Zur Morphologie der bilateralen Wimperschnüre der Echinodermenlarven.

Von

Richard Semon.

Hierzu Tafel II.

In einer früheren Arbeit[1]) habe ich eine Wimperschnur beschrieben, welche bei allen Echinodermenlarven im Dipleurulastadium die Mundöffnung entweder umsäumt oder bei älteren Larven auch in den Vorderdarm hineinhängt, und welche bis dahin keine Beachtung gefunden hatte. In jener Arbeit ist diese „adorale" oder Mundwimperschnur bei Holothurien- und Asteridenlarven auf Taf. I, Fig. 1—4, Taf. II, Fig. 4—6 abgebildet. In der hier vorliegenden Arbeit gebe ich auch Abbildungen der adoralen Wimperschnur (*Mw*) der Ophiuriden- (Fig. 4) und Echinidenlarven (Fig. 2, 3, 14).

Untersuchen wir völlig ausgebildete Dipleurulalarven von Holothurien, Ophiuriden und Echiniden, so finden wir stets die adorale Wimperschnur von den benachbarten Teilen der longitudinalen Körperwimperschnur scharf getrennt (cf. Fig. 4 und 14, für Holothurien die frühere Arbeit). Bei Asteridendipleurulae, also Bipinnarien und Brachiolarien, ist in älteren Stadien eine scharfe Trennung nicht nachweisbar. Hier läßt sich eine bestimmte Abgrenzung des oberen Saumes der Mundwimperschnur von dem oberen queren Saum (*Oqs*) der Körperwimperschnur nicht erkennen.

---

1) R. Semon, Die Entwickelung der Synapta digitata und die Stammesgeschichte der Echinodermen. Jen. Zeitschr. f. Naturwissensch. Bd. XXII. N. F. XV. 1888.

Da nun jener obere Quersaum bei Asteridenlarven im Gegensatz zu allen übrigen Echinodermenlarven einer besonderen präoralen Wimperschnur angehört, die mit der großen longitudinalen Wimperschnur nicht zusammenhängt, so zog ich aus der Beobachtung, daß die adorale Wimperschnur zwar mit der präoralen Schnur der Asteridenlarven zusammenhängt, nicht aber mit der einheitlichen longitudinalen Schnur der Larven der übrigen Klassen, den Schluß, daß jene präorale Schnur ein Produkt der Mundwimperschnur sei, mit welcher sie zusammenhängt, nicht aber der übrigen Körperwimperschnur, von der sie völlig getrennt ist.

Meiner Auffassung fehlte indessen, da mir nur ältere Asteridenlarven zu Gebote standen, der entwickelungsgeschichtliche Beweis, und andererseits spricht für die ältere, von Gegenbaur [1]) begründete Ansicht der Umstand, daß „die Übereinstimmung des präoralen Feldes bei Auricularia und Bipinnaria zu auffallend ist, als daß man nicht annehmen sollte, die Isolierung sei durch immer tieferes Einschneiden von den Seiten her entstanden“ [2]). Freilich war auch diese Anschauung nicht durch ontogenetische Thatsachen gestützt, da es den Anschein hatte, daß „ontologisch die beiden Kränze der Bipinnaria nicht durch Teilung eines einzigen entstehen“ [3]).

Schon seit mehreren Jahren war ich daher begierig, über die interessante Frage völlige Klarheit zu schaffen. Weder im Herbste 1888 in Neapel noch im Herbste 1889 auf der Insel Mull in Schottland fand ich zur Untersuchung geeignetes Material. Nur ganz vereinzelt kamen Asteridenlarven im Auftriebe vor, und die Keimdrüsen der ausgebildeten Seesterne waren sämtlich in dieser Zeit ganz unentwickelt.

Doch fing ich einmal in Schottland eine sehr junge Asteridenlarve, die ein ähnliches Bild wie die auf Taf. II, Fig. 9 abgebildete Larve darbot und mir sicher zeigte, daß ein primärer Zusammenhang der oberen Querleiste *Oqs* mit der adoralen Wimperschnur nicht vorhanden ist.

Erst im April des jetzigen Jahres gelang es mir in Helgoland, die diesbezüglichen Fragen auch ontogenetisch vollkommen aufzuklären.

---

1) C. Gegenbaur, Grundzüge der vergleichenden Anatomie, 2. Aufl., 1870, S. 310.

2) Korschelt und Heider, Lehrbuch der vergleichenden Entwickelungsgeschichte, 1890, S. 279.

3) Balfour, Handbuch der vergl. Embryologie, Uebersetzung, 1880, Bd. I, S. 526.

Ich arbeitete mit Asterias rubens, deren Larven zahlreich im Auftriebe vorkamen. Die Seesterne selbst waren schwerer zu erhalten als zu anderen Zeiten des Jahres. Es scheint fast, daß sie mit beginnender Geschlechtsreife verstecktere Plätze zum Aufenthalt wählen. Vollkommen weibliche reife Tiere erhielt ich bis Ende April, zu welcher Zeit ich Helgoland verlassen mußte, überhaupt nicht. Doch gelang die künstliche Befruchtung bei solchen, deren Ovarien neben wenigen reifen viele unreife, aber der Reife nahe Eier enthielten. Die Larven entwickelten sich gut. Da sie sich nach 3 Tagen noch im Gastrulastadium befanden, und ich nicht länger in Helgoland bleiben konnte, sandte ich die Larven in großen bis zum Rande mit Wasser gefüllten und mit Pergamentpapier verschlossenen Gläsern nach Jena, wo sie nach 2 Tagen in bestem Zustande anlangten und sich vortrefflich weiter entwickelten. Noch jetzt (18. Mai) befinden sich viele Larven am Leben und haben meist das auf Fig. 12 dargestellte Entwickelungsstadium überschritten.

Auf Fig. 5—12 ist die Entwickelung der Larve von Asterias rubens mit besonderer Berücksichtigung der Wimperschnurentwickelung dargestellt. Die inneren Organe, wie Cölom, Hydrocöl etc., sind in diesen Figuren wie in den übrigen der Tafel II nur angedeutet.

Eine Betrachtung der Entwickelungsreihe ergiebt ohne weiteres daß erstens die adorale Wimperschnur ohne Zusammenhang mit der präoralen entsteht (Fig. 9), und daß ein Verschmelzen des Quersaums der präoralen Schnur mit dem oberen Rande der adoralen Schnur, wie ältere Bipinnarien sie zeigen, ein sekundärer Übergang ist.

Zweitens aber ergiebt sich auch ontogenetisch ein strikter Beweis für die Richtigkeit der Gegenbaur'schen Auffassung. Zunächst ist auch bei Bipinnarien nur eine, in sich zurücklaufende Körperwimperschnur vorhanden. Figur 7—11 stellen geradezu Auriculariastadien der Seesternlarven dar.

Die präorale Schnur ist mit der postoralen zu dieser Zeit noch durch Flimmerzellen verbunden, die sich bei älteren Larven in Form eines unpaaren Streifens anordnen. Der einzige Unterschied gegen Auricularia ist der, daß sich bei letzterer der rechte und der linke Schenkel der vorderen dorsoventralen Umbiegung zwar ebenfalls eng aneinander zu legen pflegen, eine Verschmelzung der aneinandergelegten Streifen aber nicht erfolgt. Infolgedessen

kommt es bei Auricularia nur zur Bildung eines scheinbaren, bei Bipinnaria dagegen zur Bildung eines wirklichen Scheitelkreuzes *Sk* (vergl. bes. Fig. 11, die das Tier in Rückenansicht wiedergiebt).

Auf etwas späteren Stadien erfolgt nun die Abschnürung des präoralen Abschnittes der Wimperschnur von dem postoralen. Die Larve verläßt damit das Auriculariastadium und tritt in das eigentliche Bipinnariastadium. Die Abschnürung vollzieht sich einfach so, daß mitten im Kreuzungspunkte des Scheitelkreuzes ein querer Streifen von Wimperzellen seine Wimpern verliert und sich abzuplatten beginnt (Fig. 13).

Die Bildungsweise der Wimperschnüre geht ja überhaupt in der Weise vor sich, daß das bei Gastrulalarven überall wimpernde Körperepithel an gewissen Körperstellen, die man wegen ihrer streifenförmigen Verteilung über die Körperoberfläche als Wimperschnüre bezeichnet, seine ursprüngliche Beschaffenheit beibehält, während an der ganzen übrigen Körperdecke die Wimpern verloren gehen, und die Zellen sich abplatten. Bei den Larven von Asterias rubens läßt sich nun beobachten, daß dieser Prozeß von den ventralen Abschnitten der Körperdecke gegen den dorsalen und oberen zu fortschreitet und am spätesten in der Gegend des Scheitelkreuzes auftritt. So haben wir schon auf der Ventralseite deutlich vom abgeflachten Körperepithel sich abhebende Schnüre, während am Scheitel noch die ganze Oberfläche wimpert und sich die später deutlich auftretende Figur des Scheitelkreuzes nur als schwache Andeutung erkennen läßt (Fig. 8).

Hier will ich gleich noch die Entwickelung der adoralen oder Mundwimperschnur besprechen. Die Beschreibung gilt für alle Dipleurulalarven. Die adorale Schnur legt sich zunächst als eine Verdickung des Epithels des Mundeingangs an (Fig. 2, 9). Zu dieser Zeit wimpert noch, wie die gesamte Körperoberfläche, auch der gesamte Epithelüberzug des Vorderdarms. Später ändert sich dies. Die Zellen des Vorderdarms verlieren ihre Wimpern, und ganz wie an der Körperdecke bleibt nur ein schlingenförmiger Streifen wimpertragend, der verschieden tief in den Darm hinabreichen kann. Diese wimpernde Schlinge setzt sich gegen die Mundöffnung hin unmittelbar in den Wimperkranz fort, der letztere umsäumt. Vorn in der Mittellinie zwischen den beiden Schenkeln der Schlinge sind aber auch am Mundeingang die Wimpern verloren gegangen. So entsteht bei allen älteren Larven zwischen den Schenkeln der Wimperschlinge eine wimperfreie Strecke des Mundeingangs, die man als Unterlippe bezeichnen kann (Fig. 3,

12, 14 *Ul*). Auf diese Weise kommt schließlich das Resultat zustande, daß eine Wimperschnur den hinteren oberen und seitlichen, nicht aber den vorderen unteren Abschnitt des Mundeingangs umgiebt; die seitlichen Teile des Saums setzen sich vielmehr in eine Schlinge fort, die mehr oder weniger tief in den Vorderdarm hineinhängt.

Den oberen Saum der Mundwimperschnur sahen wir bei älteren Asteridenlarven zu dem oberen Quersaum der longitudinalen Wimperschnur in innige Beziehungen treten. Diese Beziehungen erwiesen sich nun zwar als sekundäre. Dennoch läßt sich hier, wie unten gezeigt werden soll, eine allgemeine Regel erkennen, die für alle Dipleurulalarven gilt.

J. Müller hat in seiner Abhandlung „über den allgemeinen Plan in der Entwickelung der Echinodermen" (1853) dargethan, daß alle Dipleurulaformen in Bezug auf Körpergestalt und Wimperschnuranordnung sich ungezwungen von einer Grundform ableiten lassen. Nur die Asteridenlarven boten einige Schwierigkeit, die sich indessen durch die Gegenbaur'sche Erklärung beseitigen ließ. Die Richtigkeit der letzteren ist durch die ontogenetische Thatsache, daß auch die Asteridenlarven ein Auriculariastadium durchlaufen, und die präorale Wimperschnur sich von einer ursprünglich einheitlichen Körperwimperschnur abschnürt, zur Evidenz bewiesen.

Jene Grundform, die wir auch ontogenetisch in hinreichend jungen Larven sämtlicher Klassen reproduziert finden (cf. Fig. 1, 2 für Echiniden, Fig. 4 für Ophiuriden, Fig. 5 für Holothurien und Asteriden), ist, was die Wimperschnuranordnung betrifft, dadurch gekennzeichnet, daß die Körperwimperschnur eine Einsenkung des Körpers umsäumt, in deren Tiefe die eigentliche Mundöffnung liegt. Letztere ist dann noch ihrerseits von der adoralen Wimperschnur umgeben. Wir können demnach die Körperwimperschnur als circumorale, die Mundwimperschnur als adorale bezeichnen (cf. Fig. 1, 2, 9). Die circumorale Wimperschnur zeigt in allen jüngeren Larven eine viereckige Gestaltung, und zwar kann man zwei parallele Leisten als oberen (kürzeren) und unteren (längeren) Quersaum (*Oqs* und *Uqs*) und zwei symmetrisch gelagerte Längssäume (*Ls*) unterscheiden.

Nun kann man als allgemeine Regel aufstellen, daß die Quersäume auch bei alten, stark umgeformten Larven (Fig. 3, 4, 12) ihre ursprüngliche Lage zum Munde bewahren. Die überaus mannigfaltigen Fortsatzbildungen, die den Larven oft so abenteuerliche, in den verschiedenen Klassen scheinbar ganz abwei-

chende Formen verleihen, verdanken allein den Längssäumen und den Umbiegungen der Längssäume in die Quersäume ihre Entstehung.

Johannes Müller (l. c. S. 21, 22) hat eine erschöpfende Vergleichung jener Fortsatzbildungen geliefert. Sehr interessant ist unter anderem die Thatsache, daß die Ophiuridenpluteus durch die Ausbildung der hinteren dorsoventralen Umbiegungen (Auriculae der Auricularien und Bipinnarien) zu den langen und charakteristischen Seitenfortsätzen in diesem wichtigen Punkte den eben erwähnten Larvenformen näher stehen als den Echinidenpluteus, denen sie im übrigen viel mehr gleichen.

Bei den Seeigellarven ist von diesen Fortsätzen keine Spur vorhanden, und ist der Schirm der Larve an dieser Stelle einfach ausgeschnitten.

Für unsere Betrachtungen ist jedoch die konstante Lage des oberen und unteren Quersaums von besonderem Interesse.

Jene Säume sind die oberen und unteren Randbegrenzungen einer trichterförmigen Einsenkung, in deren Grunde die Mundöffnung liegt.

Nun geht der obere Quersaum ganz regelmäßig innigere Beziehungen zur Mundöffnung ein als der untere. Wir sehen überall die Form des oberen Randes der Mundwimperschnur sich der Gestalt des oberen Quersaums der circumoralen Schnur anpassen, indem sich beide Säume nahezu parallel stellen (Fig. 2, 3, 4, 9, 12, 14 *Oqs* und *Mw*). Ursprünglich liegt natürlich der obere Quersaum über dem oberen Rande der Mundwimperschnur. Indem sich aber die obere Wand des zum Munde führenden Trichters markisenähnlich nach unten herabläßt (cf. Fig. 3, 9, 12, 14), kommt sie auf dem optischen Schnitte scheinbar unter den oberen Saum der Mundwimperschnur zu liegen. Man braucht sich die Markise aber nur wieder in die Höhe gezogen zu denken (Fig. 2, Fig. 4), um das ursprüngliche Verhältnis wieder herzustellen. Dadurch, daß der vordere Quersaum vor und über die Mundöffnung herabsinkt, wird die obere Trichterwand kuppelförmig über die Mundöffnung herübergewölbt: es kommt zur Bildung einer Mundkuppel, die wir besonders schön bei Auricularien und Bipinnarien ausgeprägt finden. Bei Echinidenpluteus pflegt sie nur angedeutet zu sein, bei Ophiuridenlarven meist ganz zu fehlen (Fig. 10, 12, 14 *K* und Fig. 4 *K*). Am innigsten werden die Beziehungen des oberen Quersaums zum Mundeingang bei älteren Asteridenlarven, da hier sogar eine Verschmelzung des oberen

Randes der adoralen Wimperschnur mit dem oberen Quersaum der circumoralen Wimperschnur eintritt.

Auch der untere Quersaum zeigt konstante, obwohl weniger innige Beziehungen zum Trichter, welcher zur Mundöffnung führt.

Ich glaube, die hier auseinandergesetzten Beziehungen des oberen und unteren Quersaums der Wimperschnur zum Mundeingang rechtfertigen die Bezeichnung der gesamten Wimperschnur als „circumorale" Wimperschnur, und diese Beziehungen scheinen mir auch bei der Vergleichung der Echinodermendipleurula mit der Trochophoralarve und verwandten Larventypen von prinzipieller Bedeutung zu sein.

Zunächst leuchtet ohne weiteres ein, daß sich die Echinodermendipleurula in keiner Weise auf die typische Trochophora mit präoralem Wimperreifen zurückführen läßt. Denn der präorale Streifen schneidet die Körperdecke in zwei Abschnitte, und in einem derselben liegen Mund und After innerhalb derselben Begrenzungslinie. Bei der Echinodermendipleurula ist dies gerade umgekehrt. Mund und After liegen in den beiden verschiedenen Hälften der durch die Wimperschnur geteilten Körperoberfläche. Um von einem zum anderen zu gelangen, muß man die durch die Wimperschnur gesetzte Begrenzungslinie schneiden. Dieser Umstand macht es unmöglich, die präorale Schnur auf irgend einem Wege in die circumorale umzuformen.

Es giebt aber noch zwei andere Möglichkeiten der Zurückführung. Erstens ließe sich allerdings durch starke Umknetung eine mesotroche Larve, etwa wie sie die Chaetopteriden oder auch die Sipunculiden besitzen, in eine Dipleurula verwandeln. Dem steht aber als sehr gewichtiger Einwand gegenüber, daß die bei Echinodermen so konstanten Beziehungen der Wimperschnur zum Mundtrichter den mesotrochen Larven fehlen.

Gerade das konstanteste Lageverhältnis, die Umsäumung des oberen Mundrandes durch den oberen Quersaum, müßten wir uns entweder bei den mesotrochen Larven als aufgegeben oder bei den Dipleurulalarven als neu entstanden denken.

Es bliebe noch zuletzt die Möglichkeit, die Dipleurula mit einer telotrochen Larve zu vergleichen, wenn man annimmt, daß der präorale und postorale Reifen letzterer Larve in ganz ähnlicher Weise durch Abschnürung aus einer einheitlichen Schnur entstanden sind, wie dies für die beiden Wimperschnurabschnitte der Asteridenlarven unzweifelhaft der Fall ist. Ich glaube kaum, daß diese Annahme viele Anhänger finden dürfte; jedenfalls müß-

ten zunächst irgendwelche thatsächlichen Anhaltspunkte für eine solche Entstehung der beiden Reifen der telotrochen Larven gesucht werden, ehe man sie ernstlich in Betracht ziehen könnte.

Worauf ich aber das Hauptgewicht legen möchte: der so deutlich ausgesprochene circumorale Charakter der Echinodermenwimperschnur, die früh auftretenden und sich dauernd erhaltenden Beziehungen der Quersäume zum Mundtrichter fehlen sowohl den Trochophoralarven als auch verwandten Larventypen. Nur bei der Balanoglossuslarve Tornaria finden wir sie in deutlicher Ausprägung wieder, und da diese Larve in der Anordnung ihrer beiden longitudinalen Schnüre durchaus einer Asteridenlarve entspricht, ferner aber auch bezüglich ihrer inneren Entwickelung (Cölomsäcke, durch Dorsalporus ausmündende unpaare Blase) in auffallender Weise an die für die Echinodermen charakteristischen Verhältnisse erinnert, so fällt es bei aller Verschiedenheit der ausgebildeten Tiere doch schwer, den Gedanken an einen, natürlicherweise nur sehr entfernten genetischen Zusammenhang von der Hand zu weisen. Jedenfalls wäre es von großem Interesse, zunächst zu untersuchen, ob sich auch bei Tornaria ontogenetisch eine sekundäre Abschnürung der präoralen von der postoralen Wimperschnur konstatieren läßt, und ob auch Tornaria eine adorale Wimperschnur besitzt.

Als Resultat der eben angestellten Betrachtungen ergiebt sich, daß die Dipleurulalarven nebst Tornaria sich den wimpertragenden Larven der höheren und niederen Würmer, sowie der Mollusken ziemlich abgetrennt gegenüberstellen. Eine Homologisierung der circumoralen Wimperschnur der Echinodermenlarven mit den Wimperapparaten der anderen Larventypen scheint mir demnach nicht durchführbar. Wahrscheinlich handelt es sich um selbständig erworbene Bildungen.

Ein abschließendes Urteil wird sich aber erst dann geben lassen, wenn wir über die Larvennervensysteme besser unterrichtet sein werden, als augenblicklich. Natürlich muß eine so hoch differenzierte, mit so reichem und kompliziertem Muskelapparat ausgestattete Larve, wie eine Bipinnaria, auch ein wohlentwickeltes, relativ hoch differenziertes Nervensystem besitzen. Nun ist ja allerdings bei Auricularien und Ophiuriden ein bilateral angelegter nervöser Apparat beschrieben worden[1]). Aber selbst dort kennt man nur einen Teil des

1) E. Metschnikoff, Embryologische Mitteilungen über Echinodermen. Zool. Anz., VII. Jahrg., 1884, S. 43 ff. — R. Semon, l. c., S. 16.

Nervensystems, die beiden Längsbänder, nicht aber die Querkommissur, die die beiden Gebilde selbstverständlicherweise verbinden muß. Noch unwissender sind wir über die Larvennervensysteme der Asteriden- und Echinidenlarven. Ich habe bei Echinidenpluteus in den Wimperschnüren bei vorsichtiger Mazeration feinste Fäserchen nachweisen können, aber mit dieser Beobachtung läßt sich bis jetzt wenig anfangen.

Als sich durch die im Anfange dieses Aufsatzes mitgeteilten Beobachtungen die sichere Thatsache ergab, daß die Bipinnarien ein Auriculariastadium durchlaufen, befestigte sich in mir die Überzeugung, daß die Bipinnarien dieselben beiden Nervenstreifen besitzen müssen, wie sie die Auricularien in ihren Seitenflächen führen, vielleicht ohne die Bedeckung von Wimperzellen, und daher schwerer wahrzunehmen.

Ich habe tagelang an den betreffenden Stellen und ihrer Nachbarschaft nach entsprechenden Bildungen gesucht, lebende Tiere beobachtet und allerlei Reagentien angewendet. Der Erfolg war jedoch ein durchaus negativer.

Ich fand bei meinen Untersuchungen ein bilateral angelegtes, durch eine Querkommissur verbundenes Fasersystem, das in der Rückenhaut dicht unter dem Epithel der Körperdecke liegt. Dasselbe gleicht täuschend einem Nervensystem. Wie Fig. 13 *Rfs* zeigt, besteht es aus einem paarig hinter dem Schlunde in der Rückenhaut gelegenen System von längsverlaufenden, hier und da anastomisierenden Fasern. Der rechte und linke Abschnitt sind dann durch eine einzige, quer verlaufende Faser miteinander verbunden.

Die genauere Untersuchung zeigt, daß es sich um blasse, sehr reich verästelte Fasern handelt, in deren Verlauf hier und da Kerne eingestreut sind. Das Ganze macht zunächst einen an Nervengewebe erinnernden Eindruck. Die nähere Untersuchung aber zeigt, daß besonders die dickeren Fasern histologisch gar nicht von den Muskelfasern des Vorderdarms zu unterscheiden sind; vielleicht sind die Fasern ein klein wenig blasser; jedenfalls sind sie reicher verästelt. Auch die Form und Größe der Kerne und ihre Einlagerung in die Fasern erinnert durchaus an die am Vorderdarm zu beobachtenden Verhältnisse. Dazu kommt, daß gerade jener Teil der Rückenhaut, in dem das Fasersystem liegt, außerordentlich starker Kontraktionen fähig ist. Da sonst keine Muskeln an jener Stelle aufgefunden werden konnten, und die Kontraktionen schwerlich auf Rechnung der nur spärlich

dort eingestreuten Mesenchymzellen zu setzen sind, so zweifle ich keinen Augenblick daran, in jenem Fasersystem eine gut ausgebildete Hautmuskulatur, einen Runzler der Rückenhaut vor mir zu haben und kein Nervensystem.

Trotz meines Mißerfolges bin ich nach wie vor überzeugt, daß ein den Auricularienstreifen homologes Gebilde auch bei Bipinnarien und Echinidenpluteus vorhanden ist. Vielleicht ist es zellenärmer, durchsichtiger, und befindet sich dabei an einer undurchsichtigeren Körperstelle als bei den Auricularien, vielleicht dem Schlunde mehr genähert.

Jedenfalls wird man zuerst einen weiteren Einblick in das Larvennervensystem der Dipleurulalarven gewonnen haben müssen und bedarf ebenso auch noch einer genaueren Kenntnis der Nervenanordnung bei den höheren und niederen Wurmlarven, ehe man sich über das Verhältnis der verschiedenen Larvenformen zu einander und über die Homologien ihrer larvalen Fortbewegungsorgane ein sicheres Urteil bilden kann.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel II.

Die Figuren 1—4, 13 und 14 sind mit Zeiss C, Oc. II, die Figuren 5—12 mit Zeiss A, Oc. II gezeichnet.

K Kuppel. *Ls* Längssaum. *Mw* Mundwimperschnur (adorale Wimperschnur). *Oqs* Oberer Quersaum. *Sk* Scheitelkreuz. *Ul* Unterlippe. *Uqs* Unterer Quersaum.

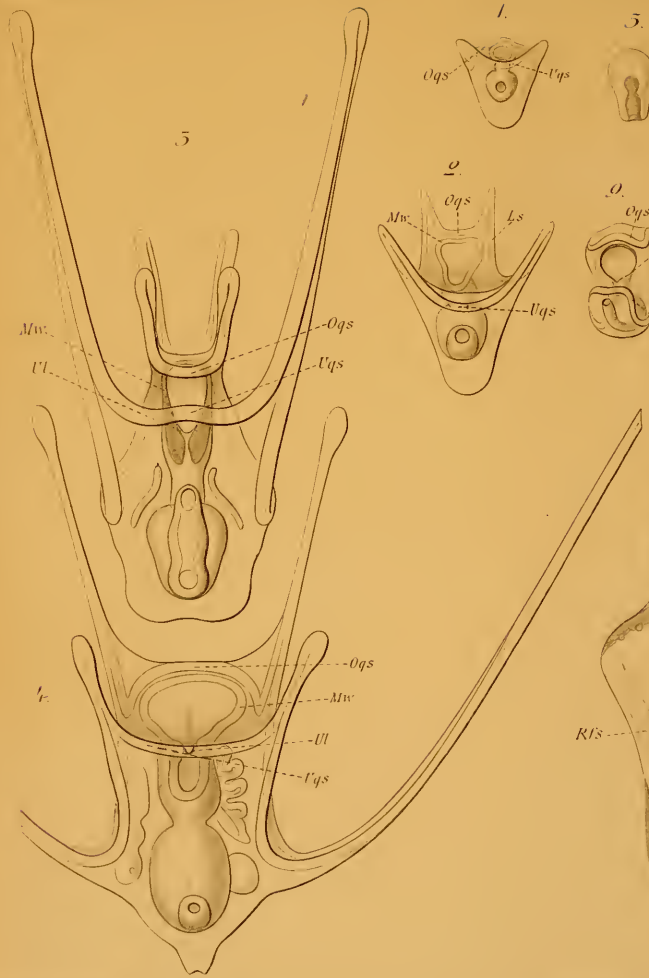
Fig. 1—3. Drei Stadien der Entwickelung des Echinidenpluteus. Fig. 1 von Arbacia pustulosa; Fig. 2 von Sphaerechinus granularis, Kalkskelett nicht mit eingezeichnet.

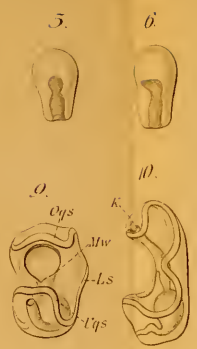
Fig. 4. Ophiuridenpluteus.

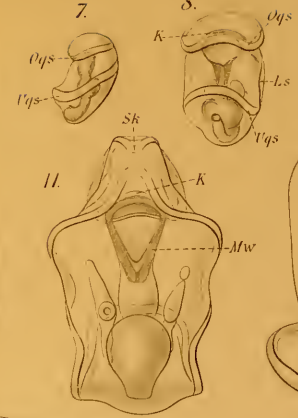
Fig. 5—12. Entwickelung der Bipinnaria von Asterias rubens. Sämtliche Larven in Bauch- oder in Seitenansicht, mit Ausnahme von Fig. 11, die das Tier in Rückenansicht giebt, um das Scheitelkreuz (*Sk*) zu zeigen.

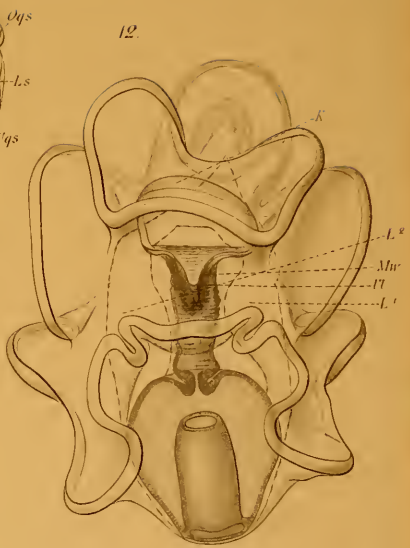
Fig. 13. Bipinnaria in Rückenansicht bei stärkerer Vergrösserung. *Rfs* Fasersystem der Rückenhaut.

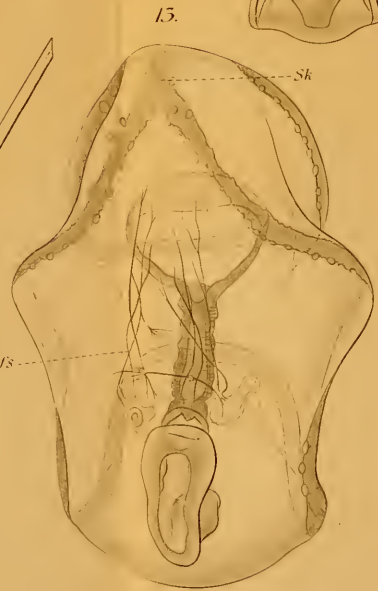
Fig. 14. Mundgegend eines Echinidenpluteus. Da der obere Quersaum *Oqs* sich über den Mundeingang herabgelassen hat, kommt es zur Bildung einer Kuppel *K*, wie bei Auricularien und Bipinnarien.

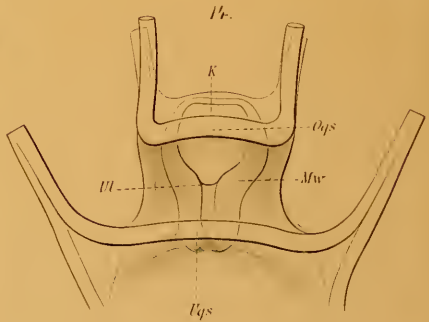












Gustav Fischer, Jena

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: NF_18

Autor(en)/Author(s): Semon Richard Wolfgang

Artikel/Article: Zur Morphologie der bilateralen Wimperschnüre der Echinodermenlarven. 16-25