



Ueberreicht vom Verfasser.

Beiträge zur Kenntniss des Hirudineen-Auges.

Von

B. L. Maier.

(Aus dem Zoologischen Institut zu Heidelberg.)

Mit 1 lithographischen Tafel.

Abdruck

aus den

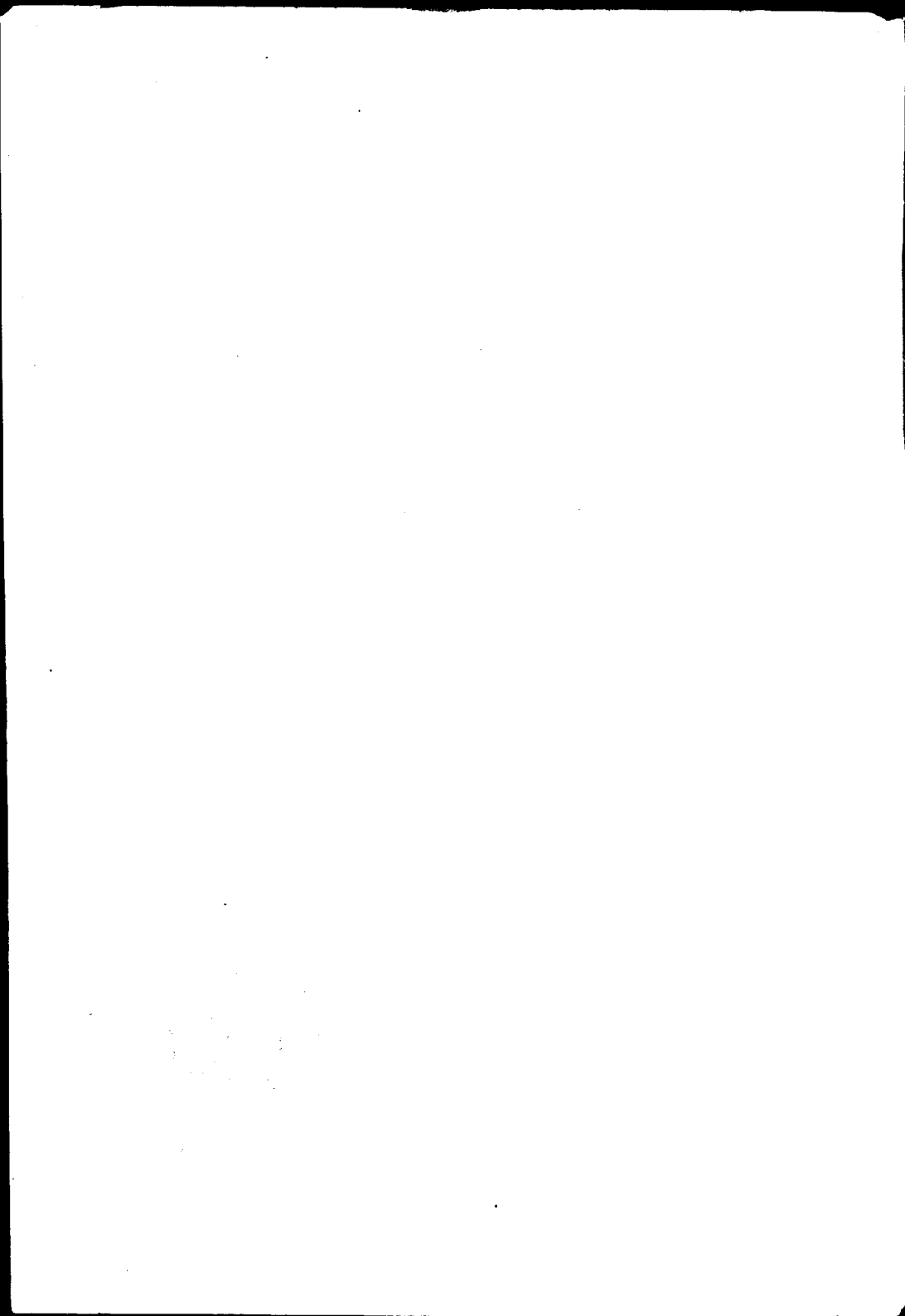
Zoologischen Jahrbüchern.

Abtheilung für Anatomie und Ontogenie der Thiere.
Herausgegeben von Professor Dr. J. W. SPENGLER in Giessen.

Fünfter Band.

Verlag von GUSTAV FISCHER in Jena.





Beiträge

zur

Kenntniss des Hirudineen-Auges.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

der

hohen naturwissenschaftlich-mathematischen Fakultät

der

Ruperto-Carolinischen Universität zu Heidelberg

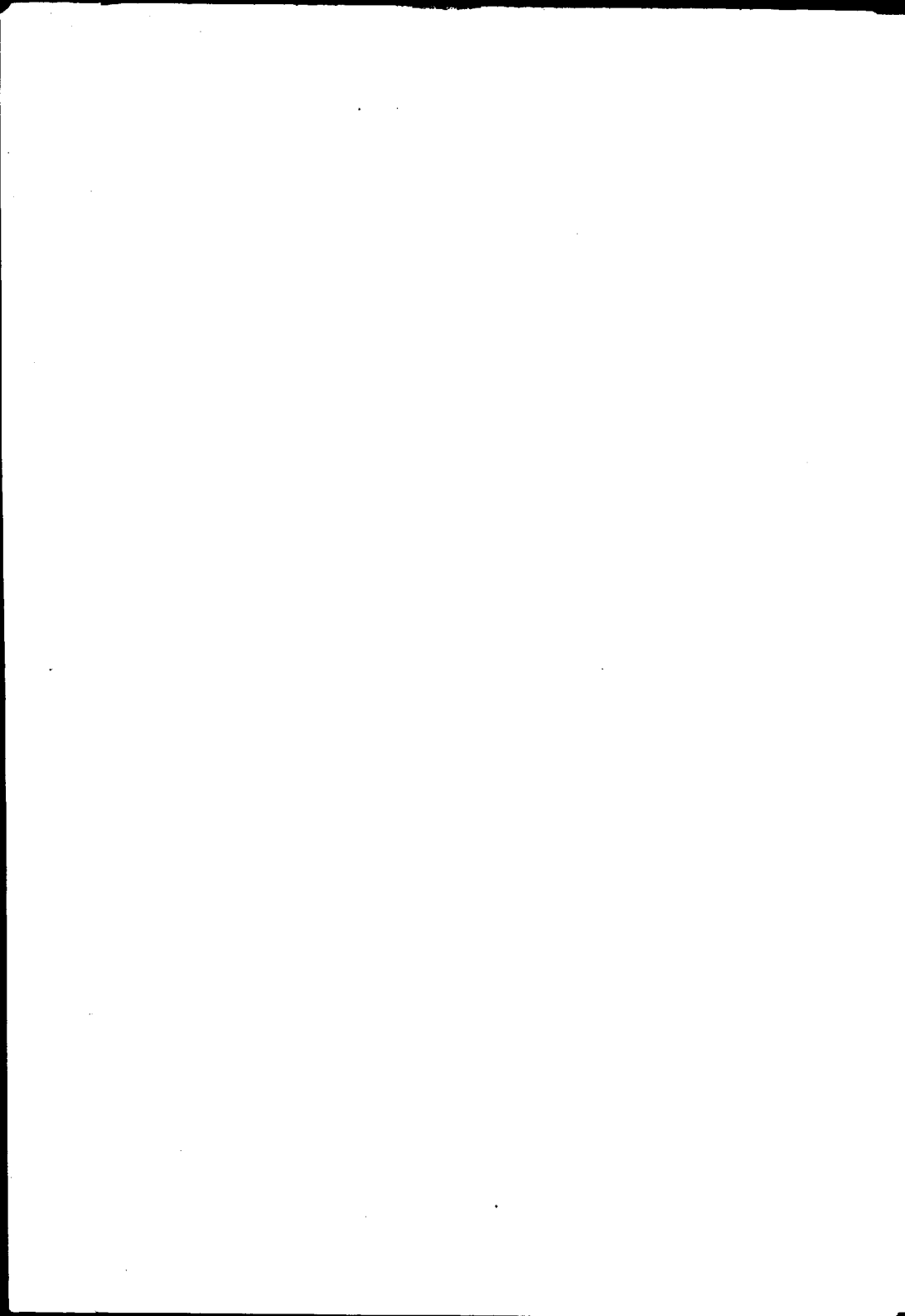
vorgelegt von

Benno Ludw. Maier, Lehramtspraktikant

aus

Königsheim.





Abdruck
aus den
Zoologischen Jahrbüchern.
Abtheilung für Anatomie und Ontogenie der Thiere.
Herausgegeben von Professor Dr. J. W. SPENGLER in Giessen.
Fünfter Band.
Verlag von GUSTAV FISCHER in Jena.

Nachdruck verboten.
Uebersetzungsrecht vorbehalten.

Beiträge zur Kenntniss des Hirudineen-Auges.

Von

B. L. Mäler.

(Aus dem Zoologischen Institut zu Heidelberg.)

Hierzu Tafel 37.

I. Frühere Arbeiten.

Die ersten Aufzeichnungen über den Bau der Egelaugen finden sich in BRAUN'S „Systematischer Beschreibung einiger Egelarten“ (1805) [1]. Der Verfasser beschreibt die Augen als schwarze Flecken und fand hinsichtlich ihres Baues, „dass besonders bei den grössern Arten der Egel diese schwarzen Flecke mit einer dem übrigen Körper gleich festen Haut bedeckt waren“ und „sich kaum merklich kugelig über die Oberfläche erhoben; sowie sie geöffnet wurden, floss so viel einer hellen mit schwarzen Punkten leicht gemischten Flüssigkeit hervor, als sich in dem kleinen Abschnitte hatte aufhalten können“. BRAUN bezweifelt aber, dass diese als Augen gedeuteten Punkte Sehorgane seien, und theilt mit, dass eine Reihe von Versuchen, um das Lichtempfindungsvermögen nachzuweisen, ein negatives Resultat gehabt hätte. Diesem Zweifel entgegnete E. H. WEBER (1827) [2] in zwei Mittheilungen. Ueber den Bau bei ganz jungen Individuen von *Hirudo medicinalis* schreibt er: „Sie sind über die Oberfläche des Thieres wie eine Warze erhaben und erstrecken sich als Cylinder ein Stück in das Innere des Thieres; — das Ende der cylindrischen Augen ist mit einer convexen Haut überzogen, die sich durch grössern Glanz

von der des übrigen Körpers unterscheidet und sehr durchsichtig ist und daher für eine Hornhaut gehalten werden muss. Unter ihr liegt an dem Ende jedes Auges eine schwarze Platte, die weit intensiver schwarz ist als andere schwarze Flecken des Thieres, und welche vielleicht eine Blending vorstellt; der untere Theil des Cylinders hat dieses schwarze Gebilde nicht.“ Aus seiner Zeichnung geht hervor, dass bei den ganz jungen Individuen nur das vorderste Ende des Auges ringförmig von Pigment umgeben ist. BRANDT (1834) [3] beschreibt am Auge eine schwarze Haut, die nach vorn hin und aussen von einer gewölbten und durchscheinenden Hornhaut abgeschlossen sei. Ausserdem constatirte er ein Nervenfädchen „im Auge“. Daraufhin deutete JOHANNES MÜLLER (1834) [4] das Auge als eine Anschwellung des Sehnerven ohne eine Linse oder einen Glaskörper. Einen solchen, sowie eine vorgelagerte Linse glaubte R. WAGNER (1841) [5] zu erkennen. Derselbe giebt in seinen „Icones zootomicae“ zuerst eine Zeichnung der Kopfnerven und ihres Zutritts zu den Augen vom Hirudo.

Wesentlich Neues wurde bekannt durch LEYDIG'S Untersuchungen (1861) [6]. Diese erstreckten sich nicht nur auf die Augen von *Hirudo* (bei LEYDIG *Sanguisuga*), sondern auch auf jene von *Aulostomum gulo* (bei LEYDIG *Haemopsis vorax*), *Nephele vulgaris*, *Clepsine bioculata*, *Piscicola geometra* und *P. respirans*. Das Auge von *Hirudo medicinalis* beschreibt er als längliche Glocke, bestehend aus einer abschliessenden Haut, einem Pigmentbecher, eigenthümlichen zellenförmigen Gebilden und dem in der Längsaxe verlaufenden Nerv. Die äusserste Hülle, die Pigmenthaut (Chorioidea), besteht nach ihm aus innern rundlichen und äussern verzweigten Pigmentzellen. Nach innen folgt auf die Pigmenthaut eine abschliessende helle Schicht, Sclerotica genannt. Dieselbe schliesst nach LEYDIG'S Untersuchungen eigenthümliche, stark lichtbrechende, zellenartige Elemente ein. Letztere, von ihm Glaskörperkugeln genannt, zeichnen sich durch eine dicke Membran einen grossen Hohlraum und einen mit der Membran in continüirlichem Zusammenhang stehenden Kern mit einem Nucleolus aus. Diese Zellen erfüllen den Innenraum jedoch nicht ganz, sondern lassen Raum für ein centrales, in der Axe der Glocke verlaufendes Gebilde, in dem L. eine Fortsetzung des Nervus opticus erblickt. Einen Zusammenhang dieses Nerven mit den hellen Zellgebilden konnte er nicht finden und lässt ihn am vordern Ende des Auges sein Ende nehmen. In analoger Weisr beschreibt er den Bau des Auges von *Nephele vulgaris*. Dieses zeichnet sich durch rundlich-ovale Gestalt aus und besteht wie bei *Aulostomum* aus einer Sclerotica, einer etwas

kürzern Pigmenthülle, einer Masse heller Zellen, die sich regelmässig um ein Centrum, einen Axenkörper, gruppieren. Letztern selbst hat er bei seiner Kleinheit mit den ihm zu Gebot stehenden Mitteln nicht untersuchen können. Auf seinen Zeichnungen lässt er den Nerv in derselben Weise wie bei *Aulastomum* an das Auge herantreten. Aus denselben Theilen soll das birnförmige Auge von *Clepsine bioculata* bestehen. Bei *Piscicola* fand LEYDIG ausser den vier Augen des Kopfes noch zehn Augen im Endsaugnapfe. Sämmtliche bestehen aus einer Pigmentschale und grossen zelligen Gebilden. Ueber das Verhalten des Nerven konnte er bei dieser Art nichts Sicheres mittheilen. Ausser den Augen beschreibt LEYDIG noch ähnliche pigmentlose Sinnesorgane.

1875 [7] gab RANKE eine Beschreibung des Auges von *Hirudo medicinalis*, bestätigte im Wesentlichen die Angaben LEYDIG's und beschrieb die Endigung des Nervus opticus näher. Nach seinen Beobachtungen befände sich in einem mittlern, vorn von den Glaskörperkugeln freigelassenen Raume, welcher rundlich oder den Glaskörperkugeln entsprechend eckig erscheint, eine Anzahl runder, scharf contourirter Körnchen, welche oft eine bestimmte Anordnung zeigten. Sie convergirten wie die lichtpercipirenden Elemente im centralen Abschnitt der Retina in Bogenlinien gegen den Mittelpunkt oder gegen eine mediane Längslinie. Unter diesen Körnchen, oder richtiger kleinen Zellen, glaubte RANKE eine vordere Schicht von stäbchentragenden Zellen von der unmittelbar dahinter gelegenen Anhäufung stäbchenloser Zellen unterscheiden zu können. Letztere deutet er als Ganglion opticum, erstere als die Netzhaut. Dementsprechend glaubt er eine Verbindung des Nerven mit den Glaskörperkugeln bestimmt leugnen zu können; wie er sagt, treten die Nervenfasern zu dem Ganglion opticum, sich mit seinen Zellen verbindend. Hieraus schliesst RANKE, dass das Auge von *Hirudo* durch die Contractionen der das Auge begleitenden Muskeln in Gestalt und Wirksamkeit verändert werde; dass nämlich bei Verkürzung des Auges in der Längsaxe die Glaskörperkugeln aus dem Auge hervortreten und vor dem Ganglion opticum sich zu einer Linse zusammenlegen, so dass das Auge erst in dem Augenblick, in welchem es zum Sehen benutzt wird, zu einem Sehapparat gestaltet wird, welcher dann auch ziemlich vollkommenen Ansprüchen an das Sehvermögen genügt. Daneben würde das Auge im eingezogenen Zustande der Tast- und Geschmacksempfindung dienen.

Weitere Angaben über die Egelaugen findet man bei CARRIÈRE (1885) [8]. Derselbe bestreitet, dass das „Auge“ von *Hirudo* ein

Sehorgan sei, vornehmlich wegen des abweichenden Baues. Die anatomische Bildung schildert er ähnlich wie LEYDIG. Das Ganglion opticum RANKE's sowie dessen Stäbchenzellen konnte er nicht finden, verfolgte aber den Nerven in der Axe des Auges bis „dicht an das Vorderende“ und beobachtete einzelne Nervenfasern, die sich vom Hauptstamme abzweigten, zwischen den „Innenkörpern“. Mit letzterem Namen bezeichnet er nämlich die Glaskörperkugeln LEYDIG's. Diese besitzen nach CARRIÈRE eine feste, mit Hämatoxylin oder Carmin nicht tingirbare Wand, welche durch feine Poren ein gestricheltes Aussehen erhält. Bei den gegen das Hinterende hin gelegenen Innenkörpern beschreibt er knopf- und leistenartige Vorsprünge, die verschieden weit in das Lumen des Körperchens hineinragen und im Gegensatz zu der aus homogener Masse bestehenden Wand granulirt sind. Bei den Clepsiniden dagegen findet CARRIÈRE wirkliche Augen. „Die Augen einer jungen *Clepsine* zeigen theils unregelmässige Kugel-, theils Eiform und bestehen aus einem halbkugeligen Becher von grossen, in der Peripherie pigmentirten Zellen mit verhältnissmässig kleinem Kern. Halb in diesem Schbecher, halb ausserhalb desselben liegt eine kugelige „Linse“, aus kleinern, durchsichtigen und kernhaltigen Zellen zusammengesetzt. Die „Linsenzellen“ haben hier wohl weniger die Bedeutung eines lichtbrechenden Körpers, sondern dienen in erster Linie zur Ausfüllung der Höhlung des Augenbeckers. Aus CARRIÈRE'S Zeichnung folgt, dass die Augen ganz junger Clepsinen, ähnlich wie nach E. H. WEBER'S Zeichnung diejenigen von *Hirudo*, gegen das vordere Ende stärker als gegen das hintere Ende pigmentirt sind.

Etwa gleichzeitig mit CARRIÈRE veröffentlichte C. O. WHITMAN zwei Arbeiten [9 u. 10]: „The segmental sense organs of the leech“ (1884) und „The external morphology of the leech“ (1885). In ersterer giebt WHITMAN eine kurze Beschreibung der grossen, hellen Zellen. In jeder dieser Zellen erkennt er „a vacuole-like space occupying a central position, which is probably filled with some kind of fluid. — The protoplasm of these cells form a thick peripheral envelope with a rounded thickening on one side, which projects into the vacuolar space. The very small nucleus is usually located near the base of this internal protuberance“. Im Uebrigen stimmt seine Beschreibung mit der von LEYDIG überein. Ein Zusammenhang der hellen grossen Zellen mit dem Nerv scheint ihm wahrscheinlich, doch kann er ihn nicht nachweisen. Ausser den Augen beschreibt er bis dahin unbekannte „segmental sense organs“. Dieselben finden sich nach seinen Beobachtungen segmental wiederkehrend jeweils auf dem ersten Ringe

eines jeden Körpersomits in einer bestimmten Anzahl von Längsreihen über den ganzen Körper verbreitet. Ueber ihren Bau schreibt WHITMAN: „In sections of the segmental papillæ we find all the elements of the eye except the pigment. There is a branch of the lateral nerve, that runs to each, and from four to six or more of those peculiar large glassy cells are found a little below the epidermal cap, which is convex and free from pigment.“

Mit diesen Sinnesorganen in denselben Reihen und an der Stelle, an der wir diese „segmental sense organs“ erwarten müssten, haben die Augen ihre Lage.

In einer ein Jahr später (1886) [11] erschienenen Arbeit „The leeches of Japan“ vergleicht und beschreibt WHITMAN die Augen vom „land-leech“ (*Macrobdella sestertia*) und dem „Japanese medicinal leech“ (*Hirudo nipponica*). Hier constatirt er ebenfalls das Vorkommen von Kernen in den „large clear cells“. Diese selbst seien sehr gross und ihrem Aussehen nach augenfällig verschieden von irgend welchen bis jetzt an andern Theilen des Blutegels bekannten Zellen. Er habe aber dieselben Zellen in den segmental papillæ ebenfalls entdeckt. Einen Nerv hat er bis „up to these cells“ verfolgt, ohne einen Zusammenhang beider finden zu können.

Der einzige Unterschied in der Zusammensetzung zwischen dem Auge und den segmental papillæ liege in dem Fehlen der Pigmentschicht, also ganz in analoger Weise wie bei den im Jahre vorher untersuchten Arten.

Das Vorkommen solcher grosser Zellen ausserhalb der Augen findet sich aber lange vor der WHITMAN'schen Veröffentlichung bei LEYDIG verzeichnet. Aus dem Vorkommen der hellen Zellen bei den drei bekannten Sinnesorganen, nämlich den Augen, den „becherförmigen Organen“ und den „segmental sense organs“ folgert WHITMAN, dass sie vermuthlich Sinneszellen seien.

Diese, wie aus meinen Untersuchungen hervorgehen wird, richtigen Angaben stösst WHITMAN in dem „Postscript“ zu dieser Arbeit wieder um.

Hier bestreitet er die Nervennatur des Axenstranges, und zwar aus folgenden zwei Gründen: erstens sei der Augennerv vor dem Eintritt in das Auge dreimal so dick wie die stärkste Stelle in der axialen Fibrillenschnur, zweitens aber habe bei einer von ihm näher beschriebenen Goldfärbung der „optic nerve“ eine entschieden nelkenrothe Färbung angenommen, dagegen die Fasern im Innern des Auges „die axialen Fibrillen“, eine schmutzig-blaue Farbe, genau wie die

Epidermiszellen und die hellen Zellen. „These two facts show quite conclusively, that the axial fibres are not a direct continuation of the optic nerve.“ Bei der Vergleichung des Auges mit dem „homologen“ segmental sense organ kommt der Verfasser zu dem Resultate, dass die axialen Fibrillen ähnlich innervirt werden wie die Sinneszellen eines segmentalen Sinnesorgans, sowie dass die hellen Zellen eines solchen denjenigen der Augen ähnlich gelagert sind. Was sei da natürlicher, als dass man die axialen Fibrillen als die Sinneszellen des Auges auffasse? In dem etwas verbreiterten Ende der Sinneszellen oder der axialen Fibrillen will WHITMAN Nuclei gesehen haben. Bei keinem seiner Präparate ist er im Stande gewesen, die axialen Fasern, d. h. die Sinneszellen, bis zur Epidermisdecke (epidermal cap) zu verfolgen; trotzdem hält er es für möglich, dass sie bis dahin reichen. Falls aber dieselben in Wirklichkeit nicht bis zur Epidermis reichten, also völlig von ihr getrennt wären, so sagt er: „this would not of course be any obstacle in the way of accepting the view I have presented.“

Weitere, den Bau der Egelaugen zwar nicht berührende, aber doch nicht zu übergehende Angaben machte APATHY 1888 [12]. Unter anderm bestätigt er das Vorkommen der von WHITMAN entdeckten segmentalen Sinnesorgane, berichtigt aber einige Irrthümer WHITMAN'S, nämlich dass sich genannte Organe nicht nur auf den ersten Ringen jedes Somits, sondern meist auf allen finden, sowie dass die von WHITMAN angegebenen Reihen nicht die einzigen sind. Diese „Tastkegelchen“ hält APATHY für „die primitiven Sinnesorgane der Hirudineen“, die durch segmentale Differenzirung in der Kopfgegend die Augen hervorgehen lassen. Den phylogenetischen Bildungsgang der Augen stellt sich APATHY derart vor, „dass von den auf ein Somit-drittel fallenden Tastkegelchen einer oder zweier benachbarter Längslinien eines an Grösse und Pigmentirung die anderen allmählich übertraf, wobei letztere sich dementsprechend verkleinerten und bis auf heut zu Tage kaum noch nachzuweisende Reste geschwunden sind: so kann ein Auge das Aequivalent von acht Tastkegelchen bilden, ohne deshalb aus Verschmelzung derselben entstanden zu sein“. Nach APATHY besteht der Hirudineenkörper aus einer Anzahl von (innern) Somiten, deren jedes äusserlich eine Anzahl von Ringen zeigt. Ursprünglich kamen auf jedes Somit 3 oder 2×3 oder 4×3 Ringe; durch Verkürzung oder Reduction im Laufe der phylogenetischen Entwicklung kommt eine Abnahme in der Zahl der Ringe zustande und zwar am Einzelkörper in verschiedener Weise. Die meisten Ringe

enthält die Mittelregion, gegen Vorder- und Hinterende nimmt die Zahl der Ringe für je ein Somit ab. Eine solche Verkürzung kann erfolgen durch einfache Längenabnahme oder durch Verschmelzung von Ringen, während die Reduction darauf beruht, dass bei einer Functionsänderung die überflüssigen Organe auf dem letzten Somitdrittel zurückgebildet werden und verschwinden und mit diesen auch die äussere zugehörige Ringelung. In seinen Zeichnungen giebt APATHY die Richtungen der Augen an bei *Hirudo*, *Nepheles*, *Clepsine bioculata*, *heteroclita*, *sexoculata*, *tessulata* und *marginata*, sowie Abbildungen der Tastkegelchen von *Clepsine sexoculata* und *heteroclita*. Nach diesen Abbildungen bestehen die Tastkegelchen aus einer Anzahl gegen einen ausserhalb der Körperoberfläche gelegenen Punkt convergirender Sinneszellen mit Tasthärchen und einem hinten an die Sinneszellen herantretenden Nerv. Die Sinneszellen ähneln den Epidermiszellen, sind aber bedeutend länger als sie. Auf den Zeichnungen finden sich aber keine hellen, grossen Zellen, wie sie WHITMAN als zum Sinnesorgan zugehörend beschreibt. Auch bei meinen Untersuchungen konnte ich mich nicht davon überzeugen, dass die überall zerstreut vorkommenden hellen Zellen den segmentalen Sinnesorganen als integrierender Bestandtheil zugehörten.

II. Eigene Untersuchungen.

Art der Untersuchungen und Methoden.

Meine Untersuchungen erstreckten sich auf folgende Arten:

Hirudo medicinalis L.

Aulastomum gulo MOQU. TAND.

*Nepheles*¹⁾ *vulgaris* MOQU. TAND.

Clepsine bioculata SAV.

„ *marginata* O. FR. MÜLLER.

„ *sexoculata* BERGM.

Piscicola piscium.

Sämmtliche Arten wurden in lebendem erwachsenen Zustande untersucht. Junge Exemplare konnte ich keine erhalten, ausser einigen jungen Clepsinen, die von dem Mutterthier herungetragen wurden; der Bau

1) APATHY bezeichnet eine grosse Form von *Nepheles* mit *N. grandis*; ich fand ebenfalls zwei bisher als *N. vulgaris* beschriebene Formen, eine kleine bis zu 3 cm grosse sowie eine grosse etwa 9 cm lange; ob dies *Nepheles grandis* APATHY ist, kann ich, da APATHY sie nicht genau genug beschreibt, nicht sagen. Uebrigens stimmen beide Formen im Bau der Augen überein.

der Augen stimmte aber bereits mit jenem der erwachsenen Thiere überein. Die Beobachtungen wurden sonst an lebendem, wie frisch abgetödtetem, gehärtetem Material, auf Schnittserien und Macerationspräparaten gemacht.

Zum Töden der Thiere wurde meist schwacher Alkohol, dem etwas Iodtinktur zugesetzt war, verwandt. Zum Härten benützte ich Alkohol, Sublimat, Chrom-Osmium-Essigsäure, Pikrin-Schwefelsäure und Pikrin-Essigsäure. Besonders vortheilhaft erwiesen sich die in Alkohol oder in Pikrin-Schwefelsäure gehärteten Exemplare. Zum Färben der Präparate in toto, um die anatomischen Details zu beobachten, empfahl sich GRENACHER's Alauncarmin wie auch Bräunung durch Osmiumsäure. Zum Studium der histologischen Einzelheiten wurden die Augen theils durch Zerzupfen isolirt und getrennt, theils in dünne Schnitte zerlegt. Zu letzterem Zwecke wurden die Präparate in der bekannten Weise in Paraffin eingebettet und mit dem Mikrotom in Schnitte von 3 bis 7 μ Dicke zerlegt. Untersucht wurden letztere theils in Kanadabalsam oder Damarlack, theils in Wasser. Zum Erkennen der Einzelheiten waren Färbungen nöthig. Solche waren vielfach recht schwierig. Gute Resultate ergaben meist nur Doppelfärbungen. Angewandt wurden: DELAFIELD'sches Hämatoxylin, Boraxcarmin, Osmiumsäure, Gemisch von Fuchsin, Orange und Methylgrün, ferner Methylenblau und Goldfärbungen. Empfehlenswerth war sehr starke Behandlung des Präparats in toto mit Osmiumsäure nach Behandlung mit Alkohol. Das Präparat wurde in $\frac{1}{2}$ —1-procentiger Osmiumsäure so lange gelassen, bis dasselbe äusserlich dunkelbraun bis schwarz war; dann zeigte sich die Structur im Innern nur schwach gefärbt. Weiter empfahl sich Färbung in toto mit Boraxcarmin und Nachfärbung der Schnitte mit Hämatoxylin, nach Conservirung in Alkohol oder Sublimat. Sodann gab die besten Resultate nach Härtung mit Pikrinschwefelsäure starke Behandlung mit Osmiumsäure und Färbung mit Boraxcarmin (Salzsäurebehandlung). Der Verlauf der Nerven wurde deutlich durch Anilinfarben oder aber durch Goldimprägnation, durch Behandlung mit Goldchlorid und Reduction in schwacher Essigsäure (im Sonnenschein) oder nach dem GOLGI-MAYS'schen Verfahren (Goldchloridkali, Arsensäure bei Erwärmung auf 45° im Sonnenschein). Das Pigment wird von schwacher Salzsäure überall stark angegriffen, so dass es meist beim Ausziehen des Boraxcarmins mit saurem Alkohol stark verblasst, wobei Zellkerne und Zellgrenzen deutlich sichtbar werden. Macerirt wurde theils in verdünntem Glycerin, theils in 20% Salpetersäure. Doch werden bei dieser Behandlung die Objecte so spröde, dass die „Innenkörper“ (CARRIÈRE) sehr leicht zerbrechen und insbesondere der Nerv sehr leicht abreissst. Da die Pigmentzellen sehr fest zusammenhängen, kann man durch Schläge auf das Deckglas das Auge kaum auseinanderbringen, sondern muss dasselbe mit Nadeln zerzupfen, eine Procedur, bei welcher grosse Zerstörungen, insbesondere Zerreißen der Nerven nur selten vermieden werden.

Lage und Richtung der Augen von *Hirudo* und
Aulastomum.

Bei *Hirudo medicinalis* und *Aulastomum gulo* finden sich je zehn Augen, und zwar liegen dieselben paarweise auf dem 1., 2., 3., 5. und 8. Ringe. Von diesen Augen stehen diejenigen des 1. Ringes zunächst der Medianlinie des Thierkörpers; jeweils etwas weiter von derselben entfernt folgen diejenigen der anderen Ringe. Die Richtung der beiden vordersten Augen geht der Medianlinie des Körpers beinahe parallel mit fast unmerklicher Abweichung nach der Seite des Thieres. Einen jeweils etwas grösseren Winkel mit der Medianlinie bildet die Richtung der folgenden Augen und zwar der Reihe nach von vorn nach hinten, und zwar derart, dass der Richtungsunterschied der Längsaxe der Augen auf dem 5. Ringe und der Medianlinie bereits über 90° beträgt, so dass diese Augen nicht nur nach der Seite, sondern bereits etwas nach hinten sehen. In noch grösserm Maasse ist dies bei dem hintersten Augenpaare der Fall. Ich kann somit die hierüber vorliegenden Angaben APATNY's bestätigen. Die Augen sind also in Form eines Hufeisens angeordnet. Ihre Axen sind von einem gedachten Mittelpunkt des Hufeisens radiär nach aussen gerichtet. Legt man einen dorsoventralen Schnitt durch die Längsaxe des Auges, so sieht man, dass letztere zu der Körperoberfläche ungefähr in einem Winkel von 60 bis 70° geneigt ist und dass das Auge unmittelbar unter der Epidermis seine Lage hat. Durch die Art und Weise der Wölbung der Körperoberfläche erscheint in Folge obengenannter Neigung der Längsaxe des Auges zu ihr (bei einem Blick von oben auf das Vorderende des Egels) die Axe einzelner Augen bedeutend verkürzt, so dass man glaubt, kleinere Augen vor sich zu haben. Durch einen leisen Druck mit einem Objectträger in der Längsaxe des Auges auf die Körperhaut kann man sich überzeugen, dass der Unterschied in der Länge der Augen nur gering ist. Mit ihrem vordern Ende berühren die Augen unmittelbar das Körperepithel, während das Hinterende weit in die Musculatur des Kopfes hineinreicht.

Bei der folgenden Beschreibung möge unter dem vordern Ende des Auges dasjenige verstanden sein, welches der Körperoberfläche zunächst liegt; unter dem „Hinterende“ das nach dem Körperinnern liegende.

Bau des Auges von *Hirudo* und *Aulastomum*.

Das Auge von *Hirudo medicinalis* hat die Gestalt eines nach hinten halbkugelig abgeschlossenen Cylinders. Seine Längsaxe beträgt

circa 0,525 mm, sein Durchmesser circa 0,2 mm. Die Umwandlung dieses Cylinders wird von einer circa 0,04 mm dicken Pigmentlage, welche am Hinterende auf das doppelte anschwillt, gebildet (Fig. 1 u. 2 *Pg*). Diese Pigmenthülle setzt sich aus spindelförmigen oder sternförmig verzweigten, fest in einandergefügten Zellen zusammen, die einen durch angesäuerten Alkohol leicht ausziehbaren schwarzen Farbstoff enthalten. Das Gefüge der Pigmentzellen ist nach innen zu sehr dicht und besteht dort aus dicht an einander gedrängten kleinen, runden Zellen, während die äussern lockerer zusammengestellt, bedeutend grösser als die innern sind und sich durch lange Fortsätze auszeichnen, mit denen sie weit in das Körperparenchym und die Musculatur hineinragen. Ueberall zwischen diesen Zellen bemerkt man Fasern von Bindegewebe, welches auch an den Stellen, wo das Auge nicht von der Pigmenthülle umschlossen ist, seine Umhüllung bildet (Fig. 1 u. 2 *Bg* u. *Bgf*). Die Pigmentlage fehlt vorn zwischen dem Körperepithel und dem Auge, und diese pigmentfreie Partie setzt sich auf der ventralen Seite des Auges in Gestalt eines bogenförmig-dreieckigen Ausschnitts ungefähr durch das erste Drittel der Augenlänge hin fort.

Eine der Sclerotica LEYDIG's entsprechende Hülle zwischen der Pigmentschicht und dem Innern konnte ich nicht finden. Das Letztere ist erfüllt von kugel- oder birnförmigen, manchmal polygonal abgeplatteten, äusserst stark lichtbrechenden Zellen (Fig. 1 u. 2 *Lz*) von beträchtlicher Grösse. Ihr Durchmesser schwankt zwischen 0,06 und 0,02 mm. Es sind dies die Glaskörperkugeln LEYDIG's oder die Innenkörper CARRIÈRE's. Sie sind wirkliche Zellen und bestehen aus einer feinen Membran (Fig. 6 *M*), einem verhältnissmässig sehr kleinen, linsenförmigen Kern (Fig. 6 *Nc*) mit Nucleolus und einer nicht besonders anschnlichen Plasmamasse (Fig. 6 *Z-Pl*). Weit aus den grössten Raum nimmt jeweils eine grosse, von besonders beschaffenem Plasma umwandete „Kapsel“ ein, in welche das äussere Plasma fast immer in Form eines oder mehrerer Knöpfe (Fig. 2 *Kn*) oder Leisten einspringt. Die grössten dieser Zellen, bei welchen die knopfartigen Einstülpungen meistens fehlen, befinden sich vorn. Von hier aus gegen das Hinterende nimmt die Grösse der Zellen nach und nach ab, hingegen die Grösse sowie die Zahl der „Knöpfe“ allmählich zu. Diese Zellen stehen im Zusammenhang mit dem Nerv (Fig. 6 *Nz*, Fig. 1 *Nz*). Dieser letztere zweigt sich vom obern Schlundganglion ab, verästelt sich wiederholt, versorgt auch die von LEYDIG beschriebenen „neuen“ Sinnesorgane, dient aber nicht allein

der Sinnesfunction. Er tritt an das Hinterende des Auges heran, theilt sich daselbst in zwei oder drei Aeste (Fig. 1 *N*), durchbricht mit einem Ast die Hinterwand der Pigmenthülle und verläuft axial durch das Auge (Fig. 1 *Na*, Fig. 2 *N*), ohne an seiner Dicke besonders einzubüssen, bis gegen das vordere Ende. Von der Eintrittsstelle ab sendet er Zweige zwischen die helllichtbrechenden Zellen, die sich mit diesen verbinden (Fig. 1 *Nf*). Die vordern ventralen Zellen, welche manchmal etwas aus dem Cylinder hervortreten, werden aber nicht von dem in der Längsaxe verlaufenden Zweig versorgt, sondern von einem der oben erwähnten Aeste (Fig. 1 *Nv*). Dieser zieht von dem Trennungspunkte längs der Ventralseite des Auges nach vorn und tritt mit den erwähnten Zellen in Verbindung.

Jeder dieser beiden Nervenzweige stellt ein Bündel von Nervenfasern dar, zwischen welchen man ein faseriges Stützgewebe beobachtet. Eingehüllt wird jedes Bündel durch eine Scheide von Bindegewebsfasern (Fig. 1 *Ns*). Eben solche Fasern durchziehen auch die freien Zwischenräume zwischen den hellen Zellen des Auges (Fig. 1 *Bgf*). Möglicherweise sind die zwischen der Pigmentlage und dem Innern des Auges befindlichen derartigen Fasern die „Sclerotica“ LEYDIG'S.

Wo das Vorderende des Auges an das Körperepithel herantritt, zeigt letzteres eine strahlenförmige Anordnung der Zellen um die Augenaxe (Fig. 1 *Ep*).

Ebensowenig wie CARRIÈRE konnte ich das von RANKE im Auge beschriebene und gezeichnete Ganglion opticum entdecken. RANKE'S Angaben sind daher wohl sicher irrthümlich. Auch die WHITMAN'Schen Angaben über die Sinneszellen in der Axe des *Hirudo*-Auges muss ich als unrichtig bezeichnen; es sind nirgends Zellgrenzen oder Kerne im Axenstrang nach Art seiner Darstellung zu beobachten, wohl aber ist die Structur der Nervenfasern im Auge wie auch an der Zutrittsstelle des axialen Nerven genau ersichtlich, so dass auch das Vorkommen von Sinnes- und Ganglienzellen nach Art der WHITMAN'Schen Zeichnung ebenfalls bestritten werden muss.

Zwischen den Augen von *Hirudo* und denen von *Aulastomum gulo* konnte ich selbst in den Grössenverhältnissen keine Unterschiede entdecken. Es gilt also das über den Bau des *Hirudo*-Auges Gesagte auch für das von *Aulastomum gulo*.

Lage und Stellung der Augen von *Nephelis*.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen den soeben beschriebenen Augen und demjenigen von *Nephelis (octoculata) vulgaris* und der

anderen *Nepheleis*-Form (*N. grandis* APATHY?) beruht auf ihrer abweichenden Lage. Während das Auge von *Hirudo* unmittelbar unter der Epidermis liegt, ist das von *Nepheleis* zwischen die Musculatur eingebettet. Die acht Augen, zu welchen manchmal noch zwei rudimentäre hinzukommen, liegen zu je zweien auf dem zweiten und dritten und zu viieren auf dem fünften Ringe; die rudimentären liegen auf dem vierten Ringe. Von diesen Augen ist das vorderste Paar, welches der Längsaxe des Körpers zunächst steht, nach vorn gerichtet, mit unmerklicher Abweichung nach der Seite, das nächste von der Medianlinie etwas mehr entfernte nach vorn und der Seite, die beiden hintern Augenpaare, die neben einander auf einem Ringe liegen, nach der Seite und etwas nach hinten, insbesondere das äussere Paar.

Bau des Auges von *Nepheleis*.

Die vordern beiden Augenpaare sind grösser und birn- bis kugelförmig, die beiden hintern kugel- bis linsenförmig, die rudimentären linsenförmig gestaltet. Der Durchmesser der grossen Augen beträgt circa 0,15 mm, der der rudimentären circa 0,06 m. Jedes Auge wird von einer Pigmentschicht umhüllt (Fig. 3 u. 3 b Pg); allein diese findet sich nur an der hintern Hälfte; die vordere Hälfte wird von Bindegewebe eingefasst. Die Zellen des Pigmentbeckens sind sehr dicht zusammengefügt und verhältnissmässig kleiner als bei *Hirudo*. Fortsätze der Pigmentzellen, die sich zwischen Bindegewebe und Musculatur hinein erstrecken oder wie bei *Hirudo* mit dem Hautpigment zusammenhängen, finden sich nicht. Der innere, ungefähr kugelförmige Hohlraum wird von den hellen Zellen erfüllt (Fig. 3 Lz). Dieselben besitzen einen verhältnissmässig grossen Kern (Fig. 3 Nc), der frei in der Plasmamasse liegt, dagegen relativ kleinere „Kapseln“ (Fig. 3 Ka) mit kleinern „Knöpfen“ (Fig. 3 Kn). Solcher Zellen finden sich in den grössern Augen (Fig. 3 b Lz) mehrere Lagen übereinander, in den rudimentären hingegen nur eine einzige Lage (Fig. 3 Lz). In letzterm Falle sind sie derartig angeordnet, dass die Kapseln gegen das Hinterende, die Kerne gegen das Vorderende zu liegen kommen, und zwar so, dass die durch den Kern und den Mittelpunkt der Kapsel gedachten Linien gegen den vordern Pol des Auges convergiren. Wesentlich anders als bei *Hirudo* gestaltet sich bei *Nepheleis* der Nervenzutritt (Fig. 3 Nz). Der zum Auge tretende Nerv zweigt sich hier von einem grössern Strang ab, welcher zwischen der Epidermis und dem Auge verläuft. Derselbe tritt daher, ohne die Pigmenthülle zu berühren oder gar zu durchbrechen, am vorderen Ende heran

und zwar direct zu den lichtbrechenden Zellen, manchmal etwas von der Seite. Obwohl ich einige Male einen Zusammenhang der grossen hellen Zellen mit dem Nerven zu sehen glaubte, konnte ich einen solchen bei der Feinheit der Nervenfasern und ihrer Hartnäckigkeit gegen Färbeversuche mit voller Sicherheit nicht nachweisen. Da ich bei keiner Behandlungsweise einen Zutritt des Nerven zum Auge nach Art der LEYDIG'schen Zeichnung, wobei der Nerv wie der axiale Strang bei *Hirudo* unter Durchbrechung der Pigmenthülle am Hinterende axial durch das Auge hindurchziehen würde, bemerken konnte, so muss LEYDIG sich hierin wohl geirrt haben. Allerdings schreibt derselbe: „den Axenkörper selber, obgleich wegen Kleinheit und zarter Natur des Objects kaum weiter untersuchbar, halte ich nach dem, was sich darüber beim Blutegel erforschen lässt, für die Fortsetzung und das Ende des Sehnervs.“

Lage und Bau der Augen von *Clepsine*.

Eine grosse Mannigfaltigkeit in der Zahl der Augen herrscht bei den verschiedenen Arten der Gattung *Clepsine*. *Clepsine bioculata* besitzt zwei ungefähr im Winkel von 45° gegen die Medianlinie des Körpers gerichtete, nach vorn und aussen gewandte Augen, *Cleps. marginata* vier nach vorn und der Seite gerichtete, *Cleps. sexoculata* sechs Augen, von denen vier nach vorn und aussen, zwei nach hinten und der Seite gestellt sind. Bei sämtlichen Arten liegen dieselben noch tiefer in der Musculatur als bei *Nepheleis*. Ueberall konnte ich Pigment- und Bindegewebshülle, helle Zellen und Nerv beobachten. Die die hintere Halbkugel des Auges umfassende Pigmentschale besteht hier aus, im Verhältniss zu den hellen, inneren Zellen grossen, unverästelten Zellen (Fig. 4 *Pg*) mit ziemlich grossen Kernen (Fig. 4 *Nc*). Beim Ausziehen des Pigments mit saurem Alkohol löst sich dasselbe streifenförmig gegen das Augeninnere radiär auf und lässt die Kerne erblicken.

Wie bei *Nepheleis* erfüllen stark lichtbrechende, langgestreckte Zellen das Innere, deren „Kapseln“ keine Knöpfe zu besitzen scheinen; wenigstens konnte ich davon nichts beobachten (Fig. 4 *Lz* u. *Ka*).

Am Vorderende des *Clepsine*-Auges zeigen die hellen Zellen dünne, faserförmige Fortsätze (Fig. 4 *Nz*). Beobachtet man dieselben näher und verfolgt ihren Verlauf ausserhalb des Auges, so sieht man, dass sie nichts anderes sind als die Nervenfasern des zum vorderen Pole des Auges tretenden Nerven. Letzterer ist von einer deutlich

wahrnehmbaren Bindegewebsscheide umhüllt (Fig. 4 *Bg* u. *Ns*) und besteht aus einem Bündel von Nervenfasern, zwischen welchen man wieder Fasern eines Stützgewebes verfolgen kann.

Bau und Lage der Augen von *Piscicola geometra*.

Piscicola piscium besitzt nicht allein am Mund-, sondern auch am Endsaugnapf Augen, und zwar vier in ersterem und zehn rudimentäre in letzterem. Letztere unterscheiden sich von denen des Vorderendes durch ihre Kleinheit und die geringe Anzahl heller Zellen. Ihre Anordnung ist die einer Kreislinie mit dem Mittelpunkt des Saugnapfes als Centrum, ihre Richtung von diesem radiär nach aussen gewandt. Die Stellung der vier Augen des Kopfendes ist derart, dass die beiden vorderen im Winkel von 45° gegen die Medianlinie geneigt nach vorn und der Seite, die hinteren in demselben Winkel nach hinten und der Seite sehen. Die Augen sind halbmondförmig, und zwar ist die Breite ungefähr fünfmal so gross wie die Länge. Die Pigmentschale (Fig. 5 *Pg*), welche das Auge hinten umschliesst, ist ziemlich dünn, aber intensiv schwarz und besteht aus einem Geflecht von schmalen, verästelten Zellen. Das Innere dieser Schale wird von den bekannten hellen Zellen erfüllt (Fig. 5 *Lz*), die im Wesentlichen mit den hellen Zellen der übrigen Species übereinstimmen. Sie scheinen auf den ersten Blick im Gegensatz zu denjenigen der anderen Arten mehr als eine knopfloze Kapsel zu enthalten. Dies erklärt sich aus der unregelmässigen Faltung der Wand einer einzigen Kapsel, deren mehr oder minder tiefe Einstülpungen bewirken, dass bei einem Schnitte scheinbar mehrere Kapseln getroffen werden (Fig. 10—14).

Am Vorderende des Auges kann man, wenn auf dem Schnitt die betreffende Stelle getroffen ist, zwei von der Seite her äusserst nahe bei einander verlaufende parallele Contouren verfolgen, die sich mit der Zellwand verbinden, während an der Verbindungsstelle eine Oeffnung gegen den Raum zwischen den beiden Linien aufzutreten scheint (Fig. 5 *Nz*). Beobachtet man die Linien näher, so sieht man, dass dieselben von einem über das Auge hinweg verlaufenden Nerven ausgehen (Fig. 5 *N*). Zwischen obigen Linien lässt sich nun allerdings nur stückweise die Nervenfaser als graue Linie verfolgen, die sich alsdann an oben beschriebener Stelle mit der hellen Zelle verbindet. Die beiden dunklen Linien aber stellen die die Nervenfaser begleitende Bindegewebsscheide dar. Manchmal zieht der das Auge versorgende Nerv nicht geraden Wegs zum Auge hin, sondern biegt, nachdem

er erst eine Strecke parallel über das Auge hinweggezogen, mit einer Krümmung nach ihm ab.

Die histologischen Verhältnisse der Egelaugen.

Die Augen der von mir untersuchten Thiere stimmen im Wesentlichen überein:

- 1) in der Pigment- und Bindegewebshülle (Fig. 1—5 *Pg* u. *Bg*);
- 2) im Besitz der grossen, hellen, mit dem Nerven in Verbindung stehenden Zellen (Fig. 1—5 *Lz*);
- 3) dem Augennerv (Fig. 1—5 *N*).

Dagegen unterscheiden sie sich wesentlich in Lage und Art des Nervenzutritts. In der Gestalt finden sich Uebergänge vom teller- oder linsenförmigen bis zum walzenförmigen, langgestreckten Auge von *Hirudo*.

Die Pigmenthülle.

Obwohl die Augen im Vorkommen eines Pigmentbeckers übereinstimmen, so unterscheiden sich die Formen der denselben bildenden Zellen bei allen Gattungen. Ueberall sind die Zellen fest in einander gefügt, theils durch Verästelungen wie bei *Hirudo*, *Aulastomum* und *Piscicola* (Fig. 1, 2 u. 5), theils durch unpigmentirtes Bindegewebe. Verhältnissmässig gross sind diese Zellen bei *Clepsine*, kleiner bei *Nepheleis*, sehr klein bei *Piscicola*, dagegen sehr verschieden in Gestalt und Grösse bei *Hirudo* und *Aulastomum* (Fig. 1—5).

Während die Zellen von *Clepsine* keine Fortsätze zeigen, zeichnen sich diejenigen von *Hirudo* durch sehr lange Verästelungen aus (Fig. 1). Bei allen Formen, ausser bei *Hirudo* und *Aulastomum*, bildet das Pigment eine für sich abgeschlossene Hülle der hinteren Augenhälfte, bei den genannten dagegen umwandelt es auch die Seiten, begleitet den eintretenden Nerven bereits eine ziemliche Strecke vor dem Eintritt (Fig. 1), reicht mit seinen Fortsätzen tief in das Gewebe der Umgebung des Auges und steht mit dem Hautpigment in Verbindung. Ueberall ähneln die Pigmentzellen den Bindegewebszellen. Eine Regelmässigkeit in der Anordnung der Pigmentzellen nach Art der pigmentirten Retinazellen höher organisirter Augen ist nicht vorhanden; ebensowenig konnte ich einen Zusammenhang von Pigmentzellen mit einem Nerven finden, dagegen constatiren, dass die in der Nähe des Auges verlaufenden Nerven mit Augenpigmentzellen nicht in Verbindung stehen.

An den Stellen, wo das Auge nicht von Pigmentzellen umhüllt wird, bildet faseriges Bindegewebe die Umwandung. Ausserdem findet sich solches Bindegewebe in der Umgebung der Pigmentzellen.

Die hellen oder lichtpercipirenden Zellen.

Die Innen- oder hellen Zellen erfüllen bei allen Formen das Innere des Auges. Aber nicht allein im Auge finden sich dieselben, sondern auch im Parenchym zerstreut entweder einzeln oder in Gruppen und zwar bei allen Arten. Manchmal weisen diese letztern einen etwas einfacheren Bau auf. Alle diese Zellen zeichnen sich durch ihre Grösse und ihr starkes Lichtbrechungsvermögen aus. Bis WHITMAN an den Augenzellen von *Macrobdeella* die Kerne gefunden und gezeichnet, wurde ihr Charakter als Zellen bestritten. Man kann an ihnen aber mit Sicherheit alle zur Zelle gehörigen Theile wahrnehmen. Sie sind äusserst schwer tingirbar, insbesondere bei *Hirudo* und *Aulastomum*; hier färbt sich Kern und Plasma sehr selten. Tinction mit deutlichem Kern lieferte Boraxcarmin, doch färbt sich hierbei das Plasma fast nicht. Letzteres gelingt durch starke Bräunung mit Osmiumsäure oder an Schnitten nach sehr langer Färbung mit äusserst verdünntem Hämatoxylin. An Macerationspräparaten (mit 20% Salpetersäure) kann man ohne Färbung die Structur wahrnehmen.

Betrachtet man eine solche Zelle von *Hirudo* in einem dünnen Schmitte, so sieht man von aussen nach dem Centrum zu:

- 1) ein dünnes Häutchen (Fig. 6 *M*);
- 2) eine ungefähr $\frac{1}{20}$ der Länge des Zelldurchmessers dicke, aus radiären Streifen (Plasmazügen) bestehende Zone, die obigem Häutchen anliegt (Fig. 6 *Z-Pl*);
- 3) eine dunkle, diese Zone nach innen abschliessende Linie (Fig. 6 *M-Pl*);
- 4) eine aus sehr feinen radiären Streifen bestehende zweite Zone (Fig. 6 *J-Pl*) und
- 5) im Innern ein weitmaschiges Netz von Protoplasma (Fig. 6 *J-M*); ausserdem sieht man, je nachdem der Schnitt durch die Zelle geführt ist:
- 6) den in der äussern Plasmazone gelegenen Zellkern (Fig. 6 *Ne*), sowie auch
- 7) ein von der Wand aus in das Innere der Zelle vorspringendes kolben- bis zapfenförmiges Gebilde (Fig. 2 *Kn*, Zelle links), bestehend aus den feinen Streifen der innern Zone, der nach aussen

folgenden dunkeln Linie und einem körnigen oder faserigen Plasma, welches die Fortsetzung der ersten Zone bildet.

Dieses letztere Gebilde kann sich, wenn es quer getroffen ist, auf den Schnitten auch als eine im Innern der Zelle gelegene Scheibe darstellen (Fig. 2 *Kn*, Zelle links oben), die aus den unter 2, 3 und 4 genannten Theilen in concentrischen Ringen in der obigen umgekehrten Reihenfolge von innen nach aussen gebildet ist. Besieht man die unter 3 genaunte Linie genauer (Fig. 6 *M-Pl*), so erkennt man, dass dieselbe aus unzähligen, verhältnissmässig dicken, nahe an einander gereihten, radiären Streifen besteht, dass dieselben sowie auch diejenigen des äussern und innern Kranzes Protoplasmastructuren sind. Ich benenne die unter 2—4 genannten Theile vorläufig: 2) äusserstes Protoplasma, 3) mittleres Plasma, 4) innerstes Plasma, ferner 7) den Knopf.

Vergleicht man die hellen Zellen von *Nepheleis* mit den oben beschriebenen, so findet man: 1) die Membran (Fig. 8 *M*); 2) einen (ziemlich leicht tingirbaren) Kern (Fig. 8 *Nc*); 3) etwas weiter innen, als bei *Hirudo*, die dunkle Linie des mittleren Plasma (Fig. 8 *M-Pl*); 4) der Zone des innern Plasma (Fig. 8 *J-Pl*); 5) dem Knopf völlig entsprechende, aber verhältnissmässig kleinere Gebilde (Fig. 3 *Kn*). An Stelle der äussern streifigen Plasmazone findet sich ein grobmaschiges Plasma (Fig. 8 *Z-Pl*).

An den hellen Zellen von *Clepsine sexoculata* und *bioculata* sieht man ebenfalls die dunkle, mittlere Plasmalinie (Fig. 9 *M-Pl*), an der ihrer Feinheit wegen die Streifung nur schwer erkannt wird, sowie die innere Plasmazone (Fig. 9 *J-Pl*), vermisst jedoch den Knopf. Der Zellkern ist im Verhältniss zu *Nepheleis* noch grösser, ebenso die äussere Plasmazone, in welcher er liegt (Fig. 9 *Nc* u. *Z-Pl*).

Bei *Piscicola*, die in ihrem ganzen Bau sich als ursprüngliche Form zu erkennen giebt, sind die hellen Zellen äusserst gross, haben einen in Plasmazüge (Fig. 11—14 *Z-Pl*) eingelagerten grossen Kern (Fig. 11—14 *Nc*). Den übrigen Raum nimmt die, wie oben klargelegt, auf Schnitten bald als einfaches, bald als mehrfaches Gebilde erscheinende Kapsel ein, an welcher sich die bei *Hirudo* beschriebenen Plasmastructuren ebenfalls beobachten lassen (Fig. 11—14 *M-Pl*, *J-Pl*).

Demnach bestehen die hellen Zellen der untersuchten Hirudineen (Fig. 6—14): 1) aus der Membran (*M*), 2) aus dem Zellkern (*Nc*), 3) aus dem Zellplasma (*Z-Pl*), 4) aus einer Kapsel (*Ka*), gebildet aus der mittleren Plasmalinie (*M-Pl*), der inneren Plasmazone (*J-Pl*) und dem innersten Plasmanetz (*J-M*). Bei allen Formen, ausgenommen

Clepsine, finden sich Einstülpungen des äusseren Zellplasmas in die Kapsel: die Knöpfe. Was also LEYDIG als Kern ansah, ist obige Einstülpung, und was CARRIÈRE als poröse Membran beschrieb, ist das äussere streifige Zellplasma, welches bei *Hirudo* relativ sehr dünn ist. Die Zellmembran ist überall sehr dünn und zeigt keine besondere Structur.

Das Zellplasma.

Betrachtet man dagegen das oben als äusseres beschriebene Zellplasma genauer, so zeigt sich auf den Schnitten, die ziemlich durch das Centrum der Zelle geführt sind (Fig. 7 *Z-Pl*), eine lockere Streifung; wo aber die Zelle nahe der Oberfläche angeschnitten ist, so dass man ein Flächenbild dieser Plasmazone erhält, da erscheint es als ein Netzwerk, ganz ähnlich dem bei *Nephelis* (Fig. 2, linke Zelle). Ein ebensolches Netz bildet dasselbe in der Umgebung des Zellkerns, sowie da, wo der Raum zwischen Kapsel und Membran etwas grösser wird (Fig. 2, untere rechte Zelle), und ausserdem da, wo es sich in den „Knopf“ einstülpt (Fig. 2 *Kn*). In demselben Maasse, wie bei *Nephelis*, *Clepsine* und *Piscicola* diese äussere Plasmazone zunimmt, nimmt die Grösse der Kapsel relativ ab.

Der Zellkern.

Der Zellkern ist überall in das äussere Plasma eingelagert. Bei *Hirudo* und *Aulastomum*, bei welchen er am kleinsten ist, hat derselbe die Gestalt einer stark abgeplatteten Linse und hat gerade Platz zwischen Membran und Kapsel (Fig. 2 *Nc*), und zwar derart, dass er mit seiner platten Seite an die Membran angedrückt erscheint und der kürzeste Durchmesser nur um Geringes kleiner ist als die Breite der Plasmazone. Eine Regelmässigkeit in der Lagerung des Zellkerns konnte ich nicht feststellen; dagegen hat derselbe bei den Augen von *Clepsine* und *Piscicola* und den rudimentären von *Nephelis* (Fig. 3—5 *Nc*) jeweils in dem nach aussen gelegenen Theil der Zelle seinen Platz, während die Kapsel hier stets in der hintern Hälfte liegt. Dem grössern Raum entsprechend, in welchem der Kern liegt, erreicht die Abplattung bei *Nephelis*, *Clepsine* und *Piscicola* nicht den Grad wie bei *Hirudo*. Ueberall ist am Kern eine feine Membran und ein Gerüstwerk zu erkennen, manchmal ein Nucleolus.

Die Zellkapsel.

Mit Ausnahme von *Piscicola* hat die Kapsel die Gestalt einer regelmässigen Kugel oder eines Eies, bei genannter Gattung ist die Gestalt wechselnd in Folge der Unregelmässigkeit der Einstülpungen. Die Wand der Kapsel besteht bei allen Arten aus einer äussern, sehr dünnen, dunklen (Fig. 6—14 *M-Pl*) und einer nach innen sich anschliessenden breitem, lichtern (*J-Pl*) Schicht von jedenfalls besonders modificirtem Plasma. Ursprünglich hielt ich diese Kapsel für eine Vacuole. Dem steht aber ausser der besonders differenzirten Wand entgegen, dass, wie bei *Hirudo* und *Aulastomum* deutlich zu beobachten ist, der innere Raum nicht nur mit Flüssigkeit erfüllt ist, sondern von weitmaschig angeordneten, äusserst feinen Plasmazügen durchzogen wird. Diese innerste Plasmapartie (Fig. 6 *J-M*) färbt sich am schwersten; nur bei Behandlung mit starker Osmiumsäure nach Härtung mit Pikrinschwefelsäure liess sie sich völlig deutlich wahrnehmen.

Am grössten und deutlichsten sind die als „Knopf“ beschriebenen Gebilde bei *Hirudo* und *Aulastomum* ausgebildet; aber auch hier finden sie sich nur bei den die Mitte und den Grund des Auges ausfüllenden Zellen, während die vordern kleine oder gar keine Knöpfe zeigen. Bei *Nephele* (Fig. 3 *Kn*) ist der Knopf etwas kleiner als bei *Hirudo*. Entsprechende Gebilde finden sich bei *Piscicola* (Fig. 10—14 *Kn*). Dasselbst geben uns über die Entstehung und Erklärung desselben theils die im Auginnern, theils auch frei im Parenchym liegenden Zellen Aufschluss (Fig. 10—12). Man findet an solchen Zellen Kapseln, deren Oberfläche nicht straff gespannt kugelig erscheint, sondern in Folge von kleinern oder grössern Einbuchtungen an der dem Kern zugewandten Hälfte einen wellenförmigen Umfang zeigt (Fig. 10, rechte Zelle). Sind diese Einbuchtungen entsprechend tief, so entsteht dasselbe Bild, wie es die Zelle bei *Hirudo* mit einem oder auch zwei bis drei Knöpfen aufweist. Wie sich in ähnlicher Weise das scheinbare Vorkommen mehrerer Kapseln am Grunde dieser hellen Zellen als eine Kapsel mit besonders stark entwickelten Einbuchtungen erklärt, ist bereits oben geschildert worden. Ob aber nicht auch vorkommt, dass einzelne Kapseln sich derart durchschnüren, dass in Wirklichkeit mehrere Kapseln am Grunde einer Augenzelle liegen, will ich dahingestellt sein lassen.

Zusammenhang der hellen Zellen mit dem Nerv.

Ueber das Verhalten der hellen Zellen zum Nerv schreibt LEYDIG: „An zerzupften Augen schien es mir zwar öfters, als ob sich von den Zellen ein feines Stielchen wegzöge, aber es wollte sich niemals eine unbezweifelbare Verbindung mit den Axenfasern zeigen. Nach allem, was ich sehen konnte, muss ich vielmehr annehmen, dass der Axenstrang bis zum obern Ende des Auges einfach heraufsteigt und hier ganz frei und unbedeckt endet.“ RANKE glaubt ebenfalls eine Verbindung mit den „Glaskörperkugeln“ bestimmt leugnen zu können, ebenso CARRIÈRE. WHITMAN dagegen lässt den Nerv mit besondern Sinneszellen des Axenstrangs in Verbindung treten. Thatsächlich stehen aber die hellen Zellen mit den Fasern des Nervus opticus im Zusammenhang. Bei *Hirudo* (Fig. 6 u. 7 Nz), *Aulastomum* (Fig. 1 Nz), *Clepsine* (Fig. 4 Nz) und *Piscicola* (Fig. 5 u. 14 Nz) habe ich dies bestimmt nachgewiesen. Bei *Aulastomum* und *Hirudo* beobachtet man an Präparaten, die nach Conservirung in Pikrinessigsäure stark mit Osmiumsäure gebräunt sind, wenn der Schnitt entsprechend geführt ist, einen Fortsatz der Zelle. Bei genauerer Betrachtung ergibt sich, dass derselbe aus vier parallelen Contouren besteht, von welchen die beiden äussern nicht in die eigentliche Zelle übergehen, sondern an deren Peripherie vorbeilaufen und in ihrem Aussehen sich in nichts von den die Zelle umgebenden Bindegewebsfasern unterscheiden; zwischen den beiden innern Linien kann man eine hellgraue, feinstreifige Masse wahrnehmen. Verfolgt man diesen Fortsatz weiter, so findet man, dass er in eine Nervenfaser des Axenstrangs übergeht. Demnach stellen die beiden innern Linien die Grenze der Nervenfaser, die äussern ihre Bindegewebsscheide dar (Fig. 6 u. 7 N). Noch deutlicher sind diese Verhältnisse an Präparaten wahrzunehmen, die nach Conservirung in Pikrinschwefelsäure erst mit Osmiumsäure stark gebräunt und sodann mit Boraxcarmin gefärbt wurden. Hier nimmt die Nervenmasse eine rothbräunliche Farbe an, so dass sie mit Sicherheit von allen andern Gewebsarten unterschieden werden kann. An Schnittserien lässt sich sodann der gesammte Nerv mit seinen Verzweigungen, seinem Absenden einzelner Fasern zwischen die hellen Zellen und deren Zusammenhang mit letztern unter Verbindung der eigentlichen Nervenfaser mit dem Zellplasma genau verfolgen (Fig. 1). Auch an Macerationspräparaten ist der Zusammenhang der Zellen mit einer zutretenden Nervenfaser zu beobachten, doch zerreißen die Nervenfasern sehr leicht, besonders dann, wenn man durch Zerklopfen die

Zellen zu trennen sucht. In analoger Weise treten, wie bereits oben beschrieben, die Nervenfasern bei *Clepsine* und *Piscicola* mit den hellen Zellen in Verbindung.

Der Nerv.

Der Nerv ist, wie bereits gesagt, schwer zu färben. Die eigentlichen Nervenfasern scheinen jeder Aufnahme von Farbe zu widerstehen, und nur die Stütz- und Scheidenelemente nehmen Farbstoffe auf (Anilinfarben, Goldausscheidungen). Ein Nervenquerschnitt zeigt äusserlich eine wohl bindegewebige Scheide (Fig. 1 u. 4 *Ns*), sodann ein Bündel von Nervenfasern, zwischen welchen sich eine färbare faserige Masse von Stützgewebe findet. Diesen Bau konnte ich bei *Aulastomum* und *Hirudo* bestimmt beobachten. Sehr mannigfach finden sich Varicositäten der Nervenfasern.

Auffallend ist der Unterschied hinsichtlich des Zutritts des Nerven zum Auge. Hiernach stellen sich die Augen von *Piscicola*, *Clepsine* und *Nephelis* als invertierte Augen dar, aus denen das complicirtere Auge von *Hirudo* und *Aulastomum*, das scheinbar nicht invertirt ist, in weiter unten dargestellter Weise sich entwickelt haben kann.

Function der beschriebenen Organe.

Schon BRAUN, der die beschriebenen Organe von *Hirudo* zuerst eingehender untersuchte, bezweifelt, dass dieselben Augen seien. In neuerer Zeit schliesst sich CARRÈRE dieser Ansicht an, indem er schreibt: „Die bekannten becherförmigen, pigmentirten Organe an dem Kopfe der Hirudineen kann ich nicht für Augen halten — ihr Bau ist zu abweichend von allen bekannten Lichtsinnesorganen, und die Anwesenheit von Pigment kann für sich allein nicht als entscheidend betrachtet werden.“ Dagegen hält er, obwohl er keine wesentlichen Unterschiede im Baue gefunden hat, inconsequenter Weise die Augen der Clepsiniden für unzweifelhafte Sehorgane.

Da nun, wie meine Untersuchungen ergaben, die Organe bei allen studirten Arten übereinstimmend gebaut sind, so müssen sie wohl auch dieselbe Function besitzen. Ihr Bau spricht unzweifelhaft für die Deutung als Sinnesorgane. Durch Versuche, wie sie LEYDIG gemacht hat, ist nachgewiesen, dass die Blutegel Lichtempfindungsvermögen haben müssen. Wenn auch allein der Umstand, dass die verschiedenen Theile der beschriebenen Organe in prägnanter Weise optisch verschieden sich verhalten, indem eine tiefschwarze Pigmenthülle eine Gruppe von

äusserst stark lichtbrechenden, krystallklaren, glänzenden Zellen umgiebt, darauf hindeutet, dass die Organe zur Wahrnehmung eines Lichtreizes dienen, so wird diese Vermuthung dadurch zur Sicherheit, dass die Zellen in dem Pigmentbecher bei den Hirudineen unzweifelhaft Sinneszellen sind. Einen weitern Beweis, dass die Organe Augen sind, liefert ihre Uebereinstimmung oder Aehnlichkeit mit dem Bau der Augen von Turbellarien (insbesondere denen von *Planaria*) und Nemertinen, zwei Abtheilungen, bei welchen der Charakter der betreffenden Sinnesorgane als Augen niemals in Frage gekommen ist.

Bei den genannten Ordnungen bestehen die Augen aus einem Pigmentbecher und einem lichtpercipirenden Apparat und sind invertirt. Die lichtempfindlichen Elemente sind bei den einzelnen Gruppen verschieden gestaltet. Am einfachsten sind sie bei den Tricladen, hier erfüllen kolbenförmige Sinneszellen das Innere des Pigmentbeckers. Bei den Polycladen unterscheidet man an der Sinneszelle einen kegelförmigen, den Kern enthaltenden Theil und ein verhältnissmässig dickes, stark lichtbrechendes, schwer zu färbendes Rhabdom. Bei den Rhabdocölen bildet BÖHMIG ein Auge ab, in welchem ähnliche Stäbchenzellen vom Pigmentbecher umschlossen sind. In allen drei Fällen stehen die Sinneszellen mit den Ganglienzellen eines vor dem Auge liegenden Ganglion opticum im Zusammenhang. Bei den Nemertinen zeigen die lichtempfindlichen Elemente einen ziemlich complicirten Bau. Eine durch eine Fibrille vom Gehirn versorgte Ganglienzelle sendet einen Fortsatz mit einer spindelförmigen Anschwellung an einen lichtbrechenden, schwer tingirbaren Krystallkegel, der einem stabartigen Gebilde aufsitzt. Vergleicht man die einfachern Augen der Hirudineen mit den erwähnten, so zeigt sich eine Uebereinstimmung im Vorkommen: 1) des Pigmentbeckers, 2) der auf dieselbe Weise innervirten Sinneszellen. Bei letztern findet sich in der Anordnung ihrer Theile eine weitere Aehnlichkeit. Bei der Uebereinstimmung der Lage der Stäbchen im Rhabdocölen-Auge, der Stäbchengebilde und Krystallkegel im Nemertinen-Auge und besonders des Rhabdome und des den Kern enthaltenden kegelförmigen Gebildes bei den Polycladen, scheint mir der Schluss nicht unberechtigt, dass die Kapseln der hellen Zellen des Hirudineen-Auges und obige Stäbchengebilde einander homolog seien. Aber nicht bloss die übereinstimmende Lage scheint mir für diese Ansicht zu sprechen, sondern auch die Gestalt dieser „Stäbchen“; die verhältnissmässig grosse Dicke der Rhabdome im Polycladen-Auge, sowie auch der Stäbchen im Rhabdocölen-Auge rechtfertigen den Ausdruck „Stäbchen“ nur im übertragenen Sinne und lassen vermuthen,

dass sie nicht völlig structurlose Gebilde sind. Zwischen den kolbenförmigen Schzellen der Planarien und den hellen Zellen mancher Hirudineen (*Clepsine*) besteht sogar eine gewisse Aehnlichkeit. Des Weiteren darf wohl auch nicht ausser Betracht gelassen werden, dass sich die Sehkolben der Planarien, die Krystallkegel der Nemertinen und die Sinneszellen der Polycladen als untingirbar erweisen, wie ja auch die hellen Zellen der Hirudineen gegen Aufnahme von Färbemitteln sich äusserst hartnäckig zeigen und lange Zeit für unfärbbar galten. Es wären also die Rhabdome des Polycladen-Auges den „Kapseln“ zu vergleichen und die kegelförmigen „Zellen“ bei den Polycladen und die Krystallkegel bei den Nemertinen dem vordern, den Kern enthaltenden Theil der hellen Zellen der Egel. Aus alledem geht hervor, dass die lichtpercipirenden Elemente des Egel Auges die mit dem Nerv in Verbindung stehenden hellen Zellen sind. Eine Linse oder ein besonderer Glaskörper ist nicht vorhanden. Hiermit dürfte die Frage, welcher Function die Organe dienen, dahin entschieden sein, dass sie Augen sind.

Nachdem die Bedeutung der hellen Zellen als lichtempfindliche Sinneszellen klargestellt ist, bleibt bezüglich der unter der Epidermis zerstreut im Parenchym liegenden isolirten derartigen Zellen keine andere Deutung, als dass sie ebenfalls, wenn auch nicht in dem Maasse wie die mit Pigmenthülle versehenen Augenzellen, der Lichtempfindung dienen.

Bemerkungen über die Entstehung der Hirudineen-Augen.

Die Entstehung der Hirudineen-Augen denkt sich APATHY durch Weiterausbildung eines segmentalen Sinnesorgans zu einem Auge auf Kosten von mehreren hierbei bis zum Verschwinden reducirten solchen Augen. APATHY scheint hauptsächlich deshalb zu dieser Ansicht gekommen zu sein, weil die Augen in denselben Reihen mit genannten Organen ihren Platz haben. Doch beweist dies meiner Ansicht nach nur, dass, wenn einmal Sinnesorgane serienweise in jedem Segmente auftreten, alle Sinnesorgane, welcher Function sie auch immer dienen, dieser Anordnung entsprechend ihren Platz haben, ohne aber aus einem einer andern Thätigkeit dienenden Organe entstanden sein zu müssen. Soweit aus meinen Untersuchungen hervorgeht, bestehen alle „segmental sense organs“ aus einer Gruppe von den Epidermiszellen ähnelnden, etwas längern und gegen einen aussen gelegenen Pol convergirenden Sinneszellen, zu welchen man deutlich einen Nervet

hinzutreten sieht. Wie bereits oben gesagt, konnte ich mich nicht davon überzeugen, dass die isolirten hellen Zellen, die im Parenchym frei eingelagert scheinen, in der von WHITMAN erwähnten Art zu obigen Sinnesorganen als integrierender Bestandtheil gehören. Auch bei APATHY finden sich keine hellen Zellen eingezeichnet. Ich kann daher nicht wie WHITMAN eine Homologie im Bau der Augen und der „segmental sense organs“ finden. Ich wüsste daher auch nicht, wie ich mir die Wandlung zu erklären hätte. Nach meinem Dafürhalten ist das Auge der Hirudineen durch Zusammenhäufung von isolirten hellen Zellen, wie sie bei allen Arten zerstreut im Parenchym liegen, entstanden, wozu dann eine Hülle von pigmentirtem Bindegewebe gekommen wäre. Die hellen Zellen wären wohl als vom Ectoderm entstammte, umgewandelte Epidermiszellen zu denken. Doch die definitive Deutung kann nur die Entwicklungsgeschichte liefern. Aus obiger Annahme über die Entstehung der Egelauge erklärt sich auch der Unterschied zwischen dem *Hirudo*-Auge und dem einfacher gebauten. Letzteres ist wahrscheinlich durch Verschmelzung von zwei Augen, oder richtiger eines Auges und eines in der Nähe des Auges gelegenen Zellhaufens entstanden. Bei *Nepheleis* fand ich nämlich vor den Augen der beiden vordern Paare Haufen von hellen Zellen unmittelbar unter der Epidermis derart, dass von der Oberfläche nach innen folgende Gewebepartien folgten: 1) Epidermis, 2) Haufen von Sinneszellen, 3) Parenchymgewebe, 4) das Auge; von letzterem lief in gerader Richtung ein Nervenzweig zu dem genannten Zellhaufen. Nimmt man nun an, dass das Parenchym zwischen dem Auge und den Sinneszellenhaufen durch eine Wucherung der Sinneszellen — sei es vom Zellhaufen, sei es vom Auge oder von beiden aus — verdrängt würde, und dass an den Seiten des so entstandenen grossen Haufens, dessen Hinterende das Augenpigment bereits umfasst, ebenfalls eine Hülle von pigmentirtem Bindegewebe auftreten würde, so würde sich hierdurch die walzenförmige Gestalt des *Hirudo*-Auges, seine Lage unmittelbar unter der Epidermis, die doppelte Art des Nervenzutritts, sowie der Umstand, dass das *Hirudo*-Auge scheinbar nicht invertirt ist, erklären. Der am Hinterende die Pigmenthülle durchbrechende axial verlaufende Nervenzweig wäre alsdann als das Homologon des das *Nepheleis*-Auge versorgenden Nerven zu deuten, der vorn ventral zum Auge tretende Ast als dem den Sinneszellenhaufen versorgenden Zweig homolog anzusehen. Es liesse sich also das *Hirudo*-Auge eventuell gleichfalls als invertirtes Auge zu betrachten.

Die halbmondförmige Gestalt des Auges von *Piscicola* denke ich mir entstanden aus der ursprünglichen linsenförmigen, wie sie sich bei den rudimentären Augen des Endsaugnapfes noch findet, durch die Verbreiterung und dorsoventrale Abplattung des Vorderendes bei der Bildung des Mundsaugnapfes.

Eine definitive Entscheidung über die Entstehung der Augen der Hirudineen überhaupt, geschweige denn der einzelnen Species, ist zur Zeit jedoch, da die Entwicklungsgeschichte der Augen nicht genügend bekannt ist, unmöglich.

Die obigen Untersuchungen ergeben also:

Die untersuchten Organe sind Augen. Ihre Hauptbestandtheile sind: eine zellige Pigmentschicht und eine aus grossen, stark lichtbrechenden Zellen bestehende Retina. Im Innern dieser Zellen findet sich eine aus modificirtem Plasma bestehende Kapsel, in welche sich das Zellplasma gewöhnlich knopf- oder leistenartig einstülpt. Diese Kapsel ist wahrscheinlich den Stäbchengebilden der lichtempfindlichen Zellen anderer Augen homolog. Die lichtempfindlichen Zellen stehen in Verbindung mit je einer Faser des Nervus opticus. Dieser tritt bei den Augen von *Nepheleis*, *Clepsine* und *Piscicola* vorn an das Auge heran, bei *Hirudo* und *Aulastomum* in doppelter Weise; indem ein Hauptzweig die Hinterwand durchbricht und axial das Auge durchzieht, und ein zweiter Zweig sich vorn ventral mit den vordersten Zellen verbindet.

Vorliegende Arbeit wurde im Zoologischen Institut zu Heidelberg ausgeführt. Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. BÜTSCHLI, spreche ich für die freundliche Unterstützung mit Rath und That sowie für das lebhafte Interesse, das er meiner Arbeit widmete, meinen wärmsten Dank aus.

Heidelberg, im Januar 1892.

Nachschrift.

Als vorstehende Arbeit bereits abgeschlossen war, erhielt ich durch die freundliche Vermittelung der Heidelberger Universitätsbibliothek eine mir bis dahin unzugängliche Arbeit von WHITMAN:

„Some new facts about the Hirudinea“ (in: *Journal of Morphology*, 1889). Meine Arbeit wurde ungefähr zur Zeit des Erscheinens obiger Veröffentlichung begonnen. In besagter Schrift schildert WHITMAN mehrere in vorstehender Arbeit beschriebene Thatsachen — allerdings ohne irgend einen Beleg oder Zeichnung. Er erkannte vor allem den Zusammenhang des Nervus opticus mit den hellen Zellen und den Charakter der letzteren als Sinnes- und zwar als Lichtsinneszellen. Daneben sind erwähntem Forscher aber eine Reihe von Einzelheiten verschlossen geblieben, die in obiger Arbeit geschildert sind. Vor allem scheint mir seine Annahme über die Entstehung der Augen nicht richtig zu sein. WHITMAN leitet ebenso wie APATHY die Augen von den segmental sense organs ab. Von den letztern behauptet er, „they are double organs both in structure and in function“. Er ist der Ansicht, dass die medianen, langgestreckten Zellen dieser Organe als Tastzellen, die letztere umgebenden hellen Zellen als visual cells aufzufassen wären. „Thus we have a visual and a tactile organ combined, both derived from a common mass of indifferent epidermal cells, and both supplied by fibres from a common nerve branch.“ Zu der Ansicht, dass die Augen von solchen „Doppelorganen“ abstammen, wurde er vorzüglich durch eine Beobachtung am *Clepsine*-Auge geleitet. Er schreibt: „A vertical section in the plane of the optical axis reveals the compound nature of the eye, and the identity of its structure with that of the segmental sense-organs. Here stands the tactile part of the organ, an exact copy of every feature seen in the corresponding part of a segmental sense-organ; and below and behind, but in continuity with the tactile portion, lies a mass of the visual cells. The common nerve runs up in front of the visual cells, dwindling gradually in size as its fibres pass to the cells, and at length it is lost in the tactile cells.“ Dass in dem Auge von *Clepsine* irgend welche andern als in obiger Arbeit beschriebenen Theile sich finden, muss ich nach meinen, an dünnen Schnittserien oder an Macerationspräparaten gemachten Beobachtungen direct in Abrede stellen.

Nirgends habe ich Elemente, die dem „tactile part of the organ“ entsprechen würden, gefunden, sondern der ganze Innenraum der Pigmenthülle besteht aus hellen oder Sinneszellen. Die Angaben WHITMAN'S müssen daher wohl auf Irrthum beruhen. Entgangen ist WHITMAN die doppelte Art des Nervenzutritts bei *Hirudo* und *Aulastomum* sowie auch die Art des Nervenzutritts bei *Nepheleis*. Hierüber schreibt derselbe „the nerve is again axial“, ohne aber die Zutrittsstelle näher zu bezeichnen; aus der Darstellung folgt aber, dass er dieselbe nach

Art derjenigen von *Hirudo* annimmt. Auf irgend welcher andern Basis als auf der Auffindung des Zusammenhangs der grossen hellen Zellen mit dem Nerven scheint WHITMAN's Begründung des Augencharakters der beschriebenen Organe nicht gestellt zu sein. In obiger Arbeit aber wird dieser durch Vergleichung mit den Sehorganen anderer Organismen näher befestigt und über die Entstehung der Augen wohl eine glaubhaftere Annahme gegeben.

Heidelberg, im Februar 1892.

Literatur-Verzeichniss.

- 1) BRAUN, Systematische Beschreibung einiger Egelarten, Berlin 1805, p. 6.
- 2) E. H. WEBER, Ueber Augen beim Blutegel, in: MECKEL's Archiv und OKEN's Isis, 1827, p. 301.
- 3) JOHANNES MÜLLER, Jahresbericht über die Fortschritte der anatomisch-physiologischen Wissenschaften im Jahre 1833, in: Archiv für Anatomie und Physiologie, 1834, p. 65.
- 4) R. WAGNER, Icones zootomicae, 1841, tab. 27.
- 5) A. MOQUIN-TANDON, Monographie de la famille des Hirudinées, Paris 1846.
- 6) FR. LEYDIG, Augen und neue Sinnesorgane der Egel, in: Archiv für Anat. und Physiol., Jahrg. 1861, p. 588.
- 7) J. RANKE, Beiträge zu der Lehre von den Uebergangssinnesorganen: das Gehörorgan der Acridier und das Sehorgan der Blutegel, in: Zeitschrift für wiss. Zool., Bd. 25, 1874, p. 143.
- 8) J. CARRIÈRE, Die Sehorgane der Thiere, München und Leipzig 1885, p. 26.
- 9) C. O. WHITMAN, The segmental sense organs of the leech, in Amer. Naturalist, 1884, p. 1104.
- 10) Derselbe, The external morphology of the leech, in: Proceed. Amer. Acad. Arts Sc., (new ser.) vol. 12, Boston 1885.
- 11) Derselbe, The leeches of Japan, in: Quart. Journ. Micr. Sc., 1888, p. 316.
- 12) STEPHAN APATHY, Analyse der äussern Körperform der Hirudineen, in Mitth. Zool. Stat. Neapel, Bd. 8, 1888, p. 153.
- 13) A. LANG, Die Fauna und Flora des Golfes von Neapel, Bd. 11: Die Polycladen, Leipzig 1884, p. 198.

- 14) L. BÖHMIG, Untersuchungen über rhabdocöle Turbellarien, in: Zeitschrift wiss. Zool., Bd. 51, p. 259.
 15) O. BÜRGER, Untersuchungen über Anatomie und Histologie der Nemertinen, nebst Beiträgen zur Systematik, in: Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 50, 1890, p. 226.
 16) C. O. WHITMAN, Some new facts about the Hirudinea, in: Journ. Morph., vol. 2, 1889.

Ausserdem die Lehr- und Handbücher der Zoologie und vergleichenden Anatomie von LEYDIG (auch Tafeln zur vergl. Anatomie), LANG, VOGT und YUNG.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 37.

Bedeutung der Buchstaben:

- Bg* Bindegewebe;
Bgf Bindegewebsfaser;
Ep Epithelzelle;
J-M inneres Maschenwerk in der Zellkapsel;
J-Pl innere Plasmaschicht oder innere Plasmazone;
Ka Zellkapsel;
Kn knopfartige Einstülpung;
Lz lichtempfindliche (helle) Zelle;
M Zellmembran;
M-Pl mittlere Plasmaschicht oder äussere Kapselwand;
N Nervus opticus;
Na axialer Nervenstrang;
Nv ventraler Nervenstrang;
Nc Zellkern;
Ncl Nucleolus;
Nf Nervenfasern;
Ns Bindegewebsscheide des Nerven;
Nz Nervenzusammenhang mit *Lz*;
Pg Pigmentzelle;
Z-Pl Zellplasma.

Unter Längsschnitt durch das Auge ist ein Schnitt vom vordern zum hintern Pole zu verstehen, auch wenn der betr. Durchmesser der längste nicht ist.

Fig. 1. Längsschnitt durch das Auge von *Aulastomum gulo*. Länge 0,5200 mm, Breite 0,2015 mm (Figur etwas schematisirt).

Fig. 2. Querschnitt durch das Auge von *Hirudo medicinalis*. Durchmesser 0,1950 mm, *Kn* links oben quergetroffener Knopf, *Kn'* rechts längsgetroffener Knopf.

Fig. 3. Längsschnitt durch ein rudimentäres Auge von *Nephelis vulgaris*. Länge 0,0585 mm, Breite 0,0780 mm, Länge der rechten *Lz* 0,0420 mm, Breite 0,0234 mm.

Fig. 3 a. Längsschnitt durch ein Auge des vordern Paares von *Nephelis* (schematisch). Länge 0,1505 mm.

Fig. 4. Längsschnitt durch ein Auge von *Clepsine sexoculata*. Länge 0,1005 mm, Breite 0,0936 mm.

Fig. 5. Längsschnitt durch ein Auge von *Piscicola geometra*, dem kürzesten Querdurchmesser nach. Länge 0,0715 mm, Breite 0,1005 mm

Fig. 6 u. 7. Schnitte durch helle Zellen von *Hirudo medicinalis* (bei den Plasmastructures ist die Streifung etwas zu stark gezeichnet). Länge von 6. 0,0510 mm, von 7. 0,0485 mm.

Fig. 8. Schnitt durch eine frei im Parenchym liegende Zelle von *Nephelis vulgaris*. Länge 0,0525 mm.

Fig. 9. Schnitt durch eine frei liegende Zelle von *Clepsine marginata*. Länge 0,0210 mm.

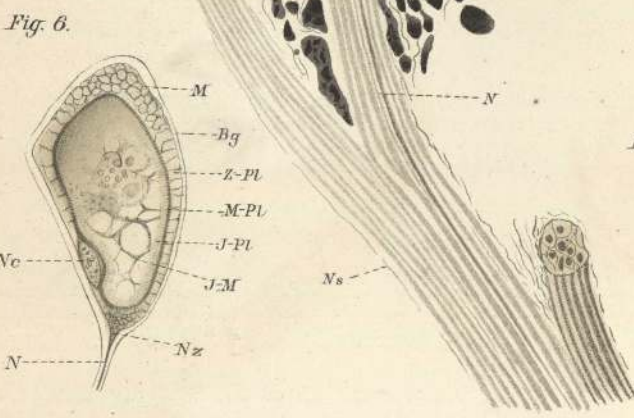
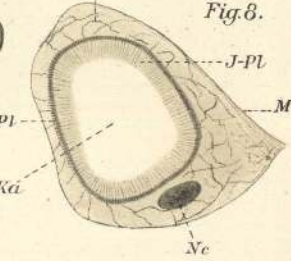
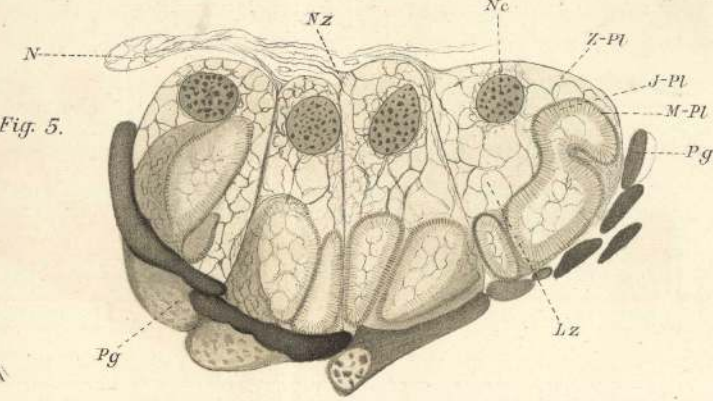
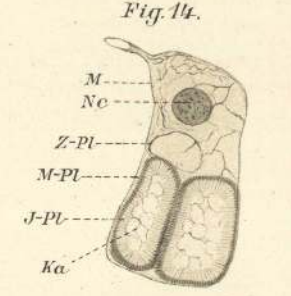
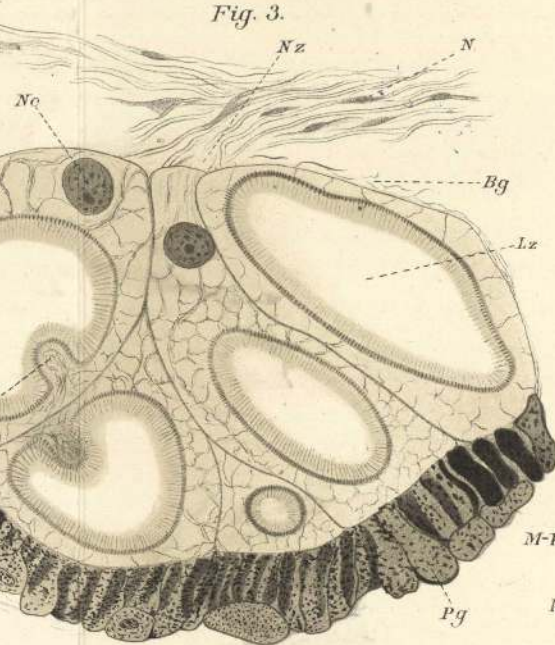
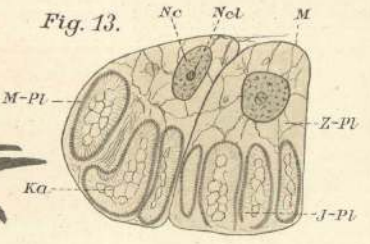
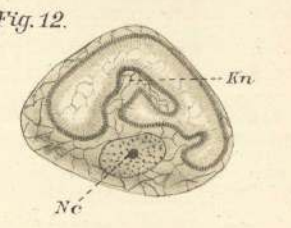
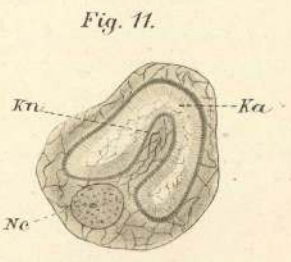
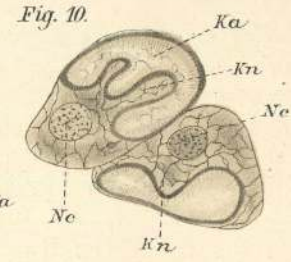
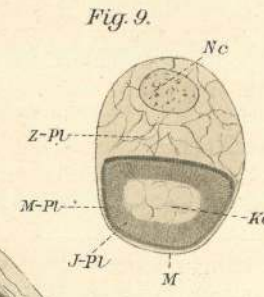
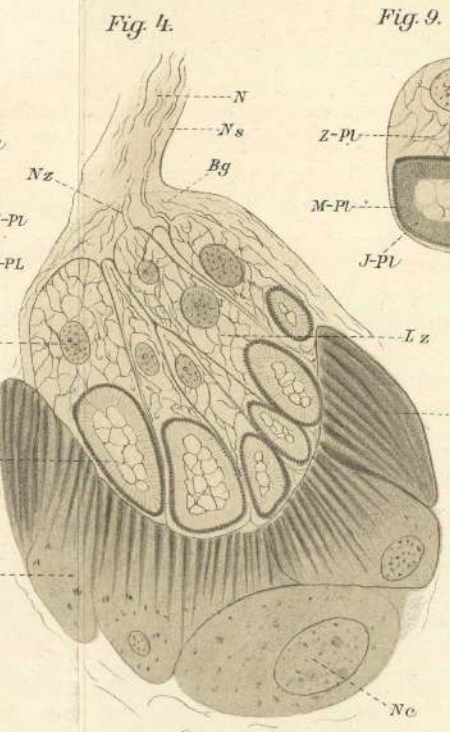
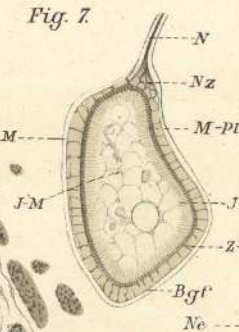
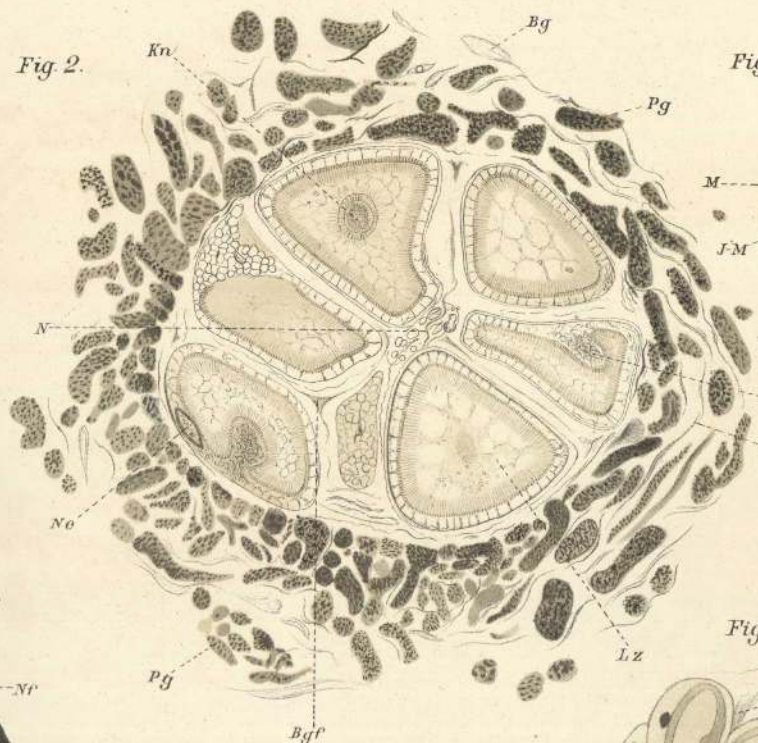
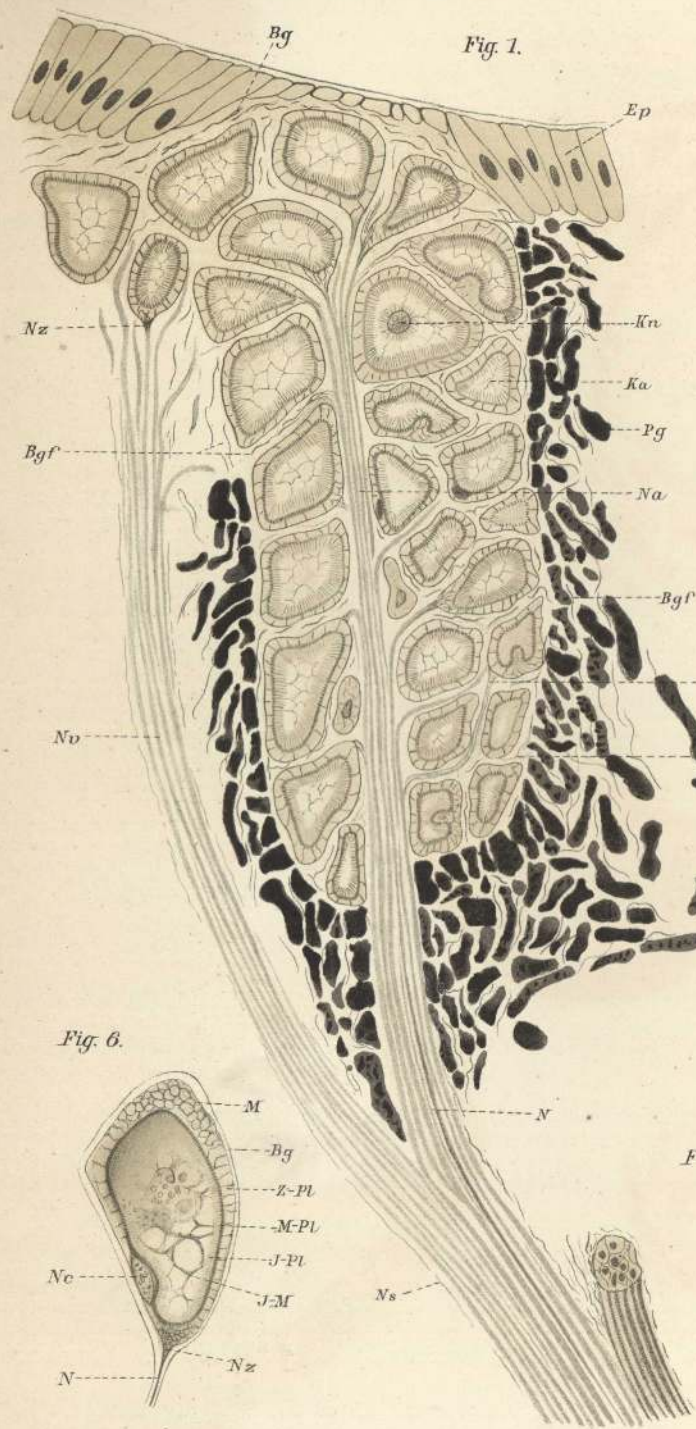
Fig. 10—12. Schnitte durch frei im Parenchym liegende Zellen von *Piscicola geometra*. *Kn* verschiedene Gestalten der Einstülpung in die Kapsel. Zellen circa 0,06 mm lang.

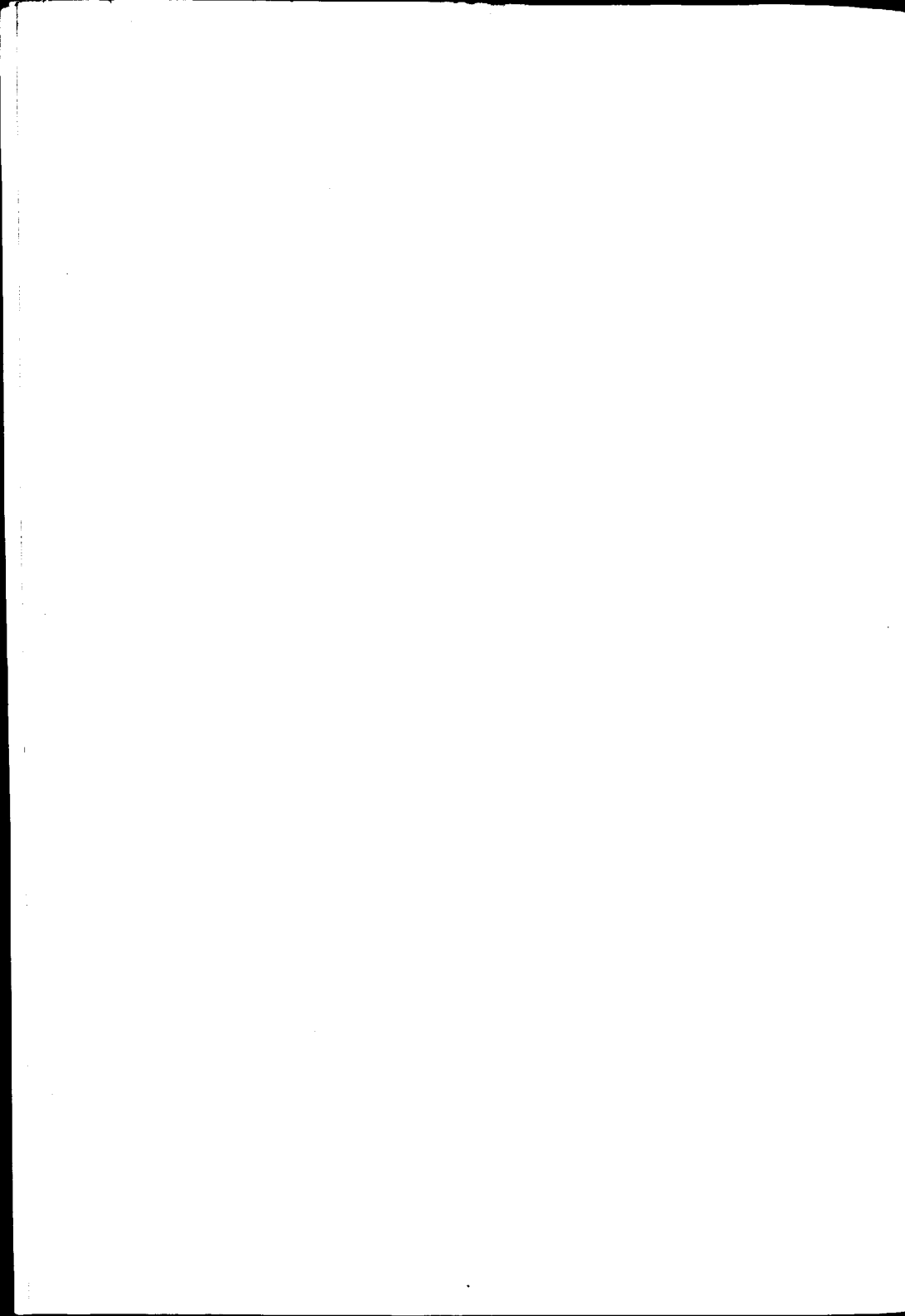
Fig. 13—14. Schnitte durch helle Zellen aus dem Auge von *Piscicola*, Zellstructur. *Ka* Kapseln, Länge von 13. 0,06 mm, von 14. 0,075 mm, Breite 0,0221 mm.

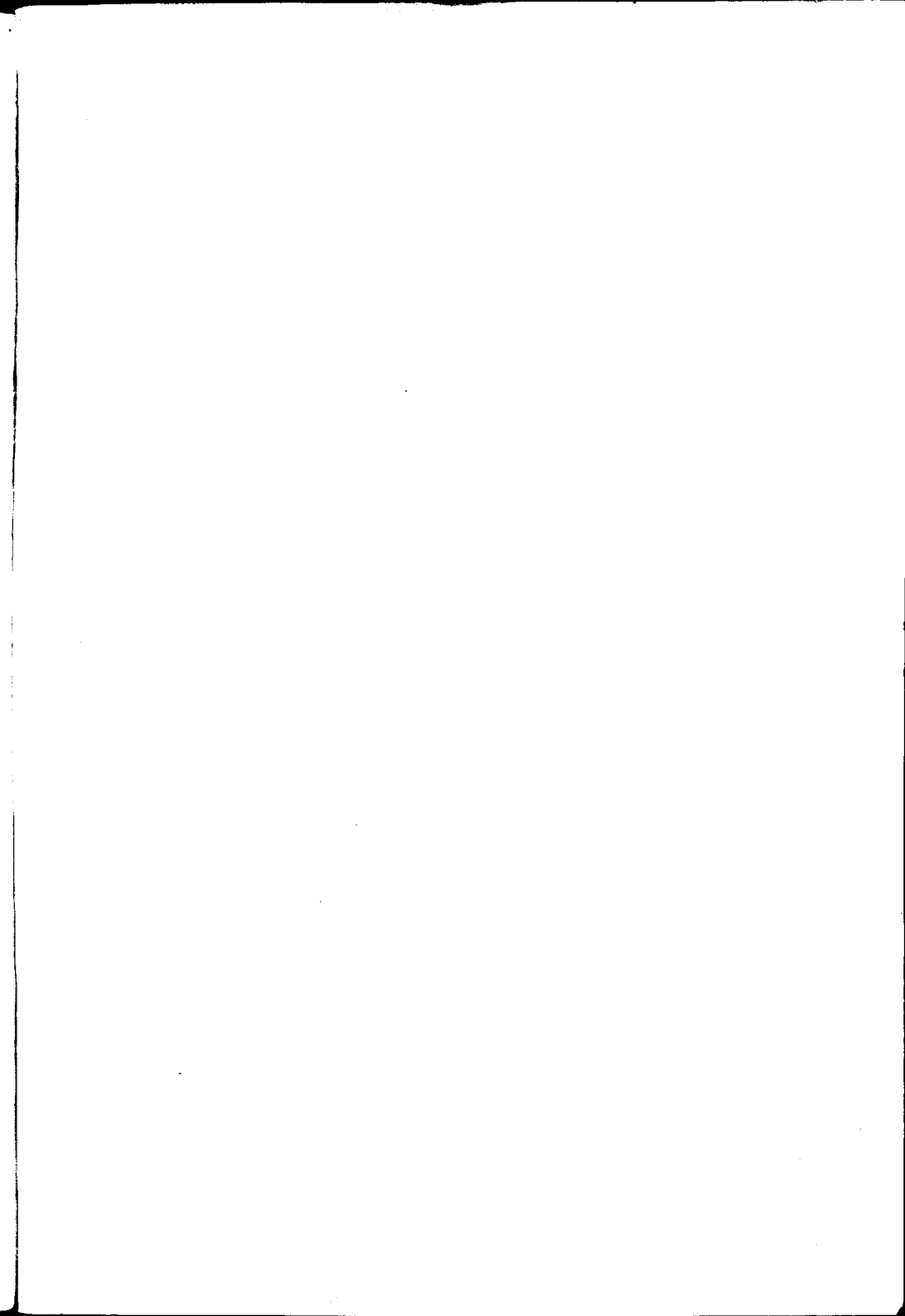
Curriculum vitae.

Ich, Benno Ludwig Maier, katholischer Confession, wurde geboren am 16. Juni 1866 zu Ettenheim (Baden, Kreis Freiburg) als Sohn des Professor C. Maier. Nach Besuch der Volks- und höheren Bürgerschule in Ueberlingen und derjenigen in Ladenburg bezog ich im Jahre 1880 das Gr. Gymnasium in Mannheim, welches ich im Juli 1885 mit dem Zeugniß der Reife verliess. Von Oktober 1885 bis Oktober 1886 genügte ich in Heidelberg meiner Militärpflicht beim 2. Bataillon des 2. Bad. Grenadier-Regiments Kaiser Wilhelm I. Nr. 110. Von Winter 1885/86 bis dahin 1887/88 und von Winter 1888/89 bis Sommer 1891 hörte ich Vorlesungen in Heidelberg bei folgenden Herren Professoren und Docenten: Bütschli, Blochmann, Bunsen, Erdmannsdörffer, K. Fischer, Königsberger, Köhler, Pfitzer, Quincke, Rosenbusch und Uhlig. Im Sommer 1888 hörte ich in Berlin die Vorlesungen der Herren A. W. v. Hofmann, Kny, Korschelt, Kundt und Frz. Eilh. Schulze. Ausserdem arbeitete ich praktisch in Heidelberg im zoologischen Institut bei den Herren Professoren Bütschli und Blochmann, im botanischen Institut bei Herrn Hofrath Pfitzer und im mineralogischen bei Herrn Geh. Bergrath Rosenbusch, sowie in Berlin im zoologischen Institut bei Herrn Professor Frz. E. Schulze. Im Februar und März 1890 unterzog ich mich der Prüfung betr. Zulassung zum Dienste eines wissenschaftlichen Lehrers an Mittelschulen und wurde auf Grund derselben unter die Zahl der badischen Lehramtspraktikanten aufgenommen. Als solcher bin ich zur Zeit in Heidelberg am Grossh. Gymnasium verwendet.

13131







Frommansche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.