, sie sollen deshalb hier nicht beschrieben werden, sondern in Gemeinschaft mit dem Kiemendeckel und den Anfangstheilen des Kopfes in einer folgenden Abhandlung behandelt werden. Ferner ist auf der Fig. 7 noch der Querschnitt durch den bekanntlich sehr dünnen Anfang des Serpula-Halskragens *sc* mitgezeichnet worden. Letzterer soll ebenfalls nicht hier, sondern erst in der folgenden Arbeit behandelt werden. Auf der rechten Seite der Fig. 7 sieht man in *kf* noch einen mit allen wesentlichen Attributen versehenen Kiemenfaden. Nur ist sein inneres Ende nicht mehr frei und trägt keine Kiemenfiederchen mehr, sondern ist bereits mit der in beide Kiemenlappen ausstrahlenden Masse des *U*-förmigen Querstücks *k* verschmolzen. Dies geschieht folgendermassen (Fig. 7): die Ectoepithelpartie z^1 setzt sich vermittelst des Uebergangsstücks z^2 in die Ectoepithelpartie z^3 fort, welche die Concavität des *U*-förmigen Verbindungsstücks der beiden Kiemenlappen überkleidet. Letztere Zellen z^3 sind sehr schmal, regelmässig und geradlinig von aussen nach innen gestellt und überall von gleichen Dimensionen, der Kern der Zellen ist unverhältnissmässig klein und fast punktförmig. Er liegt ziemlich dicht unter der Cuticula. An einer Stelle *x* auf der linken Seite der Figur 7 werden die Ectoepithelien z^3 plötzlich ganz niedrig. Sie haben hier noch nicht die Hälfte der Höhe der übrigen Ectoepithelzellen z^3. Der Grund für die Erscheinung ist darin zu suchen, dass hier die oberste Spitze des oberen Schlundganglion *og* getroffen ist, von dem man auf Fig. 7 noch einen der Kiemenfadennerven *on* nach links hin ausstrahlen sieht, während ein anderer Nervenstamm *ns* dicht daneben nach rechts hin getroffen ist. Ueber dem oberen Schlundganglion (Fig. 7) besitzen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die chitinogenen Ectoepithelien eine eigenthümliche rothbraune Färbung der Kerne. Diese Thatsache scheint insofern nicht bedeutungslos, als bekanntlich an dieser Stelle bei den Larven der Spirorbis die Sehorgane gelegen sind. Es ist im hohen Grade wahrscheinlich, dass die pigmentirten Kerne der Ectoepithelien, die am Punkt x (Fig. 7) noch beim fertigen Thiere vorhanden sind, die Reste des Augenpigments der Larve darstellen. Jede einzelne Ganglienzelle des oberen Schlundganglion ist in einem besonderen Fache der das ganze obere Schlundganglion umhüllenden bindegewebigen Grenzmembran gelegen. Letztere strahlt auf das mannigfaltigste septumartig in das Innere des Ganglions hinein. Nachdem die Ectoepithelpartie z^5 die Spitze des oberen Schlundganglions bei x überschritten hat, setzt sie sich auf der anderen Seite wieder in das Ectoepithel des linken Kiemenlappens z fort. Hier wird sie zum zweiten Mal grösser und nimmt alle die Charaktere an, die die Partie z^1 auf der rechten Seite der Figur hatte. Am äusseren Rande des Kiemenlappens geht dann die Ectoepithelpartie z in das Ectoepithel der äusseren Etage z über, das ganz dieselben Charaktere hat wie die entsprechende Partie in Fig. 5 und 6. An der convexen Seite des Verbindungsstückes verschmächtigt sich dann das sehr hohe Ectoepithel z wieder zu dem sehr niedrigen z^5 und dieses geht seinerseits auf die Aussenwand des rechten Kiemenlappens über, womit die Continuität der Ectoepithelumrandung hergestellt ist. Wenn das Ectoepithel des Verbindungsstückes in das Ectoepithel des Kiemenlappens übergeht, verändert es regelmässig seine Dimensionen, an der Convexität mit jähem Wechsel, an der Concavität dagegen sehr allmälig.

Die verborgene Lage des Kopftheils des Wurmes, der entweder immer in der Röhre versteckt bleibt, oder zum mindesten doch stets durch die beiden Kiemenlappen geschützt erscheint, lässt die geringe Ausbildung des Ectoepithels auf dem *U*-förmigen Verbindungsstück beider Kiemenlappen gerechtfertigt erscheinen. Ebenso wie das Ectoepithel verhält sich auch die Cuticula. Sie setzt sich auch ihrerseits ununterbrochen von den Kiemenfäden ce auf den Kopf fort. Nur wird sie an denselben bedeutend dünner. Die Verkleinerung der Dimensionen der Ectoepithelien und der Cuticula bei ihrem Uebertritt von dem Kiemenlappen auf den Kopf erfolgt in gleichem Tempo. Die Verdünnung der Cuticula tritt also an der Concavität des Verbindungsstückes nicht plötzlich, sondern gradatim, an der Convexität dagegen ganz jäh ein (Fig. 7).

Das Bindegewebscentrum des einen auf Fig. 7 noch vorhandenen freien Kiemenfadens kf setzt sich in eine dünne Bindegewebslage bg fort, welche als mittleres Bindegewebsblatt zwischen Ectoderm z^3 und Entoderm ed hinzieht. In ihm ist als ein kleiner Vorsprung desselben

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

das obere Schlundganglion *o g* gelegen und ist Letzteres ebenso von den Basement membranen des Bindegewebes begrenzt, wie seiner Zeit die seitliche Zellsäule. Das obere Schlundganglion, von dem hier nur links die oberste Spitze zu sehen ist, führt Ganglienzellen mit wasserklarem Protoplasma, während die Zellen der seitlichen Zellsäule ein granulirtes und durch ihre Dunkelheit ausgezeichnetes Protoplasma besitzen. Durch die Verbindung der Bindegewebscentren der einzelnen Kiemenfäden sind letztere mit einander ebenso an ihrer inneren Peripherie vereinigt als sie auf Fig. 5 und 6 mit ihren äusseren Enden eine Verwachsung eingehen. Dadurch sind die früher zwischen ihnen befindlichen überall freien Spalten (Fig. 5 und 6 *i e*) zu Binnenhöhlen (Fig. 7 *b h*) geworden. So kommt eine Verwachsung aller früher getrennten Kiemenfäden zu einem soliden Lappen zu Stande, der nur noch aus Bindegewebscentrum, umhüllenden Ectoepithel und Cuticula besteht (*y* Fig. 7). Die vollständige Verschmelzung der einzelnen Kiemenfäden tritt an der convexen Seite des Kopfes weit früher ein, als an der concaven. Dadurch kommt es, dass auf Fig. 7 die Zahl der einzelnen Binnenhöhlen eine bedeutend geringere geworden ist, als nach dem Querschnitt (Fig. 6) zu erwarten wäre, und dass ausserdem die Binnenhöhlen von der Medianebene lateralwärts beständig an Ausdehnung abnehmen. In dem gemeinschaftlichen Lappen *y* sieht man die Durchschnitte durch die Nerven der Kiemenfäden. Und diese sind Anfangs noch getrennt, sehr bald aber zu gemeinsamen Stämmen verbunden n^1 (links). Das Bindegewebe, welches zwischen Ectoderm und Entoderm *e d* hinzieht und den Darm *e d* von der Bauch- und Rückenseite her abschliesst zeichnet sich durch einen reichen Gefässkranz *k* aus. Die Binnenhöhlen *b h* sind von einem Epithel ausgekleidet, das demjenigen gleicht, welches auf Fig. 5 und 6 die (den Binnenhöhlen entsprechenden) inneren Einschnitte *i e* der inneren Etage überzieht. Ebenso besitzen sie selbstverständlich die Kiemenfiederchen (Fig. 7). Allerdings haben sie lange nicht mehr die Grösse, die sie in Fig. 2 besessen haben. In Fig. 5 und 6 waren dieselben schon zu niedrigen Höckern *h*, bestehend aus Endo- und Ectoepithel, Cuticula interna und externa und einer das Epithel tragenden dünnen Fortsetzung der bindegewebigen Grenzmembran *s c h* reducirt. Indem letztere sich mit ihren Nachbarn verbindet, kommt es zur Verwachsung der inneren Enden der Kiemenfäden. Dadurch werden die zu niedrigen Höckern reducirten Kiemenfiederchen von dem Reste des Kiemenlappens abgehoben und indem sie sich unter einander und mit den gleichnamigen Gebilden des anderseitigen Körpertheils verbinden, zu einem gemeinsamen, von Endoepithel und Cuticula interna bekleideten Rohr (*e d* Fig. 7) zusammengebracht. Dieses Rohr bildet den Anfang des Verdauungstractus.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Genese des Rohres erklärt es, warum der Anfang des Verdauungstractus bei Serpula (Fig. 7 auf der rechten Seite), mit einzelnen papillären Vorsprüngen *d* besetzt sein muss. Es sind diese Vorsprünge *d* eben nichts weiter als die Reste der früheren Kiemenfiederchen und entspricht der Einschnitt *ke* zwischen je zwei Papillen natürlich dem sogenannten kleinen Einschnitt der inneren Etage (*ke* Fig. 5 und 6). Auch ergiebt sich aus der Thatsache, dass diese kleinen Einschnitte *ke* der Einbuchtung *e* in Fig. 2 entsprechen, mit Nothwendigkeit die Folgerung, dass dieselben immer zwischen je zwei Binnenhöhlen *bh* gelegen sein müssen. Die Endoepithelien des nunmehrigen Darmrohrs erleiden gegenüber der in Fig. 5 und 6 gegebenen Schilderung keine wesentliche Veränderung. Auch die Cuticula interna bleibt im Anfangstheil des Verdauungstractus ebenso beschaffen, wie sie schon in Fig. 2 war.

Damit ist dasjenige beendet, was ich über die Kiemen der Serpula mittheilen wollte. Es soll nur noch auf einen Punkt aufmerksam gemacht werden, der möglicherweise in Bezug auf die neuerdings namentlich von Semper, Kowalevsky u. A. vielfach discutirte Frage der Verwandtschaft der Würmer mit den Wirbelthieren von Interesse sein könnte. Vor kurzer Zeit haben gleichzeitig und unabhängig von einander zwei Autoren Moldenhauer (Centralblatt 1876 und Morph. Jahrbuch, III. Bd., I. Heft, p. 106) und Urbantschitsch (Untersuch. aus dem Wiener embryolog. Instit. 1877) die Thatsache aufgedeckt, dass die Anlage der Tuba Eustachii und der Trommelhöhle anfänglich durch eine Ausstülpung der primären Mundbucht (Ectoderm Moldenhauer), resp. des Darmcanals (Entoderm Urbantschitsch) gebildet werde, während der äussere Gehörgang in seiner ersten Gestaltung den nicht obliterirten Theil der ersten Kiemenspalte darstellt, oder mit anderen Worten: der schallleitende Apparat des Ohres baut sich aus zwei einander entgegenwachsenden Ausstülpungen auf, von denen die eine der Mundhöhle, die andere dem System der Kiemenspalten angehört. Ich kann die Angaben, in der Form wie sie Moldenhauer ausgesprochen hat, bestätigen, und füge zur Erläuterung eine Abbildung eines Querschnittes durch einen Kaninchenembryo von 2 cm Körperlänge bei (Fig. 8). Der Schnitt ist am unteren Ende der Medulla oblongata geführt, die Decussatio pyramidum *dp* erkennt man schon in den ersten Anfängen. *o* ist das Occipitale basale, *ot* ein Stück des Petrosum, in dem man den Durchschnitt durch einen Bogengang sieht. *n* ist die Nasenhöhle mit dem am vorderen Ende der Nasenhöhle befindlichen verdickten Riechepithel. *sn* ist das Septum narium, *c* ist ein Knorpelstück des Primordialcraniums, aus dem später Stücke des Gaumentheils des Oberkiefers hervorgehen werden. *cc* ist die Nasenrachenhöhle, *hh* ein

© Biblioteka Jagiellońska www.zobodat.at

in die Nasenrachenhöhle einmündender Gang (Stück der Highmoreshöhlenanlage) aus der lateralen Nasenpartie. *io* ist die Anlage des JACOBSONschen Organs, *ik* diejenige der beiden das JACOBSON'sche Organ halbkreisförmig nach innen umgreifenden Knorpelspangen. (JACOBSON'sche Knorpel nach KÖLLIKER, Festschrift zu v. RINECKER's Jubiläum 1877.) Sie sind jetzt noch nicht verknorpelt, sondern bestehen erst aus einem etwas dichteren Bindegewebe. Von der Mundhöhle erstreckt sich ein langer schmaler Spalt *te* nach aussen und hinten. Er ist die Anlage der Tuba Eustachii. Sein Ende, das ausserhalb des Bereiches des hier gezeichneten Querschnitts fällt, erweitert sich und wird zur Paukenhöhle. Der Ausstülpung der Mundhöhle wächst von aussen her eine Einbuchtung der äusseren Haut *mae* entgegen. Diese Einbuchtung ist der Meatus auditorius externus. Derselbe stellt ursprünglich eine nicht verwachsene Stelle der ersten Kiemenspalte dar. Es ist besonders bemerkenswerth, dass die Richtung der Tuba Eustachii einerseits, und die des Anfangsstückes des äusseren Gehörgangs andererseits eine derartige ist, dass, würden sie sich geradlinig verlängern, beide nie direct aufeinandertreffen können, sondern immer seitlich bei einander vorübergehen müssen. Das Territorium *x*, welches zwischen den Enden beider Gänge bleibt, zeigt das Terrain an, aus welchem sich (in anderen Ebenen) das Material für die Gehörknöchelchen und für das Trommelfell herausdifferenzirt. Vergleicht man nun den Querschnitt durch den Kopf der Spirorbis Fig. 7 mit dem Querschnitt durch den Kopf eines Kaninchenembryo Fig. 8, so ergeben sich einige nicht uninteressante Vergleichungspunkte, auf die hier schliesslich noch die Aufmerksamkeit gelenkt werden soll. Stellt man sich nämlich das Lumen des Entodermrohrs *ed* der Fig. 7 bedeutend in der Mittellinie nach vorn erweitert vor, während das hintere concave Begrenzungsstück der Darmwand concav bleibt, so wird das Darmlumen aufhören ein Spalt zu sein und sich zu einem länglichen Viereck (wie in Fig. 8) erweitern. Die Seitenränder dieses Vierecks werden Vorsprünge und Vertiefungen, die den Entodermpapillen (*d* Fig. 7) entsprechen, aufweisen, genau so wie dies auf den Seitenrändern des Mundhöhlenlumens der Fig. 8 *I*, *II*, *III*, *IV*, *V* mit den Lücken *1*, *2*, *3*, *4*, und den dazwischen gelegenen Vorsprüngen der Fall ist. Die hinterste, am meisten nach der Rückenseite zu gelegene Vertiefung des viereckig gewordenen Darmlumens wird am längsten und am tiefsten sein, denn nach der Rückenseite hin bleiben ja die Kiemenfäden der Serpula am längsten frei. So wird hier eine Vertiefung entstehen, welche sich zu den übrigen kleinen Vertiefungen der Mundhöhle verhält, wie auf Fig. 8 die Tuba Eustachii *t E* zu den jederseits vor ihr gelegenen kleinen Einbuchtungen 2 und 3. Das obere Schlundganglion endlich liegt

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

auf Fig. 7 zwar seitlich, auf weiter nach unten gelegenen Ebenen dagegen wird es nicht mehr die durch die schräge Schnittführung bedingte unilaterale Position haben, sondern natürlich ebenso in der Mittelebene liegen, wie die Medulla oblongata in Fig. 8. Was die einzelnen Kiemenspalten anbetrifft, so wird natürlich die Spalte zwischen dem ersten und zweiten Kiemenfaden (in Fig. 7 diejenige Spalte, auf der der Buchstabe *ik* rechterseits steht) am längsten sein, da ja die Kiemenspalten der Serpula von der Convexität des Verbindungsstückes her gegen die Concavität verschwinden. Diese am längsten erhalten gebliebene Kiemenspalte *1k* wird sich nach dem Schwunde der übrigen Kiemenspalten auf dem gesammten Serpulakopf-Querschnitt ebenso verhalten wie in Fig. 8 der Meatus auditorius externus. Seitlich und etwas nach hinten von der ersten Kiemenspalte *1k* liegen auf unserer Fig. 7 die beiden Querschnitte *stik*. Dieselben verwachsen, wie in einer folgenden Arbeit gezeigt werden soll, dicht unter der Querschnittsebene der Fig. 7 mit dem am meisten nach dem Rücken gelegenen ersten Kiemenfiederchen *kf*. Nachdem sie die Verwachsung eingegangen sind, zeigt sich dasselbe Verhalten des ersten Kiemenfiederchen zu der ersten Kiemenspalte *1k*, das die Ohrmuschel der Säugethiere auf Fig. 8 und die hintere Wand des Meatus auditorius externus zum Lumen des äusseren Gehörganges aufweist. Das zweite Kiemenfiederchen *2k* der Serpulakieme springt (Fig. 7) mit seiner innersten Spitze *is* etwas gegen den Querschnitt *stik* vor und hat somit ein Verhalten zur ersten Kiemenspalte, wie dasjenige des Tragus (*tr* Fig. 8) zum äussern Gehörgang. Ausserdem lassen sich möglicher Weise auch die Verhältnisse des Ganges (*hh* Fig. 8), sowie der Einschnitt an der Nase (Fig. 8 *mnm*), der der Anfang des Meatus narium medius ist, mit den Kiemenspalten der Serpula vergleichen. Fig. 8 zeigt vier Einschnitte der Seitenwand der Mundhöhle, die mit den arabischen Ziffern *1*, *2*, *3*, *4* belegt sind. Diesen entsprechen fünf bindegewebige Erhebungen *I*, *II*, *III*, *IV*, *V*, während aussen sich vier kleine Einbuchtungen der Seitenwand des Kopfes *1'*, *2'*, *3'* und *4'* zeigen. Es unterliegt keiner Schwierigkeit diese Verhältnisse mit den vier hintersten Kiemenspalten der Spirorbis (Fig. 7) in Parallele zu setzen. Auch der eigenthümliche medullarwärts concave Querschnitt des Occipitale (Fig. 8), sowie die nach vorn gerichtete Convexität des Pallatinalantheils des Oberkiefers (*c* Fig. 8) gewinnt durch den Vergleich des letzteren mit dem Bindegewebe des vorderen concaven Verbindungsstückes (*k* Fig. 7), des ersteren mit dem des hinteren convexen Verbindungsstückes (*k* Fig. 7) eine eigenthümliche Beleuchtung. Es liegt mir fern aus der soeben angedeuteten Analogie der beiden Querschnitte Fig. 7 und 8 die Consequenz ziehen zu wollen, dass das obere Schlundganglion der Serpuliden der Medulla oblongata der Wirbelthiere entspricht,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sowie dass das, was bei den Wirbelthieren Gehirn genannt wird, bei den Würmern überhaupt noch nicht existire, sondern dass deren Kopf mit Bildungen, welche dem Occipitalring der Wirbelthiere homolog sind, beginne und dass deshalb auch ihr Verdauungstractus an einer Stelle ausmünden kann, welche etwa der Rautengrube der Wirbelthiere entspricht. Wenn derartige vorläufig rein hypothetische Speculationen sich bewähren sollten, so müsste die Bauchganglienkette der Anneliden den sympathischen Grenzstrang der Wirbelthiere repräsentiren, ein eigentliches Rückenmark würde den Anneliden fehlen, ebenso wie ihnen das Gehirn abgeht. Die Würmer wären dann gleichsam Wirbelthiere, denen man Rückenmark und Gehirn nebst Wirbelrohr und Kopf genommen hat. Nur denjenigen Theil des Centralnervensystems, der der Medulla oblongata entspricht, hätte man ihnen gelassen. Aber ich bin, wie gesagt, weit entfernt, dergleichen Dinge zu behaupten und ich will nur auf die Möglichkeit aus dem Querschnitt solche Consequenzen zu ziehen hingedeutet haben.

Die Vergleichung des Nervensystems der Vertebraten und Anneliden ist neuerdings vielfach ventilirt worden. A. Kowalevsky (Archiv für mikroskopische Anat. XIII, 2. p. 200) homologisirt das ganze über der Chorda liegende Nervensystem der Wirbelthiere dem ganzen Nervensystem der Würmer, Gehirn und Bauchseite zusammengenommen. Er hält aber das Gehirn der Wirbelthiere und Wirbellosen nicht für einander entsprechende Theile. Diese Gebilde seien nur soweit homolog als dieselben Theile des allgemeinen Nervensystems sind, aber nicht in einzelnen Partien. Kowalevsky benutzt die von ihm und Balfour entdeckte Thatsache des ursprünglichen Zusammenhanges von Darm und Nervenrohr der Wirbelthiere um die Hypothese aufzustellen; dass vielleicht solche Thierformen existiren, welche ein dem Nervenrohr der Wirbelthiere homologes Rohr besitzen, das aber eine andere nicht nervöse Function erfüllt, z. B. ein Theil des Darmcanals ist. Andererseits meint Kowalevsky, dass man auch die Bildung des Nervenrohrs der Wirbelthiere als Folge der starken Entwicklung der Medullarplatten betrachten könne. Semper (Stammesverwandtschaft der Wirbelthiere und Wirbellosen) identificirt das Bauchmark der Anneliden mit dem Rückenmark und Gehirn der Wirbelthiere und betrachtet das obere Schlundganglion der Würmer vermuthungsweise als etwas den Spinalganglien der Vertebraten Homologes. Dohrn (Der Ursprung der Wirbelthiere und das Princip des Functionswechsels) homologisirt das Kopfganglion der Anneliden dem gesammten Gehirn der Wirbelthiere und versetzt die ursprüngliche Mundöffnung der Wirbelthiere in die Fossa rhomboidea.

Der Gedanke, die Kiemen der Anneliden den Kiemen der Wirbelthiere zu homologisiren, findet sich schon bei Semper (Die Verwandtschaftsbe-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ziehungen der gegliederten Thiere. Arbeiten aus dem zool.-zoot. Institut in Würzburg. Bd. III). Zuvörderst giebt Semper, indem er auf p. 252 und 253 seiner Arbeit den Kiemenbüschel der Serpuliden dem Kiementheil des Schlundkopfes einer Polynoe oder einer Nephtys vergleicht, eine kurze Beschreibung der Structur des Kopfes aller Sabelliden, welche in nuce fast vollständig der oben von mir gegebenen Schilderung meiner Fig. 7 entspricht. Die Identität zwischen der Beschreibung Semper's und der meinigen wird dadurch nicht gestört, dass bei der von mir untersuchten Spirorbis die Knorpelstränge fehlen, während Semper sich hauptsächlich auf die Sabellidenkieme stützt, der bekanntlich ausnahmslos ein Knorpelzellgerüst zukömmt. Histologisch ist ja bekannt, dass die verschiedenen Arten der Bindesubstanzen: Knorpel, Knochen, gewöhnliches Bindegewebe einander an homologen Organen verschiedener Thierspecies substituiren können. Mithin kann es nicht auffallen, wenn bei Spirorbis die Knorpelzellen durch gewöhnliches Bindegewebe ersetzt werden.

Dann zieht Semper auf p. 310 l. c. die oben auch von mir ausgesprochene Parallele zwischen der Kieme der Tubicolen und derjenigen der Wirbelthiere in folgender Weise: »Man hat in der symmetrischen Einsenkung zweier — oder mehrerer Kiemengänge und ihrer Theilnahme am Aufbau des neuen Kopfdarms den Typus der Kiemenbildung der Anneliden zu sehen. — Derselbe Typus aber kommt auch bei den Wirbelthieren vor; auch bei diesen vereinigen sich die Kiemenspalten mit dem Abschnitt des Kopfdarms, der aus dem eigentlichen Entoderm hervorgeht, und mit dem eigentlichen Mundtheil.« Endlich bespricht Semper zwei gegen diese Anschauung mögliche Einwendungen, nämlich 1., dass die Kiemenspalten der Wirbelthiere nicht an der Neuralseite, sondern an der Cardialseite liegen und 2., dass sie in grösserer Zahl und an anderer Stelle vorkommen, als bei den Naiden. Den ersten Einwand entkräftet Semper durch den Hinweis darauf, dass die Einsenkung der beiden Kiemengangwülste aus dem Seitenfelde her erfolgt, dessen Lage bei den Anneliden ungemein schwankend ist, indem es bald mehr dem Nervensystem nahe, bald mehr dem Rücken zugewendet liegt, je nachdem die cardiale oder die neurale Muskulatur stärker entwickelt ist. Es könnten also auch wohl ebensogut die beiden Kiemengänge mehr auf der Cardialseite des Seitenfeldes entstehen — und damit wäre in Bezug auf den Ort ihres Auftretens die Uebereinstimmung mit den Kiemenspalten der Wirbelthiere nachgewiesen.

»Diese Annahme erscheint um so weniger ungereimt, — fährt Semper wörtlich fort — als thatsächlich der Kiemenkorb der Sabelliden Verhältnisse bietet, welche sich in Bezug auf die Lage der Kiemenspalten an die der Wirbelthiere aufs Engste anschliessen. Denn vom Schlund

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Sabelliden entspringt ein Paar von Canälen, welches in ein complicirtes System von Canälen und Hohlräumen übergeht, die, ganz an der Peripherie des Kopfes liegend, sich in Spalten an der Cardialseite und den beiden Seitentheilen des Kopfes öffnen. Denkt man sich den Halskragen der Sabelliden weit nach vorn über den Kopf hin vorgezogen, so würden diese äusseren Oeffnungen des Kiemenkorbes sich genau, wie bei Knochenfischen, in eine von der Hautduplicatur gebildete äussere Kiemenhöhle öffnen.«

Den zweiten Einwand widerlegt Semper, soweit er die Lagedifferenz betrifft, durch den Hinweis darauf, dass bei den Anneliden das dorsale Schlundganglion und das Vorderende des Bauchmarks an kein bestimmtes Kopfsegment gebunden sind, und es z. B. bei Lumbricus am ausgebildeten Thier viel weiter zurückliegt als beim Embryo.

Aber auch die Einzahl der Kiemenspalten kann nach Semper nicht als Gegenargument verwandt werden, da man 1) ja auch bei Wirbelthieren sehr bedeutende Schwankungen in der Zahl der Kiemenspalten trifft, und da 2) man auch unter Wirbellosen, z. B. bei Balanoglossus hin und wieder eine grosse Zahl von echten Kiemenspaltenpaaren hinter dem Kopfe und dem ventralen Ganglion findet.

Die der vorstehenden kleinen Arbeit zu Grunde liegenden Präparate wurden während eines kurzen Aufenthaltes in Wien im Jahre 1876 im Laboratorium des Herrn Professor Schenk angefertigt. Es gereicht mir zum besonderen Vergnügen, Herrn Professor Schenk für die Liebenswürdigkeit, mit der er mir die Hülfsmittel seines Instituts zur Verfügung stellte, hiermit meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Berlin, im August 1878.

Nachschrift.

Neuerdings an Fröschen, Hühnchen- und Kaninchenembryonen angestellte Untersuchungen haben das für die vorliegende Frage nach der Homologie der Wirbelthiere und Wirbellosen, wie mir scheint, nicht unwichtige Resultat ergeben, dass bei ersteren der später prächordal gelegene Theil der Basis cerebri ursprünglich frontal gelegen ist und die primitive Lamina terminalis des Medullarrohres bildet. Zu gleicher Zeit stösst die Anlage des späteren Dorsum ephippii und die in ihr liegende Chordaspitze direct an das Ectoderm der Stirnwand (Frösche, Säuge-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

thiere) oder ist von letzterem nur durch eine ganz kleine chordalose Mesodermansammlung getrennt (Hühnchen). Letztere setzt sich dann in gleichbleibender Stärke als Stirntheil des ursprünglichen Kopfplattengewebes vor der primären Lamina terminalis des Gehirns nach oben aufsteigend fort, so dass auch in diesem Falle die Chorda so weit reicht als die primäre Basis cerebri. Durch überwiegendes Wachsthum der Deckentheile der Hirnbläschen wird die primäre Stirnwand des Gehirns sehr bald um 90° nach unten dislocirt, so dass sie aus der senkrechten Lage in die horizontale zu liegen kommt. Aus diesem horizontal umgebogenen Theil wird nun der ganze prächordale Abschnitt der Basis cerebri. Dabei machen sich zwei Einfaltungen der Substanz geltend; aus der hintern wird das Infundibulum, aus der zunächst davor gelegenen die Sehnervenkreuzung. Der ursprünglich (bei Säugethieren und Vögeln) vor der primären Lamina terminalis des Gehirns gelegene Stirntheil des Kopfplattengewebes macht die Dislocation der hinter ihm gelegenen Hirntheile mit und kommt wie diese dadurch aus der frontalen in die horizontale Lage; er stellt schliesslich den prächordalen Abschnitt der Basis cranii und die Grundlage für das Gesichtsskelet dar.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel IX.

Fig. 1 stellt einen Kiemenfaden einer Serpula bei Schieck Ocl. O. Object 1 a. T. dar (Diamant-Fuchsinpräparat, Canadabalsam).

x, das blattförmige, zugespitzte Ende des Kiemenfadenschaftes,
i, Einkerbungen in der Cuticula des Kiemenfadenschaftes,
c, die Cuticula externa (äusserer Theil),
z, die Zellenschicht unter derselben,
b, der gesammte Kiemenfadenschaft,
g, die Gefässschicht desselben,
c^1, die Cuticula externa (innerer Theil),
s F, die secundären Kiemenfiederchen,
i T, der innere gefässführende Theil eines Kiemenfiederchens,
ä T, der äussere cuticulare und epitheliale Theil eines solchen,
α α, Linie, in der Figur 2 geschnitten ist,
ä L, äusserer } Längsstreifen der Zellschicht *z*,
i L, innerer }
n, Längsnervenstamm des Kiemenfadens.

© Biblioteka Jagiellońska, Kraków, http://www.bibliotheca.uj.edu.pl www.zobodat.at

Fig. 2. Querschnitt durch einen Kiemenfaden mit davon abgehenden Kiemenfiederchen. Schieck Ocl. O. Object 7 a. T.

sf, Kiemenfiederchen,
x, Punkt, an dem sich das Epithel der Innenfläche der Kiemenfiederchen verdickt, um den Eingang in die Bucht *e* am innern Rande des Kiemenfadenschaftes zu schützen,
m, Längsmuskeln des Kiemenfadens,
b, Bindegewebscentrum desselben,
vF, Verstärkungszüge, die von dem äussern Rande der um das Bindegewebscentrum herumgelegten structurlosen Grenzmembran nach rechts und links von dem centralen Gefäss *g* ausstrahlen,
y, Stelle, in der seitlichen Zellsäule, wo ein wahrscheinlich nervöser Faserstrang sich einsenkt,
e^1, Einbuchtung des Seitenrandes *sR* des Kiemenfadenschaftes vor der seitlichen Zellsäule *v*,
e^2, Einbuchtung hinter derselben,
z, die grossen chitinogenen Epithelien am äussern Rande des Kiemenfadenschaftes zwischen den beiden Zellsäulen,
r, äusserer Rand des Bindegewebscentrums und Anfangspunkt der Ausstrahlungen der bindegewebigen Grenzschicht nach innen und aussen zur Umhüllung der seitlichen Zellsäule,
n, Nervenstamm des Kiemenfadenschaftes,
g^1, in die Kiemenfiederchen sich fortsetzendes Gefäss,
sR, Seitenrand des Kiemenfadenschaftes,
äR, äusserer Rand,
t, Uebergangsstelle der Ectoepithelien des Kiemenfadenschaftes in die Ectoepithelien der Kiemenfiederchen,
u, Umschlagsstelle des Ecto- in das Endoepithel,
vv, Uebergangspunkt des Endoepithels des Kiemenfiederchens in das Endoepithel des Kiemenfadenschaftes.

Fig. 2^1. Ein ähnlicher Querschnitt wie Fig. 2. Diese Figur ist dazu bestimmt, das Verhalten der Epithelien an denjenigen Stellen des Kiemenfadens zu zeigen, die zwischen den Abgangspunkten je zweier Kiemenfiederchen gelegen sind, ausserdem soll die seltener vorkommende Art der Anordnung der Ectoepithelabtheilung *z* durch die Abbildung demonstrirt werden.

1, die Ectoepithelzellen der Partie *z*, die gerade von innen nach aussen gehen,
2, diejenigen Zellen, deren Convexität lateralwärts schaut,
3, diejenigen Zellen, deren Convexität medialwärts schaut,
sch, Scheidewände zum Ansatz der chitinoiden Epithelien. Diese Scheidewände gehen von der verdichteten Grenzlage des Bindegewebscentrums rechts und links von dessen innerem Rande aus,
u, Umschlagsstelle des Ecto- in das Endoepithel,
e, mittlere Einbiegung am Innenrande des Kiemenfadens.

Fig. 3. Querschnitt durch ein Kiemenfiederchen senkrecht auf die Längsachse desselben.

b, Bindegewebscentrum,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

g, Gefäss in demselben, stets an dem basalen Rand gelegen, Capillare,
sch, Scheidewände zum Ansatz der chitinoiden Epithelien. Diese Scheidewände gehen von der verdichteten Grenzlage des Bindegewebscentrums rechts und links von dessen vordern Rande aus.

Fig. 4. Die Figur stellt einen sagittalen Schrägschnitt durch einen Kiemenfaden bei Schieck Ocl. O. Object 7 a T. dar.

o, Oberfläche des Chitins in der zweiten Etage, speciell die dunkleren Partien,
v, Zellen des seitlichen Zellstreifens,
n, der dazu führende Nervenstamm,
v^1, Zelle der seitlichen Zellsäule isolirt, zwischen den chitinogenen Epithelien gelagert,
z, grosse Zwischenräume zwischen den zu grösseren Haufen vereinigten chitinogenen Ectoepithelien,
z^1, die kleinen Zwischenräume zwischen den cuticularen Enden derselben,
c, die Cuticula,
e, die chitinogenen Ectoepithelien,
bg, die untere bindegewebige Grenzmembran,
b, das Bindegewebscentrum,
g, die Gefässe,
ns, der grosse mediale Nervenstamm im Längsschnitt,
og, obere bindegewebige Grenzmembran,
ke, die kleinen Erhabenheiten, die den Anfang des Bindegewebswulstes der Nebenkiemenfiederchen bezeichnen,
bf, die bindegewebige Grundlage der Zwischenkiemenfiederchen,
hf, die helleren Partien in der netzförmigen Zeichnung,
gb, bindegewebige Grundlage der Kiemenfiederchen.

Fig. 5. Schnitt quer durch die Serpulakieme in der Nähe derjenigen Stelle, wo sich die einzelnen getrennten Kiemenfäden zu einem gemeinsamen Kiemenlappen verbinden. Schieck Ocl. O. Object 7 a. T.

ae, die äussere Einkerbung zwischen je zwei früher getrennten Kiemenfäden,
ie, innere Einkerbung zwischen je zwei früher getrennten Kiemenfäden,
s, das zellenfreie Schaltstück zwischen je zwei äusseren Einkerbungen entsprechend der Vereinigungsstelle je zweier früher getrennten Kiemenfäden,
z, das chitinogene Ectoepithel,
ce, Cuticula externa,
bm, vereinigte bindegewebige Scheidewand zwischen Ecto- und Endoepithel,
a, äusserer Abschnitt des Kiemenlappens,
sz, Querschnitt durch den zu der seitlichen Zellsäule tretenden Nervenstamm,
m, Muskel,
n, Nervenstamm,
g, Gefäss des Bindegewebscentrums,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

h, Höckerchen, welches die Lage der früheren secundären Kiemenfiederchen andeutet.

Betreffs der anderen Buchstaben siehe Fig. 6.

Fig. 6. Querschnitt durch die Serpulakieme an derjenigen Stelle, wo die Vereinigung der Kiemenfäden zu einem gemeinschaftlichen Kiemenlappen bewirkt wird. Die Figur zeigt 60 einzelne Kiemenfädendurchschnitte, von denen jeder anders beschaffen ist. Schieck Ocl. O. Object 3 e. T.

bm, vereinigte bindegewebige Scheidewand, dieselbe strahlt von je einem Bindegewebscentrum zu dessen beiden Nachbarn in Bogenlinien, deren höchste Convexität gerade immer über dem innern (grossen) Einschnitt *ie* und dem äussern Einschnitt *ae* liegt.

a, äusserer Theil des Kiemenlappens, derselbe besteht nur aus der in Fig. 2 mit dem Buchstaben *z* belegten Ectoepithelzellen-Partien und aus der Cuticula externa *ce*.

i, innere Abtheilung des Kiemenlappens,

h, kleine Höckerchen, welche die Lage der früheren secundären Kiemenfiederchen anzeigen,

ke, kleiner Einschnitt zwischen den einander zugekehrten Flächen dieser Höcker.

Fig. 7 stellt bei Schieck Ocl. O. Object 3 e. T. einen Querschnitt durch die Insertion der beiden Kiemenlappen am Kopfe der Serpula dar.

sc, Schnitt durch den Halskragen der Serpula,

kf, ein Kiemenfaden, dessen unterer Theil noch isolirt ist und genau dieselben Charaktere zeigt wie der Querschnitt der freien Kiemenfäden Fig. 2 und Fig. 2 [1],

ce, Cuticula externa,

z^1, die Ectoepithelien des Kiemenfadens *kf*, dieselben setzen sich vermittelst des Uebergangsstückes z^2 auf den Anfang des Kopfstückes z^3 fort. Von hier gehen sie auf die Innenseite des linken Kiemenlappens, nehmen dann am äussern Rand *z* desselben wieder den in Fig. 5 und 6 beschriebenen Charakter an, um sich auf der Convexität des Kopfes z^5 wieder in niedrige Cylinderepithelien zu verwandeln,

x, Punkt auf der linken Seite der Figur, wo die Spitze der oberen Schlundganglien *og* getroffen ist,

on, ein davon abtretender Kiemennerv,

ns, der Querschnitt durch einen Nervenstamm,

bg, Bindegewebslage des Verbindungsstückes,

ed, Entoderm,

bh, die Binnenhöhlen.

Fig. 8. Horizontalschnitt durch den untern Kopftheil eines Kaninchenembryo von 2 cm Körperlänge. Schieck Ocl. O. Object 1 e. T.

sn, Septum narium,

n, Nasenhöhle,

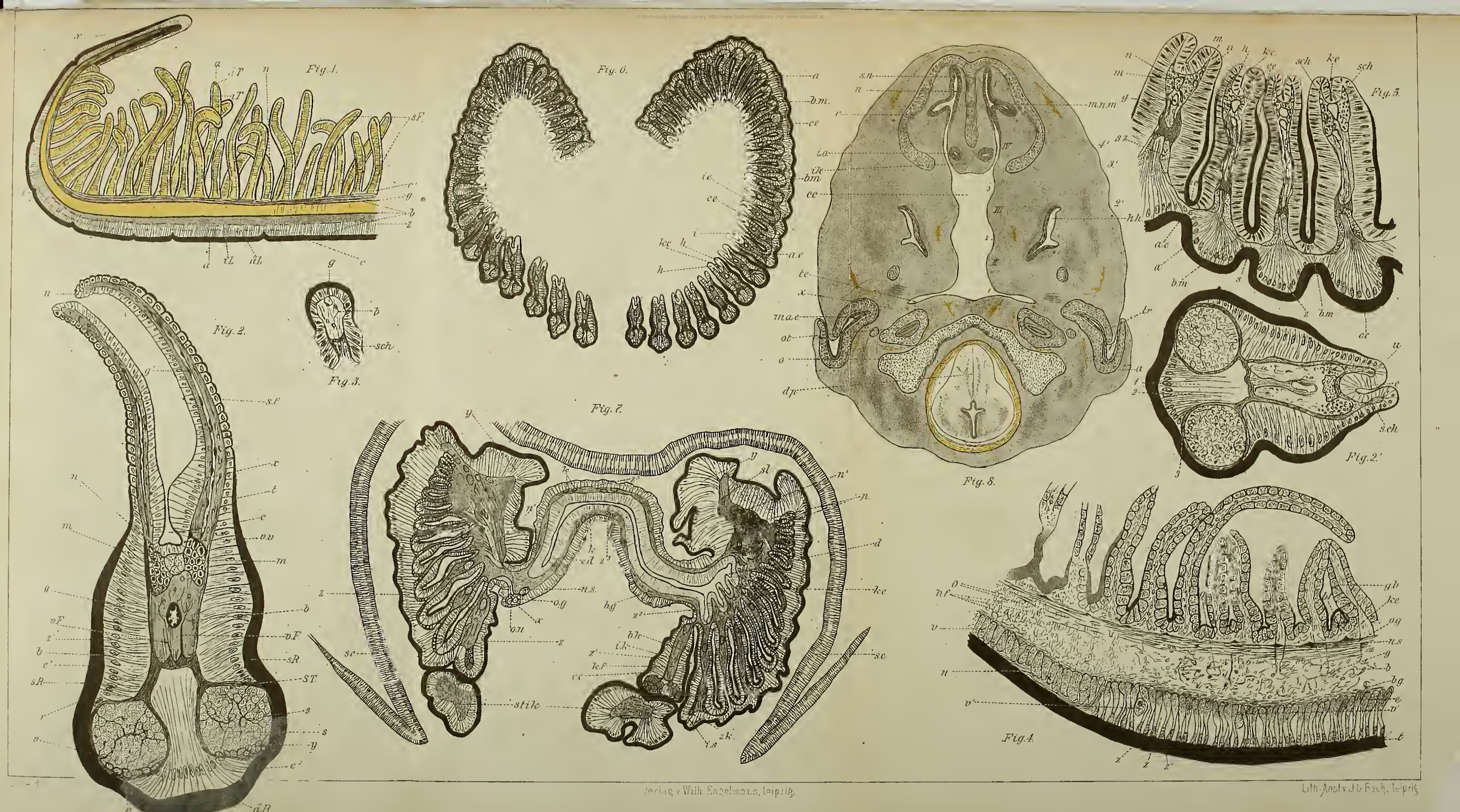
c, Theile des Primordialcraniums auf dem sich der Gaumentheil des Oberkiefers ablagert,

io, Jacobson'sches Organ,

ik, Anlage des späteren Jacobson'schen Knorpel,

cc, Nasenrachenhöhle,
te, Tuba Eustachii,
x, Territorium zwischen Ende der Tuba und Ende des Meatus audit. externus. Dieses Territorium birgt in andern Ebenen das Material für die Gehörknöchelchen und das Trommelfell,
mae, Meatus audit. externus,
ot, Os Petrosum,
o, Os occipitale (noch knorplig präformirt),
dp, decussatio pyramidum,
tr, Tragus,
mnm, meatus narium medius,
hh, Highmoreshöhle. (?)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig.

Lith. Anst. v. J. B. Bach, Leipzig.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1879

Band/Volume: 32

Autor(en)/Author(s): Löwe Ludwig

Artikel/Article: Studien in der Anatomie der Athmungsorgane. 158-188