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

Untersuchungen über die Organe der Lichtempfindung bei niederen Thieren.

IV. Die Sehorgane des Amphioxus.

Von

Dr. Richard Hesse,

Privatdocenten der Zoologie in Tübingen.

(Aus dem Zoologischen Institut zu Tübingen.)

Mit Tafel XXIV.

Die Beobachtungen, auf welche sich die folgenden Ausführungen gründen, wurden im Sommer dieses Jahres an der Zoologischen Station zu Neapel gemacht. Der Aufenthalt an dieser Pflegstätte unserer Wissenschaft wurde mir durch die Freigebigkeit der Königl. Preußischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin ermöglicht. Ich benutze diese Gelegenheit, der hohen Akademie meinen tiefgefühlten Dank dafür auszusprechen.

Gelegentlich der Untersuchung eines jungen, noch ganz durchsichtigen Amphioxus von etwa 1 cm Länge fiel es mir auf, dass die Pigmentanhäufungen im Rückenmark dieses Thieres aus einzelnen kleinen Pigmentflecken von etwa gleichem Umfang bestanden (Fig. 1). Nicht wenige von diesen zeigten eine deutlich halbmondförmige Gestalt, und ich wurde dadurch lebhaft an das Aussehen der Becheraugen bei den Turbellarien erinnert. Meine Vermuthung, es könnte sich hier um ähnliche Organe handeln, wurde nur noch gestärkt, als ich eine bestimmte Anordnung dieser Haufen von Pigmentflecken erkannte, in offenbarem Zusammenhange mit der Segmentirung.

Die nähere Untersuchung dieser Gebilde auf Schnittreihen zeigte denn auch, dass meine Annahme richtig war: jeder einzelne Pigmentfleck stellt eine Pigmentschale dar, und in der Höhlung dieser Schale liegt stets eine Zelle, die sich nach der entgegengesetzten Seite in

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

einen Nerven auszieht, ganz wie bei Planaria torva. Die Pigmentschalen selbst sind von wechselnder Gestalt und zeigen sich dem Beschauer außerdem in sehr wechselnder Lage; daraus erklärt sich ihr ungleiches Aussehen.

Die Pigmentflecke im Rückenmark sind schon lange bekannt; aber nur wenige Forscher haben ihnen genaue Beachtung geschenkt. Goodsir's (1) falsche Ansicht, dass ein Streifen schwarzen Pigments längs der Mitte der oberen Fläche des Rückenmarks verlaufe, wurde von Johannes Müller (5) richtig gestellt. — Stieda (12) sagt, die »Pigmentzellen« seien »beim lebenden Amphioxus ohne Zweifel« sternförmig; diese Angabe beruht aber, wenn ich den Text richtig deute, nur auf einem Schluss, nicht auf Beobachtung; an Chromsäurepräparaten fand er die Zellen »immer rundlich, selten eckig«; er hält sie für bindegewebig. — Nüsslin (8) macht die Bemerkung, dass das Pigment hier sehr oft auf dem optischen Querschnitte halbmondförmig erscheine, »wohl desswegen, weil es in der bindegewebigen Umhüllung von Ganglienzellen gelegen ist«. — Eine genauere Beachtung hat zuerst Rohon (11) diesen Pigmentflecken geschenkt. Er untersuchte sie auf Zupfpräparaten, und kam zu der Ansicht, dass hier multipolare pigmentirte Zellen vorliegen, mit einer Anzahl feiner zerbrechlicher und einem dickeren Fortsatz; der unpigmentirte Kern sollte als lichter Hof in den Zellen hervortreten. Rohon hatte offenbar die ganzen Becheraugen vor sich, hielt Pigmentbecher und Sehzelle zusammen für eine Zelle, und sah den Nervenfortsatz der Sehzelle als Hauptfortsatz dieser Zelle an. Das Bild auf Schnittpräparaten, wo das Pigment die Zelle nur oberflächlich umgiebt, schreibt er dem Einfluss der Reagentien zu. Er hält diese pigmentirten Zellen für Ganglienzellen, aus denen ein Theil der vorderen Spinalnervenwurzeln entspringen soll. — Krause (4) verlegt das Pigment in die Epithelzellen des Centralkanals und glaubt in ihm eine chemische Grundlage für die Lichtwahrnehmung (»Sehblau«) sehen zu dürfen, weil es sich in Kalilauge mit blauer Farbe löst. — Retzius (9) endlich glaubt zwei Arten solcher pigmentirter Zellen unterscheiden zu können: die einen senden gewöhnlich nach allen Richtungen feine schmale Fortsätze aus, die sich bald verlieren; die anderen lassen nur auf einer Seite des Zellkörpers einen oder zwei Fortsätze abgehen, die sich longitudinal umbiegen und weiter verlaufen. Die letzteren Zellen seien nervöser Natur. Ich kann in meinen Präparaten nichts entdecken, was zu einer solchen Unterscheidung veranlassen könnte.

Technisches: Die untersuchten Thiere waren in Sublimat oder Sublimat-Eisessig nach Lang konservirt. Bezüglich der Färbung erhielt ich die besten Resultate mit der Eisen-Hämatoxylinfärbung nach Benda's Vorschrift.

Die Vertheilung dieser Becheraugen, wie ich sie gleich nennen will, ist bei allen Exemplaren von Amphioxus, die ich untersucht habe, die gleiche. Sie liegen zu beiden Seiten und ventral vom Centralkanal des Rückenmarks, wie man auf Querschnitten (Fig. 3) sehen kann. In der Längsrichtung des Thieres sind sie zu Gruppen geordnet, die der Segmentirung entsprechen: sie beginnen in der Höhe des dritten Muskelsegments; diese erste segmentale Gruppe besteht jederseits aus nur zwei Augen (Fig. 2). Vom vierten Segment

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

ab sind die Augen viel zahlreicher, und es liegen in einer Gruppe jederseits etwa 25 Augen. Nach der Mitte zu nimmt die Zahl mehr und mehr ab und ist in der hinteren Körperhälfte viel geringer als in der vorderen; gegen das Schwanzende hin findet man häufig nur ein Auge in einem Segment, öfters gar keines. — Die segmentalen Gruppen sind durch Zwischenräume von einander getrennt, und bei jungen Thieren von etwa 1 cm Länge sind die Becheraugen eines Segmentes nochmals in zwei Abtheilungen geschieden, so dass dort zwei Gruppen auf den Raum eines Segmentes kommen (Fig. 1). Bei jungen Thieren ist die Zahl der Augen für ein Segment geringer als bei erwachsenen.

Sehr bemerkenswerth ist es, dass die Verschiebung der Segmente der rechten gegen die der linken Seite auch in der Anordnung der Augen ihren Ausdruck findet. Die Segmente der rechten Körperhälfte sind gegen die der linken etwa um die Länge eines halben Segmentes nach hinten gerückt, und dem entsprechend liegt das vordere Auge der ersten rechten Augengruppe etwa in gleicher Höhe mit dem zweiten Auge der linken Gruppe, und auch die übrigen Augengruppen sind entsprechend gegen einander verschoben. Fig. 2 zeigt dieses Verhältnis für das 3., 4. und 5. Segment.

Verfolgt man die Anordnung der Augen auf Querschnitten, so fällt es auf, dass die unter dem Centralkanal gelegenen Becheraugen stets nach unten sehen; die der linken Seite kehren ihre Becheröffnung nach oben, die der rechten Seite nach unten (Fig. 3, 4*a* und 4*b*). Während aber die Pigmentbecher der ersteren symmetrisch gebaut sind, ist bei denen der seitlich vom Centralkanal gelegenen Augen die eine Becherwandung höher als die andere, und zwar jedes Mal die der linken Seite zugekehrte, also bei den linken Becheraugen die äußere, bei den rechten die innere; daher ist die Öffnung des Pigmentbechers bei den linken nach rechts oben, bei den rechten nach rechts unten gerichtet. Auch ein horizontaler Längsschnitt (Fig. 7) zeigt, wie sehr die Richtung der Augen nach rechts überwiegt. Ausnahmslos ist diese Art der Anordnung freilich nicht; es finden sich auch nach links hin geöffnete Augen; doch ist ihre Zahl nicht beträchtlich; gleich im 3. Segmente fand ich die Augen beiderseits nach außen und genau seitlich gerichtet. — Liegen auf einem Querschnitt zwei Becheraugen auf einer Seite neben einander (Fig. 4*a* und *b*), so liegt stets das proximale mehr gegen die Bauchseite zu. Aus all diesen Verhältnissen geht hervor, dass die Augen für eine Beleuchtung von der rechten Seite her

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

eingerichtet sind. Lichtstrahlen, die das Thier von der linken Seite treffen, müssen für viel weniger Sehzellen wahrnehmbar sein; von den meisten werden sie durch die links gelegenen höheren Pigmentwände des Bechers abgehalten.

Sicherlich ist es höchst merkwürdig, dass bei einer allgemeinen Symmetrie in der Lage der Becheraugen — zu beiden Seiten und unterhalb des Centralkanals — durch die Anordnung der Blendvorrichtungen eine Asymmetrie herbeigeführt wird derart, dass die eine Seite für die Lichtwahrnehmung besonders begünstigt wird. Es drängt sich der Gedanke auf, diese Asymmetrie sei eine Folge davon, dass der Amphioxus, wenn er auf dem Sande ruht, stets auf einer Seite liege, in diesem Falle also auf der linken. Die Wanderung der Augen bei den Schollen wird ja durch die gleiche Ursache veranlasst. Die Zählungen jedoch, die Herr Dr. List in Neapel freundlichst für mich ausführte, bestätigen diese Annahme nicht; er fand, dass bei den Thieren, die über Nacht in einem Becken untergebracht waren, 33 auf der rechten, 27 auf der linken Seite lagen; andere Zählungen ergaben 11 auf der rechten und 11 auf der linken oder 13 auf der rechten und 14 auf der linken Seite. Es wird also keine Seite vor der anderen bevorzugt. — Ein Zusammenhang zwischen der asymmetrischen Anordnung der Augen und den Lebensgewohnheiten lässt sich also beim Amphioxus vorerst nicht erkennen.

Die unverändert symmetrische Lage der unter dem Centralkanal gelegenen Augen muss zunächst überraschen. Doch wird sie erklärlich dadurch, dass für diese Augen eine besondere Verwendung wahrscheinlich ist: wenn der Amphioxus im Sande vergraben liegt, kehrt er die Bauchseite mit dem ventral gelegenen Munde nach oben. Einmal wird nun durch dünne Lagen von Sand das Licht eindringen; dann aber streckt auch das Thier sein Vorderende bisweilen etwas aus dem Sande hervor, wie ich wenigstens an den in einem Gefäße gehaltenen Stücken beobachten konnte. Bei dieser Lage mit aufwärts gekehrter Bauchfläche werden die ventrad gerichteten Augen voll vom Lichte getroffen.

Eine genaue histologische Untersuchung der Pigmentbecher und der zugehörigen Sehzellen zeigt Folgendes: der Pigmentbecher besteht, wie bei vielen Planarien, aus einer Zelle; diese ist schalenförmig gewölbt und ihr ganzer Körper ist dicht mit schwarzbraunen Körnchen erfüllt. Der Kern ist nicht immer deutlich zu sehen, doch beobachtete ich ihn hin und wieder (Fig 6 und 7 *pk*): er ist pigment-

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

frei, liegt an der konvexen Seite des Pigmentbechers und bewirkt dort eine geringe Vorwölbung des Zellrandes.

Die Sehzelle füllt mit ihrem einen Theil den Hohlraum der Pigmentschale aus; der andere Theil liegt außerhalb der Schale. Der erstere entspricht in seiner Gestalt den Formen der Pigmentschale. Der letztere stellt etwa einen geraden oder schiefen Kegel vor und zieht sich in einen Nervenfortsatz aus, der sich häufig eine Strecke weit zwischen die Fasern des Rückenmarks verfolgen lässt; außerdem erscheinen hier vereinzelt am Zellkörper Zacken oder Ecken, und man könnte vermuthen, dass von diesen feine Fasern ausgingen wie bei multipolaren Ganglienzellen; doch konnte ich nie solche Fortsätze mit Sicherheit beobachten. In dem außerhalb des Pigmentbechers gelegenen Abschnitt liegt auch der mittelgroße kuglige Zellkern, meist nahe an der Abgangsstelle des Nervenfortsatzes.

So weit die Sehzelle vom Pigmentbecher umschlossen ist, erscheint ihr Rand auf Schnitten dunkler gefärbt; bei genauem Zusehen ergiebt sich, dass hier das Plasma in kleinen Stiftchen angeordnet ist, die dicht neben einander senkrecht zur Zelloberfläche stehen; hier und da kann man auch sehen, dass die Stiftchen sich in ein feinstes Fäserchen fortsetzen, das sich aber schnell im Fasergewirr des Zellleibes verliert. Dieser Stiftchensaum schließt sich nicht eng an die Wand des Pigmentbechers an, es findet sich vielmehr stets ein schmaler heller Zwischenraum zwischen beiden, und dieser erscheint nicht selten ausgefüllt mit feinen hellen Fäserchen, die in der Verlängerung der Stiftchen zu stehen scheinen. Es wäre nicht undenkbar, dass dieser Raum durch Schrumpfung der Sehzelle entstanden ist, und dass die Fäserchen dann auch nichts weiter als Kunstprodukte wären. Jedoch Bilder, wie das in Fig. 8*b* wiedergegebene, sprechen wohl gegen diese Auffassung; denn wäre der gleichmäßig breite helle Raum an der Innenwand des Pigmentbechers durch Schrumpfung entstanden, so müsste der schmale, dem Bechergrund zunächst gelegene Theil der Sehzelle verhältnismäßig viel mehr geschrumpft sein als der breitere, der nahe der Becheröffnung liegt, und das ist unwahrscheinlich.

Maße: Die Becheröffnung eines Auges aus dem dritten Segment misst im Lichten 14,5 μ, die Tiefe des Bechers beträgt 6 μ, der Durchmesser des Kernes 5,3 μ. Bei den unter dem Centralkanal des Rückenmarks gelegenen Augen sind die Ausmaße des Pigmentbechers noch ein wenig größer.

Die eben beschriebenen Organe gleichen ihrem Bau nach durchaus den Augen von Planaria torva: eine nach der einen Seite in

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

einen Nervenfortsatz ausgezogene Zelle ist mit ihrem anderen Theile in einem einzelligen Pigmentbecher geborgen; sie trägt, so weit sie im Pigmentbecher steckt, einen Stiftchensaum. Wenn hier die Stiftchen, wie es scheint, noch in ein helles Fäserchen verlängert sind, so ließe sich das mit den Verhältnissen bei Drepanophorus vergleichen, wo die stark färbbaren »inneren Stiftchen« sich ebenfalls noch in helle »äußere Stiftchen« fortsetzen, wie ich (2) es beschrieben habe.

Man kann bei so weitgehender Ähnlichkeit im Bau unbedenklich die gleiche Funktion für beide Organe annehmen, und so die »Pigmentflecken« im Rückenmark von Amphioxus für Becheraugen erklären. Dies um so mehr, als Augen von ähnlichem Bau außerordentlich weit verbreitet in der Thierreihe vorkommen: sie finden sich außer bei den Plathelminthen auch im Gehirn und unter der Epidermis zahlreicher Polychäten und bei den Trochophoralarven; wahrscheinlich sind auch die Augen der Räderthiere und Nematoden hierher zu rechnen.

Der Pigmentfleck, der am Vorderende des centralen Nervensystems des Amphioxus gelegen ist, wurde früher vielfach als Auge angesehen, und auch jetzt noch findet sich diese Angabe in den Lehrbüchern. Doch ist durch Nüsslin (8), Rohon (11) und Kohl (3) die Unhaltbarkeit einer solchen Annahme zur Genüge dargethan. Ein Gebilde, das sich mit einem Becherauge vergleichen ließe, konnte ich an dieser Stelle nicht finden.

Die physiologischen Versuche über die Lichtempfindlichkeit von Amphioxus können die obigen Ergebnisse der morphologischen Untersuchung nur bestätigen. Solche Versuche wurden zunächst von Nüsslin (8) und Anderen vorgenommen; die zahlreichsten hat Nagel (7) angestellt, und ich bin bei meiner Nachuntersuchung fast in allen Punkten zu den gleichen Ergebnissen gekommen. Wenn man ein Gefäß, in dem sich eine Anzahl Amphioxus befinden, durch einen undurchsichtigen Deckel verdunkelt und nach einiger Zeit den Deckel abhebt, so dass das diffuse Tageslicht auf die Thiere einwirkt, so fahren diese unter heftiger Bewegung aus ihrer Ruhelage auf und schwimmen lebhaft herum; Kontrollversuche zeigen, dass dies nicht etwa durch eine Erschütterung bewirkt wird. Daraus geht sicher hervor, dass Amphioxus überhaupt lichtempfindlich ist. Dieselbe Wirkung tritt ein, wenn man den beschriebenen Versuch mit Thieren macht, denen das Vorderende einige Millimeter weit abgeschnitten ist; es muss sich also in dem kopflosen Rumpf noch Lichtwahrnehmung finden. Nagel giebt ferner an, dass von halbirten Lanzettfischchen beide Hälften noch prompt auf Lichtreiz reagiren. Bei

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

meinen Versuchen sah ich nur die Vorderenden bei Belichtung krampfhafte zitternde Bewegungen ausführen, die Hinterenden dagegen blieben ruhig liegen. Es liegt mir fern, auf Grund hiervon Nagel's Angabe zu bezweifeln; kleine Ungleichheiten, etwa in der Frische der verwendeten Thiere, können die Verschiedenheit des Erfolges bewirkt haben. Jedenfalls geht aus meinen Versuchen hervor, dass bei den hinteren Hälften die Reaktion auf Lichtreiz viel schwächer sein muss. Alle diese Versuche finden in den angeführten morphologischen Befunden ihre hinreichende Erklärung, der letztere speciell darin, dass in der hinteren Hälfte des Thieres die Zahl der Augenpunkte bei Weitem geringer ist als in der vorderen.

Mit der Auffindung von Becheraugen im Rückenmark von Amphioxus sind natürlich alle früheren Hypothesen über das Zustandekommen der Lichtempfindung bei diesem Thiere hinfällig geworden: Nüsslin's (8) mit viel Zurückhaltung vorgetragene Ansicht, »dass wir in dem differenzirten Nervenendapparat der Kopfflosse den Sitz für die . . . Lichtempfindung zu suchen haben«, besteht eben so wenig zu Recht, wie W. Krause's (4) allzu kühne Hypothese, dass der »in den Epithelien des Centralkanals« enthaltene Farbstoff ein »Sehblau« vorstelle, oder wie Nagel's (7) Panacee, die Annahme von Wechselsinnesorganen.

Freilich ist mit unserem Befunde auch die Hoffnung geschwunden, beim Amphioxus ein Sehorgan zu entdecken, das sich mit dem Wirbelthierauge homologisiren ließe. Eine phylogenetische Bedeutung dieser Becheraugen lässt sich einstweilen nicht erkennen. Jedenfalls ist es von Interesse, dass die Sehorgane bei diesem Thiere im centralen Nervensystem liegen, wo sie bei den Vorfahren der Vertebraten auch gelegen haben müssen. Die weite Verbreitung dieser Art von Becheraugen, wie wir sie hier finden, regt allerdings zu mancherlei Überlegungen an; ich muss mir dieselben aber bis zum Schlusskapitel dieser Aufsatzreihe aufsparen[1].

---

[1] Ich möchte nicht versäumen, ein Versehen gut zu machen, das mir im dritten Theile dieser Reihe von Untersuchungen (Über die Augen der Hirudineen, diese Zeitschr. Bd. LXII, 1897) untergelaufen ist. Ich habe dort übersehen, dass Apáthy in seinem Vortrag auf dem Leydener Zoologenkongress (Compte rendu dieses Kongresses p. 132 ff.) die nervöse Natur der »großen hellen Zellen« des Hirudineenauges in zweifelloser Weise dargethan hat; er giebt dort zugleich Andeutungen über den feineren Bau dieser Zellen, insbesondere über das Verhalten der »nervösen Primitivfibrillen« in denselben, die weit über das hinausgehen, was ich über die Histologie dieser Gebilde beibringen konnte.

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

Verzeichnis der angeführten Werke.

1. J. Goodsir, On the Anatomy of Amphioxus lanceolatus. in: Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Vol. XV, pars I. 1841.
2. R. Hesse, Untersuchungen über die Organe der Lichtempfindung bei niederen Thieren. II. Die Augen der Plathelminthen. Diese Zeitschr. Bd. LXII. 1897.
3. C. Kohl, Einige Bemerkungen über Sinnesorgane des Amphioxus lanceolatus. in: Zool. Anzeiger, 13. Jahrg. 1890. Nr. 332.
4. W. Krause, Die Retina. II. Die Retina der Fische. — Amphioxus lanceolatus. in: Internat. Monatsschrift für Anatomie und Physiologie. Bd. V. 1888.
5. Joh. Müller, Über den Bau und die Lebenserscheinungen des Branchiostoma lubricum Costa, Amphioxus lanceolatus Yarrell. in: Abhandlungen der königl. Akad. der Wissensch. zu Berlin, aus dem Jahre 1842.
6. W. Müller, Über die Stammesentwicklung des Sehorgans der Wirbelthiere. in: Beiträge zur Anatomie und Physiologie als Festgabe für C. Ludwig. 1874.
7. W. Nagel, Der Lichtsinn augenloser Thiere. 1896.
8. O. Nüsslin, Zur Kritik des Amphioxusauges. Diss. Tübingen 1877.
9. G. Retzius, Biologische Untersuchungen. Neue Folge. Bd. II. 1891.
10. E. Rohde, Histologische Untersuchungen über das Nervensystem von Amphioxus lanceolatus. in: Zoolog. Beiträge, herausg. von Schneider. Bd. II.
11. J. V. Rohon, Untersuchungen über Amphioxus lanceolatus. in: Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. Wien 1882.
12. L. Stieda, Studien über Amphioxus lanceolatus. in: Mémoires de l'Acad. de St. Pétersbourg. VII. Série. Tome XIX. No. 7. 1873.

Erklärung der Abbildungen.

ch, Chorda dorsalis;
ck, Centralkanal des Rückenmarks;
h, hinten;
l, links;
pk, Kern des Pigmentbechers;
r, rechts;
rm, Rückenmark;
sti, Stiftchenbesatz;
v, vorn;
III, *IV*, *V*, 3., 4., 5. Muskelsegment.

Tafel XXIV.

Fig. 1. Pigmentflecke im Vorderende des Rückenmarks bei einem jungen (8 mm langen) Amphioxus, über und vor den Kiemenspalten. Vergr. 300fach.

Fig. 2. Horizontaler Längsschnitt durch das Vorderende eines erwachsenen

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

Amphioxus, das Rückenmark mit den Becheraugen im *III.*, *IV.* und *V.* Segment zeigend. Aus einer Anzahl auf einander folgender Schnitte kombinirt. Vergr. 90fach.

Fig. 3. Querschnitt durch das Rückenmark von Amphioxus, in der Gegend des fünften Segments. Vergr. 250fach.

Fig. 4*a* und *b*. Theile eines Schnittes wie voriger, die Anordnung der Augen um den Centralkanal des Rückenmarks zeigend. Vergr. 350fach.

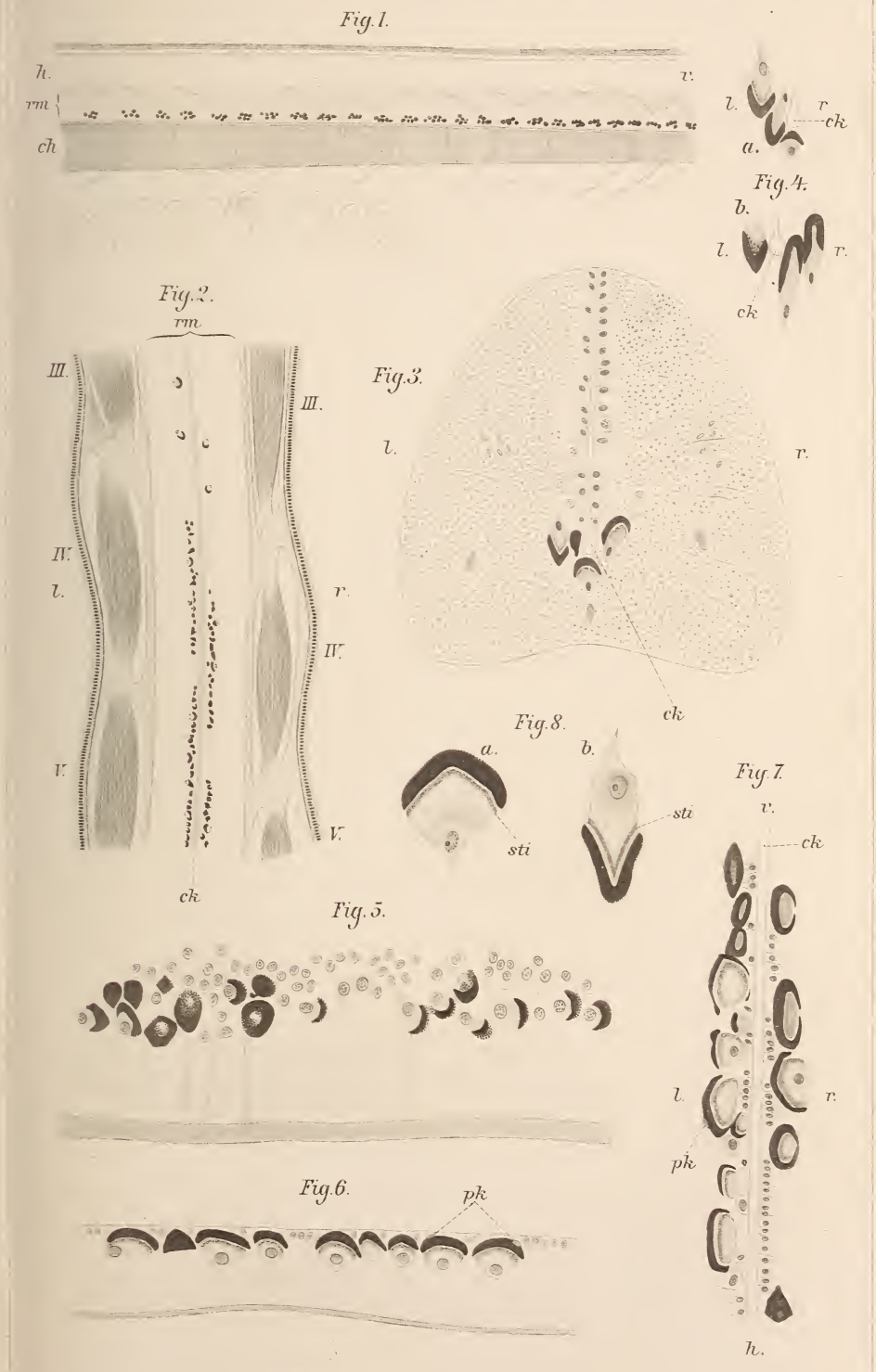
Fig. 5. Unterer Theil eines dorsoventralen Längsschnittes durch das Rückenmark von Amphioxus, seitlich vom Centralkanal. Vergr. 350fach.

Fig. 6. Unterer Theil eines dorsoventralen Längsschnittes durch das Rückenmark von Amphioxus, den Centralkanal treffend. Vergr. 350fach.

Fig. 7. Horizontaler Längsschnitt durch das Rückenmark von Amphioxus, den Centralkanal und die seitlich von ihm gelegenen Augen zeigend. Vergr. 400fach.

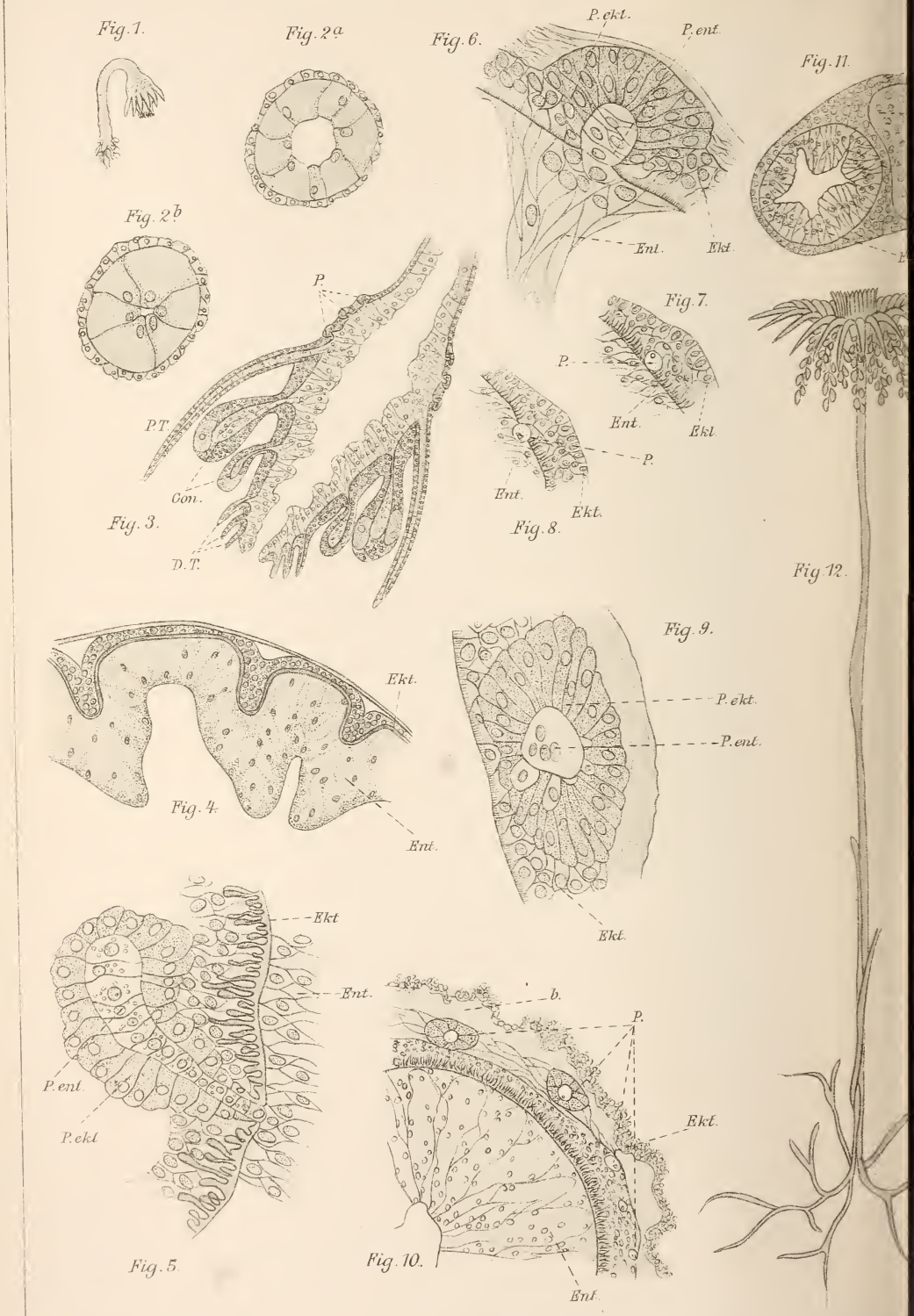
Fig. 8*a* und *b*. Schnitte durch Augen von Amphioxus lanceolatus; *a*, durch ein unter dem Centralkanal gelegenes, *b*, durch ein seitlich vom Centralkanal gelegenes Auge. Vergr. 800fach.

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



Verlag v. Wilhelm Engelmann in Leipzig.

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



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1897-1898

Band/Volume: 63

Autor(en)/Author(s): Hesse Richard

Artikel/Article: Untersuchungen über die Organe der Lichtempfindung bei niederen Thieren. IV. Die Sehorgane des Amphioxus. 456-464