

# Beiträge zur Kenntnis des Turbellarienauges.

Von

**Erich Jänichen**

aus Wolfenbüttel.

---

Mit Tafel X—XI und 7 Figuren im Text.

---

(Aus dem zoologischen Institut zu Heidelberg.)

## I. Historisches.

In der reichhaltigen Litteratur über die Turbellarien finden sich verhältnismäßig nur wenige Arbeiten, die den Bau der Augen dieser Thiere näher berücksichtigen. Es mag dieses wohl begründet sein in der zum Theil recht unvollkommenen Entwicklung der gedachten Organe und der daraus resultirenden Schwierigkeit der Untersuchung. Kommen in Folge dessen für den histologischen Bau des Turbellarienauges nur wenige neuere Arbeiten in Betracht, so möchte ich doch eine geringe Anzahl älterer Untersuchungen nicht ganz unberücksichtigt lassen.

Eine der ersten Arbeiten dieser Art ist die von M. SCHULTZE (1849, 1), in der, neben Angaben über Zahl und Lage der Augen, in kurzen Worten das Vorkommen von »brechenden Medien« im Auge der Microstomeen gelehrt wird, eine Behauptung, die LEUCKART (1852, 3) auch für *Mesostomum Ehrenbergii* bestätigte.

Eine etwas genauere Darstellung des Turbellarienauges gab jedoch bald darauf M. SCHULTZE in seinen Beiträgen zur Naturgeschichte der Turbellarien (1851, 2). Zahl, Lage, Größe, Form und Stellung der Augenflecke wurden eingehend beschrieben. Eine Linse konnte in seltenen Fällen nachgewiesen werden; jedoch genügt nach SCHULTZE der Pigmentfleck in Verbindung mit dem Nerven, um gewisse Lichteindrücke zur Empfindung zu bringen. Als weitere Möglichkeit bemerkte er, dass große Pigmentkügelchen lichtbrechend, bilderzeugend wirken könnten, um eine fehlende Linse zu ersetzen.

Den Augen von *Vortex penicillatus* O. Schm. schrieb O. SCHMIDT

(1857, 6) eine »deutliche Linse« entschieden zu, eben so denen des *Orthostomum siphonophorum* (1852, 4).

Dasselbe geschah für *Geoplana Burmeisteri* von MAX SCHULTZE (1856, 5), indem er sagte: »Die Augen . . . stellen halbmondförmig gestaltete Pigmentflecke dar, in deren nach außen gerichteter Konkavität ein runder, durchsichtiger Körper liegt, welcher das Licht nicht auffallend stark bricht und in dieser Beziehung ganz dem gleichgelagerten, als Linse zu deutenden Körper unserer Süßwasserplanarien gleicht.«

Eine genauere Untersuchung erfuhr das Auge der Landplanarien durch EL. METSCHNIKOFF (1865, 7). Danach soll das Auge von *Geodesmus bilineatus* Metschn. bestehen aus: einer, aus sechseckigen, kernführenden Zellen sich zusammensetzenden Pigmentkapsel, einem, aus vier oder mehr Krystallkegeln bestehenden Krystallkörper, der theils in, theils vor jener Kapsel liegt (»das Organ, das bei anderen Planarien von vielen Forschern für eine Linse gehalten worden ist«) und lichtbrechenden Medien, die sich aus der Epithel- und Muskelschicht herleiten, sowie aus der Cornea, die ebenfalls vom Epithel her stammt. Eine Verbindung jenes Krystallkörpers mit dem Nerven, oder irgend welche gangliöse Anschwellungen vor dem Auge konnte METSCHNIKOFF nicht nachweisen.

Wenig Übereinstimmendes mit dieser Beschreibung lieferten die Untersuchungen MOSELEY'S über Landplanarien von Ceylon (1874, 9). Das Auge von *Bipalium diana* hielt er für eine modificirte Zelle, was er aus der Gegenwart eines hellen Kernes in der dunkeln Pigmentmasse erschloss. Nach seiner Idealzeichnung Taf. XV, Fig. 10 setzt sich das Auge aus einer Cornea, der Linse, der Chorioidea, der Retina und aus einer hellen, stark lichtbrechenden Substanz zwischen der Chorioidea und der Linse zusammen. Auch er hat in der Nähe der Augenflecke keine Nervenmasse sehen können.

Diese wies bei den Landplanarien erst BERGENDAL (1887, 31) nach. Letzterer bemerkte über *Bipalium kewense* Mos. ferner noch: » . . . der Krystallkegel wird eben so von mehreren kernführenden, keulenförmigen Zellen gebildet«, bestätigt also zum Theil die Angaben METSCHNIKOFF'S.

Die Zusammensetzung der Pigmentschale aus sechseckigen, kernführenden Zellen, welche METSCHNIKOFF fand, bestätigte v. KENNEL (1879, 14) für *Rhynchodemus terrestris* O. F. Müller. Über den Inhalt der Pigmentbecher dieser Landplanarie sagt KENNEL: » . . . sie sind ausgefüllt mit kleinen Zellen, deren Kerne sich ziemlich deutlich färben«.

Den Bau der Augen von Seeplanarien hat KEFERSTEIN (1868, 8) genauer untersucht. So unterschied er am Auge von *Leptoplana tremellaris* (Müll.) Oerst. 1) die glockenförmige Pigmentschale, die er auch Chorioidea nannte, 2) die äußere Retina in Gestalt eines feinzelligen, vom Sehnerv gebildeten Ganglions, 3) die im Chorioidealbecher gelegene, homogene innere Retina — das »corpus vitreum« von FRANZ SCHULZE (In de Planar. vivendi ratione etc. Diss. phil. Berlin 1836, p. 37, 38) oder »der Innenkörper« LEYDIG's (Tafeln zur vergl. Anatomie, 1. Heft, Tübingen 1864) —, 4) »vor dieser klar erscheinenden Substanz liegt eine deutlich zellige Masse, Linse, welche den Chorioidealbecher ungefähr zu einer Kugel ergänzt«.

Die Gegenwart einer solchen Linse wurde jedoch von MINOT (1877, 11) entschieden bestritten. Ihm war es nur möglich, eine homogene, strukturlose Masse im Innern des Pigmentbechers nachzuweisen. Dessgleichen leugnet er auch die Verbindung der Augen mit Nerven.

Aufs Neue suchte dann v. GRAFF die Linse im Turbellarienaug nachzuweisen, und zwar für Rhabdocölen (1874, 10) und für die parasitirende *Planaria limuli* (1879, 12). Es heißt dort p. 204: »Das Auge ist aus einem schwarzen Pigmentbecher und einer Linse zusammengesetzt, welche — wie ich gegen MINOT besonders bemerke — nicht nur bei *Planaria Limuli*, sondern bei allen Süßwasserplanarien und allen von mir darauf untersuchten Rhabdocölen aus mehreren Zellen besteht.«

Die erste eingehendere Beschreibung des Auges der Süßwasserplanarien gab R. HERTWIG (1881, 16). Nach ihm besteht das Auge aus zwei Theilen, einem schwach pigmentirten, der nach der Mittelebene des Thieres zu gelegen ist und aus einem helleren, farblosen Theile, der unter dem Körperepithel liegt, von diesem aber durch die Basalmembran getrennt ist. Der pigmentirte Abschnitt besteht wieder aus zwei Theilen, einem völlig durchsichtigen Kern, den HERTWIG »Glaskörper« nennt, und aus einer oberflächlichen Schicht von Pigmentzellen, welche den Glaskörper bis auf eine diaphragmaartige Öffnung, auf der Grenze von pigmentirtem und hellerem Theile gelegen, ganz bedecken. Der Glaskörper ist nach ihm kein einheitliches, homogenes Gebilde, sondern aus lauter drehrunden Fasern zusammengefügt, die durch Zerzupfen des Innenkörpers isolirt werden können. Jede einzelne Faser »beginnt« mit einer »trompetenartigen Verbreiterung«, in der stets »aufs deutlichste« ein Kern erkennbar ist. Die Fasern sind so gelagert, dass die Verbreiterungen

an das Pigment grenzen, »die entgegengesetzten Enden mit einer haarscharf gezeichneten Linie an der Retina aufhören«. Die Retina ist der zweite, farblose Theil des Auges, der nur von Sehzellen gebildet wird, »welche sich auf der einen Seite« (die nach dem Gehirn gerichtet ist) »in eine Nervenfaser, auf der anderen in einen stäbchenartigen Fortsatz verlängern«. Die Frage, ob dieser Fortsatz gegen den Zellkörper als ein besonderes Stäbchen abgesetzt ist, oder kontinuierlich in ihn übergeht, bleibt unentschieden, wie HERTWIG selber zugesteht. Die Fasern des von außen herantretenden Sehnerven durchsetzen die Retina in sehr unregelmäßiger Weise, weshalb eine gleichförmige Anordnung der Sehzellen ausgeschlossen ist.

In mehreren Punkten widersprach hierauf JUSTUS CARRIÈRE (1881, 19) für *Planaria polychroa* Schmidt und *Polycelis nigra* Ehrbg. Es wird nöthig sein, auf diese Arbeit im Verlaufe der vorliegenden Darstellung ausführlicher einzugehen; hier mag nur erwähnt werden, dass CARRIÈRE von Kernen in den trompetenartigen Verbreiterungen, die er »Kolben« nennt und als hyaline, strukturlose Gebilde beschreibt, nichts gesehen hat, wohl aber konstatierte er — wie auch aus seinen Zeichnungen hervorgeht — den direkten Übergang der Kolben in die Nervenfasern. Für den hellen, dem Pigmentbecher gegen die äußere Körperfläche zu vorgelagerten Theil des Auges, der bis jetzt stets als Retina beschrieben war, führt er die Benennung »Ganglion opticum« ein, das aus zwei Theilen besteht, der nach außen liegenden, aus länglichen Kernen bestehenden Rindenschicht und der von dieser umschlossenen Faserschicht, eine Deutung, die von L. BÖHMIG für *Planaria gonocephala* Dugès (1887, 32) acceptirt wurde. In Bezug auf das fragliche Ganglion sagt BÖHMIG, dass es aus einem centralen Ballen Punktsubstanz und aus einem peripherischen Belag von Ganglienzellen bestehe, für die er aber auch den Namen »Retinazellen« beibehält. Diese Ganglienzellen sind nach BÖHMIG unipolar, jedoch theilt sich ihr einfacher Fortsatz alsbald in eine Anzahl kleinerer, welche bis auf einen in den Punktsubstanzballen eintreten, um hier wohl mit einander und mit den Fasern des Nervus opticus in Verbindung zu treten. Der erwähnte besondere Theilfortsatz der Ganglienzellen wendet sich gegen die Öffnung der Pigmentschale und erfährt vor dem Eintritt in diese eine mehr oder minder scharfe Knickung. In der Höhlung der Pigmentschale schwillt er zu dem sogenannten Endkolben an. Wie weit diese Angaben mit meinen Untersuchungen übereinstimmen, wird die nachfolgende Schilderung zeigen. Die

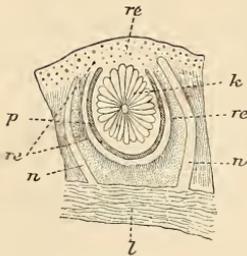
Endkolben beschreibt BÖHMIG zuerst nicht mehr als hyaline Gebilde, sondern er erkannte in ihnen eine complicirtere Struktur, die sich — von Einzelheiten abgesehen — im Wesentlichen mit dem von mir Gesehenen deckt, wesshalb hierauf verwiesen werden soll. Eine, seine Beschreibung veranschaulichende Zeichnung hat BÖHMIG leider nicht gegeben.

A. LANG giebt am Schluss seiner Arbeit über das Nervensystem der Tricladen (1881, 18) auf p. 92, 93 über den Bau der Augen folgendes Résumé: »Die Augen bestehen durchweg aus drei Theilen:

1) aus Sehzellen, welche das letzte Ende des Sehnervs sind und in ihrer Lage mit der Linse der Augen anderer Thiere übereinstimmen;

2) aus einem Pigmentbecher und

3) aus einem, von diesem eingeschlossenen Krystallkörper, der mehr oder weniger deutlich aus Stäbchen zusammengesetzt erscheint. Merkwürdig ist wohl die durch die Art der Innervation des Auges bedingte Lage desselben: Sehzellen, Krystallkörper und Pigmentbecher liegen nämlich meist nicht senkrecht über einander, sondern mehr oder weniger horizontal neben einander, so dass die Sehzellen, welche vor der diaphragmaartigen Öffnung des Pigmentbechers liegen, nicht nach oben, sondern seitwärts und nach außen gerichtet sind.«



Textfig. 1.

Abbildung eines Auges von Rhynchodemus. Kopie nach LANG: Das Nervensystem der Tricladen (1881, 16), Taf. VI, Fig. 5. *re*, Retina; *lc*, Krystallkörper; *p*, Pigmentbecher; *n*, Nervus opticus; *l*, Längsnerv.

Auf LANG's Taf. VI, Fig. 5 findet sich eine Abbildung des Auges von *Rhynchodemus terrestris* (Müll.), die wohl über allgemeine Gestaltung, die Lage der verschiedenen Theile des Auges zu einander, die Verbindung mit dem Nerven, jedoch nicht über das Verhalten der Sehzellen genügend Aufschluss giebt (cf. Textfig. 1).

Eine eingehende Untersuchung des Auges der Seeplanarien giebt A. LANG (1884, 24) später in der Monographie über die Polycladen. Neben der Beschreibung der Zahl, Lage

und Anordnung der zahlreichen Augen dieser Turbellarien findet auch der histologische Bau der betreffenden Organe weitgehendste Berücksichtigung. Die drei oben genannten Theile finden sich danach auch in diesen Augen. Der Pigmentbecher besteht nur aus einer Zelle; für die in ihm liegenden Kolben, in denen LANG nie Kerne beobachten konnte, verwendet er den Namen »Stäbchenkörper«.

In den größeren Gehirnhofaugen sind meist sieben bis elf, in den kleineren Randaugen nur zwei bis fünf Stäbchenkörper; ihrer Zahl entspricht auch die der nach außen vor dem Pigmentbecher gelegenen Sehzellen, die er »Retinazellen« nennt, weil er die bestimmte Vermuthung ausspricht, dass zwischen Stäbchenkörpern und Retinazellen ein kontinuierlicher Übergang stattfindet, obgleich er es nie klar gesehen hat. Die Zusammengruppirung von zwei Augen bei *Pseudoceros maximus* Lg. ist erwähnt, und LANG spricht die Vermuthung aus, dass dieselbe durch nachträgliche Theilung von ursprünglich einfachen Augen zu Stande käme.

In seiner Monographie der Turbellarien, I. Rhabdocoelida (1882, 21), erwähnt v. GRAFF zum ersten Male jenen eigenthümlichen Hohlraum zwischen Linse — Glaskörper — und Pigmentbecher, der dadurch zu Stande komme, »dass die Linse nicht den ganzen Becher ausfüllt und der im Leben wahrscheinlich von einer Flüssigkeit erfüllt ist, auf dem Querschnitt jedoch leer erscheint«. Dieses von ihm für Rhabdocölen Festgestellte gilt theilweise auch für dendrocöle Strudelwürmer, wie aus der vorliegenden Arbeit hervorgehen wird.

Die 1884 erschienene Abhandlung IJIMA's (23) ist — so weit sie sich auf den Bau der Augen von *Planaria polychroa* Schmidt beschränkt — lediglich nur eine Wiederholung dessen, was HERTWIG und CARRIÈRE schon früher festgestellt hatten. IJIMA's Angaben über die Augen von *Dendrocoelum lacteum* Oerst. und *Polycelis tenuis* Ij. werden an späterer Stelle Berücksichtigung finden.

Die am Schlusse meiner Abhandlung weiterhin verzeichneten Untersuchungen fügen zu dem vorhandenen Material nichts Neues mehr hinzu, sondern begnügen sich damit, dasselbe in einzelnen Theilen für die eine oder andere Species zu bestätigen, wesshalb sie in diesem historischen Abschnitt übergangen werden können.

Aus der vorstehenden gedrängten, historischen Übersicht ist ersichtlich, dass für sämmtliche auf ihre Augen hin untersuchte Turbellarien als gemeinsames Resultat bleibt, dass das Auge aus dem Pigmentbecher und einem nervösen Apparate besteht; jener bietet, wenn man von geringen Abweichungen absieht, fast stets dasselbe Bild, dieser dagegen unterliegt den mannigfachsten Modifikationen, die für die einzelnen Species mehr oder minder groß sind. In jedem Falle aber wird von dem einfallenden Licht zunächst die Schicht der lichtempfindlichen Zellen — Retinazellen — getroffen, alsdann werden erst die Stäbchen oder Sehkolben erregt; das Auge der Turbellarien ist demnach ein invertirtes Auge.

## II. Eigene Untersuchungen.

Die Anregung zu der vorliegenden Arbeit bekam ich im Zoologischen Institut der Universität Heidelberg durch Herrn Professor Dr. BÜTSCHLI, und ich entledige mich der angenehmen Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer für die meiner Arbeit zugewandte stete Theilnahme und die reiche Hilfe auch an dieser Stelle meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Auch dem Assistenten des Instituts, Herrn Professor Dr. SCHUBERG, danke ich herzlichst für die mannigfachen Rathschläge, die er mir namentlich in Rücksicht auf die Methoden in der freundlichsten Weise gab.

Die Untersuchung erstreckte sich auf folgende Arten:

*Planaria gonocephala* Dugès 1830,

(Syn. *Pl. aurita* Kennel 1889),

*Planaria polychroa* O. Schmidt 1862,

*Dendrocoelum lacteum* (Müller) Oerst. 1776,

*Polycelis nigra* Ehrbg. 1831,

*Bipalium kewense* Moseley.

### Methoden.

Zur Konservirung der Thiere wurden fast sämmtliche der gebräuchlichen Flüssigkeiten auf ihre Wirkung erprobt, jedoch sind nur wenige verwendbar; diese sind Pikrinschwefelsäure, LANG'sche Lösung und Sublimat. Die übrigen, wie z. B. Pikrinessigsäure, Chromosmiumessigsäure, PERÉNYI'sche Lösung, MÜLLER'sche Flüssigkeit wirken höchst nachtheilig auf die Objekte, die letzte geradezu macerirend. Auch Osmiumsäure empfiehlt sich nicht als erstes Konservierungsmittel, da sich in ihr die Thiere oft zu den unförmlichsten Gestalten kontrahiren. Von den drei oben genannten brauchbaren Mitteln erwies sich Pikrinschwefelsäure wieder am vortheilhaftesten. Die Planarien rollen sich in ihr erst von vorn nach hinten auf, alsdann strecken sie sich in der schönsten Weise, so dass sich diese Methode auch zur Erlangung guter Totalpräparate empfiehlt. In der Konservierungsflüssigkeit blieben die Thiere eine bis zwei Stunden, worauf sie ausgewaschen wurden, und zwar die in Pikrinschwefelsäure konservirten in 70<sup>0</sup>/<sub>0</sub>igen Alkohol, die aus der LANG'schen Lösung und aus Sublimat in 70<sup>0</sup>/<sub>0</sub>igen Alkohol, dem Jodtinktur bis zur schwachen Braunfärbung zugesetzt war. Von hier aus war der eingeschlagene Weg ein verschiedener.

1) Die Objekte kamen in toto — nachdem das Hinterende durch Abschneiden als solches bezeichnet war, um nachher das Wiederfinden des Kopfes zu erleichtern — in eines der Färbungsmittel, von denen sich DELAF. Hämatoxylin am besten erwies; in ihm blieben sie bis zu zwei Tagen, wurden dann in der gewöhnlichen Weise zum Schneiden vorbereitet, und die Schnitte dann eventuell in Thionin oder Vesuvinbraun nochmals behandelt.

2) Die ausgewaschenen, mit bezeichnetem Hinterende versehenen Planarien wurden nochmals sechs bis zehn Stunden in Osmiumsäure gebracht, nochmals ausgewaschen und nun entweder in toto in Hämatoxylin zwei bis drei Tage durchgefärbt, dann wie gewöhnlich geschnitten, oder gleich zum Schneiden vorbereitet und auf dem Objektträger in Vesuvinbraun, dann in Boraxmethylenblau von SAHLI gefärbt. Hierbei ist es aber erforderlich, dass die Schnitte sehr lange — bis 48 Stunden — in der Farbe verweilen, während das Auswaschen sehr vorsichtig unter steter Kontrolle zu geschehen hat. Die Schnittfärbung mit Boraxmethylenblau wurde auch bei dem unter 1) angegebenen Verfahren angewendet. — Bei dieser Art der Kombination ergibt sich die Schwierigkeit, nach der Behandlung der Objekte mit Osmiumsäure noch gute Färbungen erzielen zu müssen, was sehr oft nicht gelingt. Dieses wird umgangen bei der

3) Art der Kombination. Die Thiere wurden, nachdem sie ausgewaschen waren, mehrere Tage in Boraxkarmin bis zur totalen Überfärbung gelassen, der nachträgliche Extraktion in 70%igen Alkohol plus  $\frac{1}{2}\%$  Salzsäure folgte. Die angefertigten Schnitte wurden auf dem Objektträger dann nochmals zehn Minuten in Osmiumsäure gebracht, die hierauf reducirt wurde durch fünf bis zehn Minuten langes Verweilen in Holzessig. Beides geschah auf dem Wärmeschrank. Auf diese Weise erhält man sehr distinkte Kernfärbungen, von der sich die Wirkung der Osmiumsäure, speciell für die nervösen Elemente, sehr vortheilhaft abhebt.

Die Resultate, welche mit der Methylenblaufixation nach den Angaben BETHE'S (cf. Archiv für mikrosk. Anat. Bd. XLIV, 1895) erzielt wurden, erreichten längst nicht die auf die obige Weise erhaltenen, obgleich die Planarien bis zu drei Wochen in der arsenfreien Methylenblaulösung gehalten wurden und dann streng nach BETHE'S Vorschriften verfahren wurde. Das Fixirgemisch wirkt sehr nachtheilig auf das lebende Thier; deshalb wurde in anderen Fällen zur momentanen Abtödtung Pikrinschwefelsäure verwendet, und dann

erst wurden die Objekte sofort in das Gemisch bei  $-2^{\circ}$  C. gebracht; doch das Resultat war dasselbe ungünstige.

Als Macerationsmittel für die Sehkolben hat sich am besten eine Mischung von 100 ccm Wasser, 1 g Chlornatrium und 1 ccm Essigsäure bewährt.

Zur Entfernung des Augenpigmentes wurden Salpetersäure, schwefelige Säure, chlorsaures Kalium und Salpetersäure, Salzsäure und GRENACHER'S Gemisch von Glycerin, Salzsäure und Alkohol absol. auf ihre Wirksamkeit geprüft, jedoch ohne jeglichen Erfolg. Die Entfärbung gelang allein mit Wasserstoffsuroxyd.

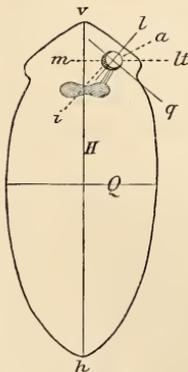
Die Untersuchungen wurden mit einem Mikroskop von SEIBERT angestellt, und zwar sind die angewandten Vergrößerungen 1090 : 1 durch Kombination der Ölimmersion 1/12 und Ocular III erzielt, und 1500 : 1 mit Hilfe des Apochromat 2 mm und des Ocular 12.

### 1. *Planaria gonocephala* Dugès.

Diese Planarie fand sich in großer Menge im Mausbach, einem dem Neckar sehr schnell zufließenden Bächlein, dessen Wasser selbst im Sommer von sehr kühler Temperatur ist. Hier lebt sie unter Steinen in steter Gemeinschaft mit *Gammarus pulex*. In der Gefangenschaft gedieh sie sehr gut, denn es fanden sich fast während des ganzen Jahres Kokons und junge Thiere im Aquarium.

#### Allgemeines über das Auge.

Zur Feststellung mehrerer Bezeichnungen und zur Vermeidung falscher Vorstellungen diene Textfig. 2, die zeigt, was mit Hauptachse (*H*), Querachse (*Q*), vorn (*v*), hinten (*h*), vom Thiere gemeint ist, und was unter Längsachse (*l*), Querachse (*g*), median (*m*), lateral (*lt*), innen (*i*) und außen (*a*) in Bezug auf das Auge allein zu verstehen ist.



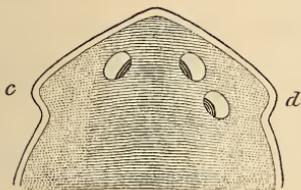
Textfig. 2.

Skizze von *Planaria gonocephala* zur Demonstration der allgemeinen Lageverhältnisse.

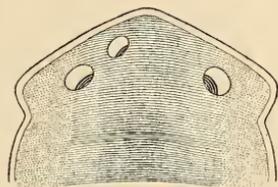
Schon bei oberflächlicher Betrachtung erkennt man im vorderen Theil des dreieckigen Kopfes die beiden Augen. Sie liegen ungefähr in der Mitte zwischen der Verbindungslinie der beiden Auricularfortsätze *cd*, Textfig. 3, und der Spitze des Kopfes, eben so weit von der Hauptachse des Körpers entfernt wie von den Seitenrändern des Kopfes. Vor dem halbmondförmigen Pigment liegt lateral und etwas nach vorn gerichtet der hellere Theil des Auges. Wie aus Schnitten hervorgeht,

hat das Auge die Form eines Bechers oder einer Glocke, deren Öffnung nach außen und vorn gekehrt, und deren Wand aus der Pigmentzellenschicht gebildet ist. Dieser Becher liegt etwas schräg nach außen und vorn gerichtet im Körperparenchym, und zwar 0,017 mm unter der Oberfläche.

Ein von CARRIÈRE (1882, 19) und LJIMA (1884, 23) schon erwähntes Nebenauge ist bei *Planaria gonocephala* relativ häufig, und zwar scheint in seiner Lage doch eine gewisse Regelmäßigkeit zu herrschen. Am häufigsten tritt es in zwei verschiedenen Lagen auf. Der erste Fall (Textfig. 3) ist der, dass die beiden normalen Augen



Textfig. 3.



Textfig. 4.

Textfig. 3 und 4. Köpfe von *Planaria gonocephala*, die Lage der Nebenaugen zu zeigen.

der Hauptachse des Thieres etwas mehr als gewöhnlich genähert sind, und das Nebenaugen dann entweder rechts oder links etwas hinter dem normalen Auge liegt. — Im zweiten Falle (Textfig. 4) sind die beiden Hauptaugen etwas weiter als gewöhnlich von einander entfernt, und das Nebenaugen befindet sich vor einem derselben nach der Hauptachse zu gelegen. Diese beiden Fälle sind die relativ häufigsten, ohne dass ich behaupten will, dass sie die einzigen wären.

Die Nebenaugen sind stets kleiner als die normalen, nur höchst selten erreichen sie deren Größe; auch bleiben sie in der Ausbildung ihrer einzelnen Theile in so fern hinter den normalen zurück, als sie im Inneren des Pigmentbechers relativ weniger Sehkolben besitzen.

Auf einem Querschnitt durch den Kopf einer Planarie zeigte sich auch einmal ein außergewöhnliches Gebilde neben den beiden normalen Augen, diesen aber ohne Zweifel homolog, an ganz abnormer Stelle, nämlich mitten im Parenchymgewebe (Fig. 28 und 29) dem Nervus opticus *N* des rechten Auges dicht angelagert, und zwar nahe vor dessen Einmündung ins Gehirn. Das Schema Fig. 29 zeigt die Lage dieses »Auges« *o* im ganzen Querschnitt, während Fig. 28 eine detaillirte Zeichnung eines Querschnittes durch dasselbe giebt,

aus der man die Zusammensetzung des Pigmentbechers aus mehreren Zellen (*Pz*) an den Zellgrenzen noch erkennt; die Kerne waren zum Theil auf einem früheren Schnitt zu sehen. Das Innere des Pigmentbechers erschien vollständig leer; ob dieses wirklich der Fall war, oder ob er vielleicht von einer gallertartigen Masse erfüllt war, konnte ich nicht entscheiden. Die Möglichkeit der Entstehung eines derartigen Gebildes wird im Abschnitt über die Regeneration erwähnt werden.

### Allgemeine Morphologie des Auges.

Wie oben schon gesagt ist, hat das Auge, plastisch betrachtet, die Form eines nach innen abgerundeten Bechers. Dieser Becher ist ganz in das Körperparenchym versenkt und von der Epidermis und von der Muskulatur überdeckt. Seine Länge parallel der Hauptachse des Thieres betrug im Durchschnitt 0,07—0,1 mm, seine Breite parallel der Querachse 0,04—0,06 mm, die Dicke der Pigmentwand variierte zwischen 0,009—0,16 mm. Die innere Höhlung wird im Allgemeinen von den Sehkolben ganz erfüllt, so dass diese die innere Wand des Pigmentbechers erreichen. Jedoch sind die Fälle gar nicht selten, in denen Letzteres nicht der Fall ist, sondern wo zwischen dem Pigmentbecher und den Enden der Sehkolben ein freier Raum bleibt; ob derselbe im lebenden Thier auch vorhanden, und dann vielleicht von einer gallertartigen Masse erfüllt ist, wie v. GRAFF (1882, 21) p. 113 annimmt, oder erst nachträglich unter Einwirkung der Reagentien durch Loslösung der Sehkolben vom Pigmentbecher entsteht, wie CARRIÈRE (1881, 19) p. 163 f. behauptet, bleibt eine offene Frage, auf die aber unten noch einmal zurückgegriffen werden soll. Auch BÖHMIG (1887, 32) sagt, dass die »Endkolben die Pigmentschale vollständig ausfüllen«.

Vor der Öffnung des Pigmentbechers liegt nun die bald als Retina, bald als Ganglion opticum beschriebene nervöse Masse, zu der ein Nervus opticus schräg von der Ventralseite heraufsteigend zieht und so Gehirn und Auge verbindet.

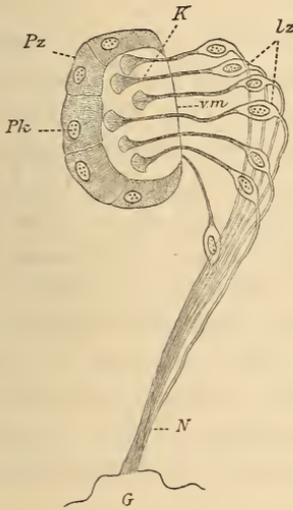
Berücksichtigt man das oben über die Lage des Auges Gesagte, so ergibt sich, dass ein genauer Querschnitt durch das Auge senkrecht zu dessen Längsachse einen in sich geschlossenen Pigmentring mit innerer nervöser Masse darstellen muss. Der parallel der Hauptachse durch das Auge geführte Schnitt erscheint elliptisch; der nach vorn gelegene Theil der Peripherie enthält jedoch wegen der hier liegenden Retina kein Pigment. Ein Querschnitt durch den Kopf

der Planarie dagegen zeigt einen etwas unregelmäßigen Kreis, dessen äußere Peripherie, so weit die hier liegende Retina noch getroffen ist, ebenfalls pigmentfrei ist, die hintersten Schnitte jedoch zeigen auch einen geschlossenen Pigmentring. Ich bemerke noch, dass es mit nicht geringen Schwierigkeiten verknüpft ist, das Auge zur Erlangung richtiger Schnitte genau zu orientiren.

### Feinerer Bau des Auges.

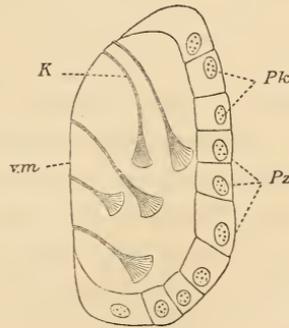
#### 1. Der Pigmentbecher.

Dieser Theil des Auges besteht aus einer einfachen Schicht von Pigmentzellen, ein Umstand, der sich zwar nicht an jedem Schnitt erkennen lässt, sondern eine genügende Feinheit voraussetzt. Die einzelnen Pigmentzellen sind dann noch ersichtlich aus den mannigfachen Einschnürungen des Pigmentbechers und den eingelagerten Zellkernen (Textfig. 5 und Fig. 1 *Pk*). Noch deutlicher tritt die Mehrzelligkeit des Pigmentbechers an Schnitten durch Augen hervor, deren Pigment durch lange



Textfig. 5.

Textfig. 5. Schema vom Bau des Auges von *Planaria gonocephala*. *G*, Gehirn; *K*, Sehkolben; *lz*, lichtempfindliche Zellen; *N*, Nervus opticus; *Pk*, Pigmentzellenkerne; *Pz*, Pigmentzellen; *vm*, vordere Augenmembran.



Textfig. 6.

Textfig. 6. Darstellung eines Auges von *Planaria gonocephala*, in dem die Pigmentschale durch  $H_2O_2$  entfernt war. Pigmentzellen.

Einwirkung von Wasserstoffsperoxyd entfernt war. Fast schematisch sieht man dann Zellgrenzen und Kerne (Textfig. 6 *Pk* und *Pz*).

Das Pigment der Zellen selbst besteht aus kleinen Kügelchen, die bald mehr hellbraun, bald dunkler, ja schwarz gefärbt sein können. Einen Unterschied in der Größe der Kügelchen, wie

ihn CARRIÈRE (1881, 19) p. 164 angiebt, habe ich nicht erkennen können, sondern nur eine verschiedene Lagerung derselben. Sie liegen sehr dicht und kompakt an der dem Augencentrum zugewandten Grenze der Zellen, locker dagegen an der abgewendeten Seite. Hier sieht man auch die Kerne  $P\frac{1}{2}$  der Pigmentzellen, so weit sie nicht von Pigment verdeckt sind. An dem äußeren Rande des Pigmentbechers, wo die Pigmentzellen und die vordere Augenmembran (Fig. 1 *vm*) zusammenstoßen, findet ein kontinuierlicher Übergang zwischen beiden Theilen statt, dessen Bedeutung weiter unten erörtert werden soll. Der ganze Pigmentbecher wird von dorso-ventralen Muskelzügen und von Parenchymgewebe umhüllt.

## 2. Die Sehkolben.

Die Zahl dieser Gebilde, welche den Pigmentbecher erfüllen, wechselt mit der Größe des letzteren. In Augen von normaler Größe finden sich gewöhnlich annähernd 20 bis 25 Kolben. Alle nehmen von der vorderen Augenmembran *vm* (Textfig. 5) ihren Ursprung und ragen frei in die Höhlung des Pigmentbechers hinein, indem sie die centrale Wand desselben bald erreichen, bald nicht (Fig. 10 *K*). Wie oben schon gesagt wurde, bleibt nicht selten zwischen dem Pigmentbecher und den Sehkolben ein freier Raum (Fig. 1 und 10 *Ga*), der stets eine gleichartige, schwache Färbung zeigt. Dies möchte wohl die Ansicht von GRAFF, dass dieser Raum im lebenden Thiere vielleicht von einer gallertigen Masse erfüllt ist, unterstützen.

Ein einzelner Sehkolben bietet das Bild eines Stempels oder eines Pistill. Dieser Vergleich dürfte wohl geeigneter sein, als der mit einem Trichter, wie ihn CARRIÈRE anwendet; denn von einer Höhlung ist in dem Gebilde nichts zu entdecken (Fig. 2), auch sind die Ränder der Endverbreiterung meist etwas zurückgeschlagen wie die der Stempelfläche (Fig. 3).

BÖHMIG (1887, 32) p. 484 ff. beschrieb die Sehkolben von *Planaria gonocephala* zuerst nicht mehr als hyaline Gebilde, sondern sagt: »Die Fasern verdicken sich zunächst zu einem kleinen, stempelartigen Gebilde, welches zuweilen eine feine Längsstreifung zeigt. Auf diesem sitzt kappenförmig ein halbmondförmiges, fein granulirtes Endstück, zwischen beide schiebt sich noch eine dünne, hyaline Mittelplatte ein.«

Mein Urtheil über diese Gebilde stützt sich theils auf Schnitte, theils auf Macerationspräparate, die sich in der vortheilhaftesten Weise ergänzten. Präparate der letzteren Art erhielt ich auf folgende

Weise. Die abgeschnittenen, frischen Köpfe der Planarien blieben bis drei und auch vier Wochen in der oben bezeichneten Macerationsflüssigkeit. Dann wurde mit Hilfe scharfer Nadeln unter der Lupe ein Auge herauspräparirt, dieses in einen Tropfen Wasser auf den Objektträger gebracht und darüber das Deckglas mit kleinen Wachsfüßchen befestigt. Die einzelnen Sehkolben wurden dann — unter Sprengung des Pigmentbechers — durch leichtes Klopfen auf das Deckglas isolirt. Ein das Deckglas abschließender Paraffinrand ermöglichte dann eine genaue Untersuchung in Wasser, die sich zur Erkennung der im Folgenden zu beschreibenden Details sehr bewährt hat.

Jeder einzelne Kolben besteht aus drei Theilen, dem Stiel *St*, dem Kegelstück *Kg* und der Kolbenplatte *Kp* (Fig. 2 und 9). Nach der oben näher geschilderten Orientirung des Auges und seiner Theile ist die Kolbenplatte das innerste oder centralste, das Kegelstück das mittlere und der Stiel das äußerste Stück des ganzen Sehkolbens. Aus praktischen Gründen soll in der folgenden Beschreibung jedoch die umgekehrte Reihenfolge innegehalten werden.

1) Der Stiel. Die Länge dieses Theiles und somit des ganzen Sehkolbens richtet sich einmal nach der Tiefe des Pigmentbechers und dann nach seiner Lage in demselben, ob er dem Grunde zustrebt oder nach dem äußeren Rande des Pigmentbechers gerichtet ist. Der Stiel des Fig. 2 nach einem Macerationspräparate gezeichneten Sehkolbens maß 0,057 mm; an ihm erkennt man einen dunkleren mittleren Theil, den Achsenfaden *a* und einen hellen *i*, welcher den ersten in Form einer Hülle umgiebt. Der Achsenfaden besteht aus vielen Längsfibrillen, die aber oft so dicht gelagert sind, dass sie einen einheitlichen Strang vortäuschen können. Etwas klarer veranschaulicht diese Verhältnisse noch die größer gezeichnete Fig. 2 *a*, die ein Stück des Kolbenstieles darstellt. Kurz vor der Ausbreitung des Kolbens liegt

2) das Kegelstück *Kg* desselben, das dadurch zu Stande kommt, dass der dunkle Achsenfaden sich in mehrere Zweige und Verästelungen büschelartig spaltet und dadurch auch die Hülle entsprechend aus einander drängt. Zwischen die dunkeln, direkt dem Achsenfaden entstammenden Verästelungen des Kegelstückes treten noch hellere, oft netzartig unter einander verbundene Faserzüge. Bei Beginn jener Verzweigung habe ich einmal an einem mit Borax-Methylenblau gefärbten längsgeschnittenen Sehkolben eine knotenförmige Anschwellung bemerkt (Fig. 4 *a* *K<sub>n</sub>*), welche wohl im Stande

war, einen im Sehkolben gesuchten Kern vorzutäuschen. Ähnliches hat vielleicht auch HERTWIG zur bestimmten Annahme eines solchen verleitet. An dieses Kegelstück schließt sich

3) die Kolbenplatte, die verschieden gebaut sein kann. Eine einfache Auflösung der büschelartigen Verästelung des Kegelstücks in zahllose unter einander netzartig anastomosirende Fasern scheint die Kolbenplatte nach Fig. 2 und 3 zu sein. Der Rand der Platte ist jedoch nicht vollständig glatt, sondern bildet eine schwach gezähnte Linie ( $z$ , Fig. 2—6, 9). In diese Zähne greifen vielleicht die anderer Kolbenplatten ein, wodurch dann ein inniger Kontakt zwischen den einzelnen Sehkolben geschaffen ist (Fig. 1). Fig. 3 zeigt auch noch den nach dem Stiel etwas zurückgeschlagenen Rand  $R$  der Kolbenplatte, der oben schon erwähnt wurde. Komplizierter gestaltet sich nun aber diese Kolbenplatte auf den Fig. 5 und 9 abgebildeten Längsschnitten durch einen Sehkolben. Das Kegelstück wird dort durch ein dunkler gefärbtes grobkörniges Theilstück, die Haube  $Hb$  abgeschlossen, diesem folgt ein hellerer, faseriger Theil, das Zwischenstück  $Zw$ , dem dann erst die endgültige, aus granulirtem Protoplasma bestehende Kolbenplatte aufliegt. In dem in Fig. 5 abgebildeten Sehkolben schien es, als ob sich die stärkeren Fasern des Kegelstücks durch die Haube sowohl wie das Zwischenstück bis zur Kolbenplatte verfolgen ließen. An den Sehkolben in Fig. 4 und 4  $a$  konnten Haube und Zwischenstück nicht beobachtet werden.

Sämmtliche hier über den Bau eines Sehkolbens mitgetheilten Thatsachen werden nun durch Querschnitte durch die Gebilde, wie sie in Fig. 1 dargestellt sind, bestätigt. Zur Besprechung eignen sich die etwas größer gezeichneten Fig. 6—8 jedoch besser. In Fig. 8 erkennt man den hier dreilappigen Querschnitt eines Kolbenstieles, am Anfang des Kegelstücks getroffen. Die einzelnen Theile desselben, die Hülle  $i$ , der Achsenfaden  $a$  und die einzelnen quer durchschnittenen Längsfibrillen  $F$ , die sich jetzt als Punkte darbieten, sind deutlich sichtbar. Die Fibrillen hängen unter sich wieder durch ein Netzwerk von Fasern zusammen. Belehrender ist der in Fig. 6 dargestellte Querschnitt.  $a$  ist wieder der Achsenfaden,  $H$  die Hülle des Kegelstückes, die sich auf dem Querschnitt natürlich als zusammenhängende Linie ergeben muss, zwischen beiden Theilen erkennt man die durchschnittenen Theile der büschelförmigen Ausbreitung des Achsenfadens im Kegelstück. So weit die Kolbenplatte hier zu erkennen ist, umschließt sie concentrisch das Kegelstück. Hellere und dunklere, unter sich zusammenhängende Fasern ziehen

in der Kolbenplatte von dem Kegelstück bis zum gezahnten Rande der Kolbenplatte *z*.

### 3. Die vordere Augenmembran.

Wie oben schon angeführt wurde, lässt HERTWIG die Kolben mit »einer haarscharf gezeichneten Linie nach außen« aufhören. BÖHMIG spricht sich über das Vorhandensein oder Fehlen einer den »Innenkörper« abschließenden Membran überhaupt nicht aus, während CARRIÈRE auf p. 164 der schon mehrmals citirten Schrift sagt: »Die Grenze des Ganglions und des Innenkörpers an der Beugungsstelle der Fasern ist meist eine sehr scharfe, doch konnte ich keine Membran wahrnehmen, welche das Innere des Pigmentbeckers an dieser Stelle abschliesse und von Fasern durchbrochen würde, so dass ich noch im Zweifel bin, ob die sehr feine Grenzlinie nicht allein durch die hier stattfindende Knickung der Fasern erzeugt wird.«

Nach meinen Präparaten komme ich zu dem Schlusse, dass eine solche vordere Augenmembran auf der Grenze der Öffnung des Pigmentbeckers und der davor nach außen liegenden nervösen Masse bestimmt vorhanden ist (Textfig. 5 und Fig. 1 *vm*). Diese sehr dünne Membran scheint hervorgegangen zu sein entweder aus ursprünglich dort gelegenen Pigmentzellen, deren Pigment sich aber auf die benachbarten Zellen des Randes des Pigmentbeckers vertheilt hat, so dass hier so zu sagen nur noch die Zellmembranen vorhanden sind, oder aber sie ist entstanden aus langen, in einander übergehenden Ausläufern der Randzellen des Pigmentbeckers. Dass eine dieser beiden Auffassungen vielleicht richtig ist, scheint das nicht seltene Vorkommen von zerstreuten Pigmentkugeln in der vorderen Augenmembran zu beweisen (Fig. 1). Auf allen Schnitten ist die fragliche Membran als scharfe Linie sichtbar, welche in besonderen Öffnungen von Fasern, die direkt in die Kolbenstiele übergehen, durchsetzt wird (Textfig. 5 und Fig. 10). Schräg nach außen vor der Augenmembran liegt dann der letzte Theil des Auges.

### 4. Die zellig-nervöse Retina.

Ich verstehe unter diesem Ausdruck den von CARRIÈRE als Ganglion opticum beschriebenen Theil des Auges. CARRIÈRE sagt p. 163: »Das Ganglion opticum liegt vom Auge nach außen und seitwärts zwischen dem Epithel und der Öffnung des Pigmentbeckers. An dem Ganglion, welches das Auge an Größe etwas übertrifft, lassen sich —

wie an dem Gehirnganglion dieser Thiere — zwei Theile unterscheiden; erstens eine aus länglichen Kernen bestehende Rindenschicht, und zweitens, von dieser umschlossen, eine innere, nur aus feinen Fasern gebildete Masse, welche die Rindenschicht an Größe bedeutend überwiegt. Ob letztere aus Ganglienzellen oder nur aus den Kernen gebildet wird, kann ich nicht mit Bestimmtheit behaupten. Es gelang mir wenigstens nicht, mit Sicherheit Zellkörper oder Zellgrenzen wahrzunehmen. Auch ist die Trennung beider Schichten keine ganz schroffe, sondern einzelne Kerne sind auch in der Faserschicht des Ganglions eingelagert.«

BÖHMIG führte für dieselben Theile die Namen: »Centraler Ballen Punktsubstanz und peripherisch um denselben gelegene Ganglienzellen — Retinazellen —« ein, wie oben schon des Näheren erörtert wurde.

Beide Forscher haben Recht. In der That sieht man an den Schnitten (Fig. 1, 10 und 12, die letzten beiden von *Planaria polychroa*, wo die Verhältnisse genau so sind, wie bei *Planaria gonocephala*) vor dem Pigmentbecher, der vorderen Augenmembran dicht angelagert, eine feinfaserige Masse *Fa* von 0,025—0,036 mm Dicke. Sie breitet sich vor der ganzen Öffnung des Pigmentbeckers aus und umgreift denselben auch noch etwas auf der ventralen Seite, wie aus Fig. 12, die aus drei auf einander folgenden Schnitten kombinirt ist, hervorgeht. An der äußeren Peripherie dieser Faser-masse *Fa* liegt die erwähnte »Rindenschicht« von Zellen, deren Grenzen auf meinen Präparaten bald mehr, bald weniger deutlich waren und sich durch dunklere Färbung vor der Faser-masse auszeichneten. Ihre Kerne, deren Dimensionen 0,005 und 0,008 mm im Durchschnitt maßen, heben sich durch sehr distinkte Färbung ihrer Ränder und der Kernkörperchen hervor. Diese lichtempfindlichen Zellen, wie ich sie nennen will, liegen an der Peripherie bald in einfacher, bald in doppelter Reihe. Ganz allgemein schien eine geringe Anhäufung am ventralen Augenrande stattzufinden (Fig. 12). Außerhalb dieser Zellschicht beginnt sofort das Parenchymgewebe des Körpers.

Von diesen lichtempfindlichen Zellen gehen nun durch die oben näher beschriebene Faser-masse bald gerade, bald etwas gewellt verlaufende Fortsätze aus, von einer durchschnittlichen Breite von 0,001 bis 0,0015 mm, während die Länge je nach der Lage der Zellen wechselte. Diese Zellausläufer treten durch die erwähnten Öffnungen in der vorderen Augenmembran in direkten, kontinuierlichen

Zusammenhang mit den Kolbenstielen, deren Struktur sie auch in den meisten Fällen zeigen. Somit erscheinen die Sehkolben als letzte Ausläufer jener vor dem Pigmentbecher gelegenen lichtempfindlichen Zellen, eine Deutung, die in dem Abschnitt über die Regeneration der Augen eine weitere Begründung erfahren wird. Somit kann ich den Zusammenhang, den BÖHMIG zwischen seinen Retinazellen und den Sehkolben erkannte — so weit man ohne Zeichnung zu urtheilen in der Lage ist — bestätigen. Dass dieser Zellausläufer sich jedoch theilt, und von den Theilungsprodukten nur der stärkere Faden in den Kolben übergehen soll, wie BÖHMIG angiebt, habe ich bei keiner der untersuchten Arten beobachten können.

CARRIÈRE beobachtete jenen Zusammenhang zwischen Zellen und Sehkolben noch nicht, wesshalb auch auf seinen Zeichnungen die Fortsetzung der austretenden Kolbenstiele sich in der Fasermasse verlor. Für die ganze Auffassung der Sehkolben und jener lichtempfindlichen Zellen ist der Zusammenhang aber sehr wichtig; denn daraus geht hervor, dass Kerne, welche in den Verbreiterungen der Sehkolben verschiedentlich gesucht worden sind, dort überhaupt nicht vorzukommen brauchen, da sie in jenen Zellen schon gelagert sind. Nach der den Sehkolben entgegengesetzten Seite tritt nun jede der lichtempfindlichen Zellen mit einer Nervenfasern des Nervus opticus in direkte Verbindung, so dass auf diese Weise die Perception von Lichteindrücken und die Deutung jener Zellen und Fasern als »zellig-nervöse Retina« ermöglicht wird.

### 5. Der Nervus opticus.

Die Verbindung des Auges durch diesen Nerven mit dem Gehirn ist sowohl von HERTWIG, als auch von CARRIÈRE und BÖHMIG in gleicher Weise beobachtet worden; sie lässt sich auch bei vollständigen Serien mit Leichtigkeit feststellen, da sich das Nervengewebe von seiner Umgebung stets deutlich abhebt, und zwar entweder dadurch, dass es sich nicht färbt oder nach Osmiumbehandlung jene leichte Bräunung zeigt.

Der Nerv entspringt aus einem etwas vorspringenden Theil des Gehirns, nahe der Verbindungskommissur der beiden Hirnhälften (Textfig. 5); er steigt bei einer durchschnittlichen Breite von 0,01 bis 0,018 mm schräg nach vorn und außen empor, geht unter dem Pigmentbecher hindurch und biegt dann mit seinen Fasern in die zellig-nervöse Retina. Ob sich in seinen Verlauf zwischen Gehirn und Retina ein spezifisches Ganglion opticum einschaltet, als welches

dann die am ventralen Rande des Pigmentbechers meist zahlreicher gelegenen Zellen (Fig. 10 und 12) vielleicht zu deuten wären, kann ich nicht mit Sicherheit entscheiden; immerhin halte ich jedoch das Vorkommen eines derartigen Ganglions für unwahrscheinlich und die Zugehörigkeit jener Zellen zur Retina für natürlicher. Die sich mit den Zellen der Retina verbindenden Nervenfasern, die nach ihrem Austritt aus dem Gehirn einen einheitlichen Nerven bilden, treten jede einzeln zu einer Retinazelle (Textfig. 5 und Fig. 12).

Ich will nicht unterlassen, auf die großen Schwierigkeiten noch hinzuweisen, die Einem bei der genauen und sicheren Feststellung der Verhältnisse der Retina und des Nerven aus den vielen Muskelzügen *M* erwachsen, die sich selbst in der nervösen Partie befinden. Ihr homogenes Aussehen und ihr stärkeres Lichtbrechungsvermögen kennzeichnet sie jedoch meistentheils noch den Nervenfasern gegenüber.

## 2. *Planaria polychroa* O. Schmidt.

Alles, was bis jetzt über *Planaria gonocephala* gesagt wurde, gilt auch in genau derselben Weise für diese Planarie. Nur in zwei nebensächlichen Punkten konnte ich eine Abweichung beobachten. Hinsichtlich der auch vorn in der Mitte des der Auricularfortsätze entbehrenden Kopfes gelegenen Augen ist zu bemerken, dass sie der Hauptachse des Thieres etwas mehr genähert sind, als bei der vorhin betrachteten *Planaria gonocephala*. Im Übrigen stimmen aber die Lageverhältnisse des Auges und seiner Theile, sowie deren Größenverhältnisse und Gestalt vollständig mit den beschriebenen überein.

Auch der feinere Bau der Augen von *Planaria gonocephala* kehrt bei *Planaria polychroa* wieder; nur im Bau der Kolben findet sich eine geringe Abweichung (Fig. 11). Man erkennt an ihnen auch die Zusammensetzung aus den drei Stücken: Kolbenstiel, Kegelstück und Kolbenplatte, und findet auch in den ersten beiden Theilen die gleichen Strukturen, die oben beschrieben wurden. Jedoch die dunkle Haube und das hellere Zwischenstück, welche in den Sehkolben von *Planaria gonocephala* häufig zu beobachten waren (Fig. 5 und 9), fehlten hier stets, so dass im Sehkolben von *Planaria polychroa* auf die büschel- oder garbenartige Ausbreitung des Achsenfadens im sogenannten Kegelstück sofort die endgültige Kolbenplatte *K<sub>p</sub>* folgt, die sich hier auf dem Längsschnitt eines Kolbens durch dichte

netzförmige Faserung, in der blässere und dunklere Fasern zu unterscheiden sind, auszeichnet. Am Rande geht die Kolbenplatte auch wieder in eine scharf gezähnte Linie  $z$  über.

Dann findet sich noch mit großer Regelmäßigkeit an den Sehkolben, oder richtiger gesagt an den Ausläufern der lichtempfindlichen Zellen, dicht vor der vorderen Augenmembran eine knötchenartige Anschwellung  $Kn$ . Gleich darauf erfolgt die Durchsetzung der genannten Membran und der Übergang in den Kolbenstiel.

In Bezug auf die zellig-nervöse Retina und den Augennerv herrscht wieder vollkommene Übereinstimmung mit dem oben Mitgetheilten.

### 3. *Dendrocoelum lacteum* (Müll.) Oerst.

Das über das Auge von *Planaria gonocephala* im allgemeinen Theil und in dem Abschnitt über die allgemeine Morphologie des Auges Berichtete behält auch seine Gültigkeit für *Dendrocoelum lacteum*, wenn hinzugefügt wird, dass sich die Augen etwas mehr von der Hauptachse entfernen, als es dort der Fall war, so dass sie den Seitenrändern des ebenfalls dreieckigen Kopfes näher stehen als der Hauptachse.

Ich wende mich darum gleich zu dem feineren, histologischen Bau des Auges und thue dieses auch nur so weit, als sich Unterschiede von den obigen Ergebnissen feststellen lassen.

Der Pigmentbecher ist an seiner ventralen Region etwas sackartig ausgebuchtet, was aus der breiteren Lage des Pigments im ventralen Theil des Pigmentbechers in Fig. 14 und 15 zu erkennen ist. Im Allgemeinen ist die Wand des Pigmentbechers nicht so dick wie bei den zuerst besprochenen Arten, während die Pigmentkügelchen selbst kleiner und auch lockerer zusammengepackt sind. Die Mehrzelligkeit des Pigmentbechers ist an einzelnen, sehr spärlichen Zellgrenzen (Fig. 14  $Pz$ ) noch zu erkennen; außerdem spricht aber auch hier das Vorhandensein mehrerer Kerne ( $Pk$ ), die dem Pigmentbecher dicht anliegen, für dessen Zusammensetzung aus vielen Zellen.

Die Sehkolben erfahren bei *Dendrocoelum lacteum* eine eigenthümliche Modifikation. Schon IJIMA (1884, 23) schreibt darüber: »Von der Grenze zwischen der Becherhöhle und dem Ganglion opticum aus erstrecken sich in die Höhle unregelmäßige, dicke Stäbe von ganz demselben Aussehen wie die Kolben von *Planaria polychroa*. Die Stäbe spalten sich hier und da und verschmelzen mit

einander, so dass Zwischenräume von rundlicher, langgestreckter oder verästelter Gestalt zu Stande kommen. Diese Räume enthalten entweder Körnchen oder sind vollständig klar wie Vacuolen. An dem Boden des Bechers ist die homogene Substanz der Stäbe vollständig verschmolzen. Einen direkten Zusammenhang zwischen den Stäben und den Fasern des Sehnerven oder des Ganglion opticum habe ich nicht sehen können.« — Mit dieser Beschreibung der Sehkolben stimmt meine Untersuchung sehr wenig überein. Die fraglichen Gebilde sind bei *Dendrocoelum laeteum* nicht mehr stempelartig, weisen auch nicht mehr die Gliederung in jene drei Theile auf, sondern zeigen einen wesentlichen anderen Bau. Sie sind, wie LJIMA ganz richtig angiebt, stabförmig, an dem, dem Grunde des Pigmentbechers zugekehrten freien Ende abgerundet, während das entgegengesetzte breit an der vorderen Augenmembran endet, indem sich der Querschnitt des ganzen Gebildes dort auch gewöhnlich etwas verbreitert im Vergleich zum freien Ende (Fig. 14 und 15). Obgleich nun hier der Name »Sehkolben« für diese Theile des Auges streng genommen nicht passend erscheint, soll er doch wegen der Analogie mit den Kolben der anderen Arten beibehalten werden.

Man erkennt auch hier wieder in den Sehkolben einen dunkeln Achsenfaden (*a*, Fig. 13), der jedoch nicht aus einzelnen, fest auf einander liegenden Längsfibrillen besteht, sondern eine komplizirtere Struktur aufweist. Auf einem Längsschnitte durch den Sehkolben zeigt der Achsenfaden eine klar hervortretende, netzige Struktur. Die einzelnen Fäden der vielen Maschen zeigen an ihren Verbindungspunkten kleine Knötchenbildungen, die durch ihre dunklere Färbung hervortreten und in zwei fast parallele Längsreihen angeordnet sind (*Kb*, Fig. 13). Über diesem Achsenfaden, der also plastisch die Gestalt eines mehr oder weniger regelmäßigen Cylinders hat, liegt seine den Zeichnungen von *Planaria gonocephala* und *polychroa* entsprechende Hülle *i*, die hier aber viel mehr als dort zur Geltung kommt und auch dieselbe Struktur wie der Achsenfaden aufweist, jedoch etwas schwächer gefärbt ist. Ein Blick auf Fig. 13 giebt genügend Aufschluss über diese Verhältnisse.

Außer diesen beiden Theilen sieht man an dem Sehkolben eine weitere, sehr dicke und fein radiäre gestreifte äußerste Hülle. Es ist fraglich, ob man diese Hülle des Sehkolbens dem Zwischenstück oder der Kolbenplatte analogisiren darf. Fig. 14 zeigt in der oberen Ecke auch einen Sehkolben im Querschnitt; es ist nicht schwierig, an ihm die oben erwähnten Theile wiederzufinden. Der

Schnitt beweist außerdem noch, dass die Hülle und der Achsenfaden des Kolbenstieles unter sich wieder durch mannigfache Anastomosen im Zusammenhange stehen. Ich möchte an dieser Stelle nochmals hervorheben, dass sich zur Erkennung dieser feinen Strukturen die Untersuchung des Objekts in Wasser viel besser eignet, als die in Damarlack oder Kanadabalsam.

Die Höhlung des Pigmentbeckers hat sich hier, so weit sie nicht von Sehkolben erfüllt ist, viel deutlicher, wenn auch nur schwach gefärbt (*Ga*), als bei den übrigen Planarien. Es spricht dieses vielleicht dafür, dass das Auge von *Dendrocoelum lacteum* mehr von der oben erwähnten gallertigen Masse erfüllt ist, als die Augen der besprochenen Arten.

Die vordere Augenmembran (*vm*, Fig. 14 und 15) erkennt man auch hier wieder; nicht so deutlich jedoch den Durchtritt der Sehkolben durch dieselbe. In dieser Beziehung scheint bei *Dendrocoelum lacteum* auch eine Verschiedenheit zu bestehen gegenüber den oben besprochenen Verhältnissen. Wie aus Fig. 14 hervorgeht, geht die der vorderen Augenmembran zustrebende Faser der lichtempfindlichen Zelle nicht in das ganze basale Ende des Sehkolbens über, sondern diese Kommunikation besteht nur zwischen ihr und dem Achsenfaden des Kolbens.

Die lichtempfindlichen Zellen der zellig-nervösen Retina treten in relativ geringerer Anzahl auf; im Allgemeinen ist ihre dichtere Lagerung am ventralen Rand des Pigmentbeckers häufiger zu beobachten (Fig. 15), was vielleicht wieder zur Annahme eines Ganglion opticum verleiten könnte. Da aber auch diese Zellen ihre Ausläufer direkt in das Innere des Pigmentbeckers senden, so dürfte wohl ihre Beschaffenheit als Ganglienzellen fraglich erscheinen.

Die hier nicht besonders hervorgehobenen Punkte stimmen mit denen von *Planaria gonocephala* und *polychroa* überein.

#### 4. *Polycelis nigra* Ehrbg.

##### 1. Allgemeines über die Augen.

Über die Augen dieser Turbellarie berichtet CARRIÈRE auf p. 171: »An dem Vorderende und den beiden Seitenrändern des Kopfendes, und zwar an der Kante, welche die flache Sohle mit dem gewölbten Körper bildet, liegt bei *Polycelis nigra* eine große Anzahl schwarzer Pigmentflecke. Dieselben sind kegelförmig bis halbkugelig gestaltet, und über sowie vor ihnen nimmt man einen hellen Hof wahr, welcher durch lokale Verminderung des unter dem

Epithel abgelagerten Pigments hervorgebracht wird. Am besten sind diese Flecke bei den braunen Spielarten von *Polycelis nigra* wahrzunehmen, wo sie sich von der Umgebung sehr scharf abheben. Sie sind unregelmäßig gelagert sowohl in Beziehung auf den seitlichen Abstand von einander, als auch in so fern sie nicht immer in einer Linie, sondern auch zuweilen zu mehreren über einander stehen. Ferner findet sich ein Unterschied in Gestalt und Größe, indem die vorderen Pigmentflecke mehr kegelförmig, die hinteren etwas flacher und länger sind. Auch die Zahl ist keine konstante, sondern nach den einzelnen Exemplaren und selbst an den beiden Körperhälften eines Individuums verschieden.« CARRIÈRE fand bei einem Exemplar auf der einen Seite 26, auf der anderen 43 theils größere, theils kleinere Augen; zwei von mir darauf hin untersuchte ergaben die Zahlen 8 und 12, das andere 20 und 35, die Variabilität in der Zahl der Pigmentflecke ist also sehr groß.

Mit den obigen Ausführungen stimmen meine Beobachtungen vollständig überein; ich füge nur noch hinzu, dass die Öffnung der einzelnen Pigmentbecher nicht wie bei den bisher betrachteten Formen schräg nach vorn und auswärts gerichtet ist, sondern — so weit sie an den Seitenrändern liegen — in die Richtung der Querachse, vorn am Kopfrande jedoch mehr in die Richtung der Hauptachse fällt.

## 2. Feinerer Bau des Auges.

Die Pigmentschale weicht hier zum ersten Male in ihrem Bau wesentlich von den oben beschriebenen Verhältnissen ab; sie unterscheidet sich nämlich von ihnen abgesehen von ihrer relativ geringeren Größe — so betrug der Durchmesser durchschnittlich nur 0,023 mm — durch ihre Einzelligkeit. Mehrere Pigmentzellen in dem Pigmentbecher nachzuweisen, ist mir nie möglich gewesen. Es geht dieses auch schon daraus hervor, dass man an der Peripherie des Pigmentbeckers stets nur einen dem Pigment dicht angelagerten Kern findet (*Pk*, Fig. 16 und 20). Das Pigment der Pigmentzelle ist nicht in jedem Auge übereinstimmend, sondern in den weiter nach hinten gelegenen lockerer und grobkörniger.

Die Sehkolben zeigen im *Polycelis*-Auge ebenfalls ein anderes Verhalten. CARRIÈRE beschrieb das Innere des Pigmentbeckers auf p. 171 noch als »strukturlose und hyaline Kugel« mit einem Durchmesser von 0,009—0,01 mm. Jedoch IJIMA (1884, 23, p. 436—438) wies schon nach, dass die homogene Kugel aus meist zwei Kolben

bestehe, zu denen sich eine zutretende Faser jedes Mal verfolgen ließe. Dieses entspricht auch dem, was meine Präparate zeigen. In dem Pigmentbecher findet man zwei bis vier Kolben (*K*, Fig. 20), jedoch von einfacherem Bau, als bei den oben betrachteten Formen. Die äußere Gestalt der Kolben ist der bei den Sehkolben von *Planaria polychroa* sehr ähnlich, obgleich sich die drei Theile — Stiel, Kegelstück und Kolbenplatte — nicht scharf gegen einander absetzen. Ein deutlich differenzirtes Kegelstück habe ich nur einmal beobachten können; es ist dargestellt in dem untersten Kolben des oberen Auges in Fig. 20. Gewöhnlich boten die Sehkolben das in Fig. 17 gezeichnete Bild. Zwei Theile sind demnach an ihnen zu unterscheiden, ein dunkler, scharf umgrenzter, der dem Kolbenstiel nach den bisherigen Beschreibungen gleich ist. Man unterscheidet an ihm auch den dunkeln Achsenfaden  $\alpha$ , der auch aus mehreren Längs fibrillen zusammengesetzt erscheint und seine Hülle *i*. An dem, dem Inneren des Pigmentbeckers zugekehrten Ende des Kolbenstieles findet sich eine kleine Anschwellung (*An*). Auf diese folgt das der Kolbenplatte analoge Stück *Kp*, aus netzartig unter einander verbundenen, strahligen Fasern zusammengesetzt. Diese Kolbenplatte zeigt mehr oder weniger eine nierenförmige Gestalt.

Ein Blick auf die in Fig. 20 abgebildeten Augen, welche auf einem Querschnitt durch das Thier beisammen lagen, lehrt sofort, dass die eben beschriebene Form eines Sehkolbens durchaus nicht so konstant ist, wie bei den betreffenden Organen der *Planaria*-Arten. In dem oberen Auge sieht man außer dem in seiner Abweichung schon weiter oben näher beschriebenen unteren Kolben noch einen zweiten, der sich jener Beschreibung auch nicht fügt. Es ist dieses der mittlere, der sich seiner äußeren Gestalt nach wieder mit den Sehkolben von *Planaria polychroa* deckt, in allen seinen Theilen aber von derselben Struktur und Färbung ist, so dass seine Unterscheidung in Stiel und Kolbenplatte danach nicht zu erkennen wäre. Ein ähnlich gebauter Sehkolben ist noch der mittlere im unteren Auge derselben Figur, während der darüber liegende einen Kolbenstiel überhaupt nicht erkennen lässt; dieser ist jedenfalls nicht mit geschnitten worden. Dass die einzelnen Kolben mit Fasern nach außen in Verbindung stehen, wie IJIMA angiebt, geht auch aus meinen Zeichnungen hervor.

Ein eigenthümliches, bisher nicht beobachtetes Verhalten zeigen die Sehkolben noch in Bezug auf ihre Lagerung zum Pigmentbecher. Waren dieselben in ihrem Vorkommen bislang nur auf die Höhlung

des Pigmentbechers beschränkt, so sieht man hier, dass einzelne Sehkolben bald nur bis zur Hälfte im Pigmentbecher liegen, andere liegen ganz außerhalb davor oder daneben, ein Umstand, der erschließen lässt, dass eine vordere Augenmembran hier fehlen muss, was auch den Befunden entspricht. Es ist dieses eine Erscheinung, die von Hirudineen ja schon länger bekannt ist; von ihnen weiß man, »dass man in dem Vorderende des Körpers unter dem Epithel theils dicht neben einem Auge, theils davon weit entfernt häufig Innenkörper vereinzelt oder zu kleinen Gruppen vereinigt antrifft, die, nicht von Pigment umgeben, anscheinend frei in den Geweben liegen« (cf. CARRIÈRE [1885, 25] p. 27). Auch MEYER (1892, 39, p. 567) untersuchte später genauer an Hirudineenaugen jene »hellen Zellen«, die nicht im Inneren des Auges gelegen und mit starkem Lichtbrechungsvermögen ausgezeichnet sind.

Von einer zellig-nervösen Retina in dem obigen Sinne habe ich im Polycelis-Auge nichts finden können. Zwar liegen in der Umgebung des Pigmentbechers mehrere Kerne (*Ke*, Fig. 20), die auch CARRIÈRE auf seinen Zeichnungen als Kerne von Ganglienzellen deutet, ohne jedoch irgend welches Argument dafür beizubringen, von denen ich aber keine Analogie mit denen der besprochenen Augen finden konnte.

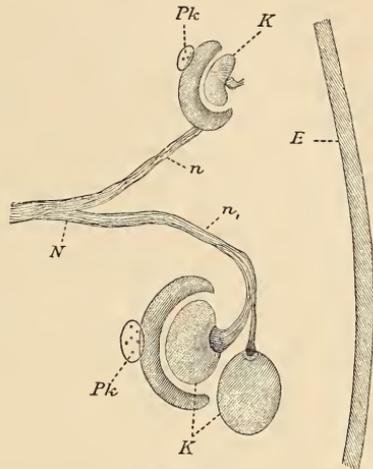
In Fig. 16 liegen auch zwei, vielleicht Zellen angehörige Kerne (*Ke*) im Verlauf einer Nervenfaser, ein Verhalten, das ich sonst nicht wiedergesehen habe, so dass ich es nicht der Retina der besprochenen Arten zur Seite stellen kann. Die vor dem Auge liegende Fasermasse *Fa*, die dann derjenigen einer zellig-nervösen Retina entsprechen würde, ist in ihrem Auftreten ziemlich konstant.

Die sich mit den Sehkolben in Verbindung setzenden Nervenfasern zeigen eine verschiedene Art des Zutritts. Entweder treten sie, nachdem sie sich von einem größeren Nerven abgezweigt haben (Fig. 20 oben), von der ventralen Seite des Pigmentbechers der Öffnung desselben zu, oder sie biegen dorsalwärts um den Augenbecher herum (unteres Auge) und setzen sich so mit den Sehkolbenstielen in Verbindung. Ein dritter Fall ist der (Fig. 16), dass ein größerer Nerv (*N*) sich dicht am Pigmentbecher oder etwas näher an der Hauptachse in zwei kleinere Äste (*n*) theilt; diese gehen um den Pigmentbecher, indem sie ihn umgreifen, herum und senden so ihre Fasern in das Auge. Der abgebildete Schnitt streift das Auge nur noch, wesshalb von einer Höhlung des Pigmentbechers und von Sehkolben nichts mehr zu bemerken

ist; beides lag auf früheren Schnitten. — Nun muss ich noch eine letzte Art des Nervenzutritts erwähnen, die ich auch mehrere Male beobachtete und in der Textfig. 7 dargestellt habe. Hier theilt sich auch ein größerer, zwischen zwei Augen gelegener Nerv in zwei kleinere Aste, von denen der eine das obere, der andere das untere Auge versorgt.

Eine Verbindung der Augen in der Kopfregion durch den Nerven mit dem Gehirn habe ich zweimal beobachten können, und zwar an dem Fig. 16 abgebildeten Auge.

Ich will nicht unterlassen, auf die Schwierigkeit hinzuweisen, welche sich einem bei der Feststellung dieser Verhältnisse durch den äußerst reichen, subcutanen Nervenplexus entgegenstellen. Dieser findet sich überall, aber namentlich stark an den Seitenrändern des Körpers in Gestalt eines vielmaschigen Netzes, dessen Fasern oft dieselbe Stärke wie die Augennerven besitzen, so dass es angestrongter Untersuchung bedarf, um beide mit Sicherheit aus einander halten zu können.



Textfig. 7.

Zwei von einem gemeinsamen Nerven versorgte Augen von *Polycelis nigra*. *E*, Epidermis; *n* u. *n*<sub>1</sub>, Zweige des Anfangs einheitlichen Nerven *N*.  
Sonst wie bei Fig. 5.

### 5. *Bipalium kewense* Moseley.

Das mir zur Untersuchung vorliegende, bereits in Sublimat konservierte Exemplar war mir aus der hiesigen Institutssammlung überlassen worden; es war im Botanischen Garten der Universität Heidelberg gefunden worden.

Die Lage und Stellung der äußerst zahlreichen Augen von *Bipalium* wurde von MOSELEY (1874, 9, p. 144—146) und von BERGENDAL (1887, 31) sehr genau untersucht, so dass ich ihren Ausführungen nichts Neues hinzuzufügen in der Lage bin. Der Vollständigkeit wegen will ich hier nur kurz wiederholen, dass die Augen eine drei- bis vierreihige Zone am Kopfrande bilden, aber auch an den Seiten des Thieres, jedoch nie auf dem Rücken, in ein oder zwei Längsreihen bis zum hintersten Ende sich finden. Die größten Augen liegen am Kopfe und dicht hinter demselben.

Hier stehen sie auch enger zusammen als in der hinteren Hälfte des Körpers. Jeder Pigmentbecher hat die Form einer hohlen Halbkugel, deren Wölbung nach innen liegt, deren flache Seite nach außen gekehrt ist und hier auch die Öffnung besitzt (Fig. 18).

Auch an dem Auge von *Bipalium* sind jene bekannten Theile zu unterscheiden, der Pigmentbecher, die Sehkolben und die nervöse Masse. Die Größenverhältnisse waren bei einem Exemplar folgende: Die Dicke des Pigmentbeckers betrug 0,006 mm, sein Querdurchmesser 0,023 mm, die Entfernung von der vorderen Augenmembran *vm* (Fig. 21) bis zum Grund des Pigmentbeckers 0,026 mm, die Länge eines Sehkolbens endlich 0,012 mm.

Was den feineren Bau des Auges angeht, so ist hinsichtlich des Pigmentbeckers zunächst zu bemerken, dass er auch wie bei *Polycelis nigra* nur von einer Pigmentzelle, deren Kern (*Pk*, Fig. 18 und 21) dem Pigment dicht anliegt, gebildet wird. Dieses erkannte schon MOSELEY, indem er den ganzen Pigmentbecher als eine modifizierte Zelle betrachtete. Die hintere Grenze (*H*) der Pigmentzelle ist meistentheils sehr deutlich zu erkennen.

Im Inneren des Pigmentbeckers liegt nun »der Krystallkegel« BERGENDAL'S (1887, 31, p. 6). Nach meinen Präparaten wird derselbe aus drei bis sechs Sehkolben gebildet, die meistentheils die in Fig. 18 abgebildete Form zeigen. Auf ein als Kolbenstiel zu unterscheidendes Theilstück (*St*), das eine Sonderung in Achsenfaden und Hülle nicht erkennen lässt, wohl aber noch einzelne Längsfibrillen zeigt, folgt eine Kolbenplatte (*Kp*) von ovaler Gestalt mit deutlicher Längsstreifung, in der einzelne Fasern durch ihre Dicke und durch stärkere Färbung sich vor den anderen auszeichnen. Ein als Kegelstück zu deutendes Mittelstück zwischen beiden Theilen fehlt auch hier. Einen eigenthümlich gebauten Kolben mit dreitheiliger Kolbenplatte zeigt Fig. 19. Vielleicht ist derselbe durch Verwachsung dreier ursprünglich getrennter Kolben entstanden.

Betrachtet man noch den etwas schrägen Querschnitt in Fig. 21, so erkennt man auch hier die einzelnen Theile mit Leichtigkeit. In dem Pigmentbecher liegen drei vollständig getroffene, sichere Sehkolben mit dem dunkeln Kolbenstiel (*St*) in der Mitte, der in dem oberen Querschnitt eine Spaltung in zwei Äste (*st* und *st*<sub>1</sub>) zu zeigen scheint, und der um ihn herum liegenden Kolbenplatte (*Kp*), die in dem größten der gezeichneten Kolben ein anormales Verhalten in so fern zeigt, als sie nicht rund, sondern in mehrere Spitzen ausgezogen ist. Die zwischen der vorderen Augenmembran und den eben

beschriebenen Kolben noch vorhandene, in zwei Partien deutlich gegliederte streifige Masse stellt jedenfalls noch Reste übriger Sehkolben dar, die entweder nur angeschnitten, oder von den übrigen Kolben verdeckt sind. Dieselbe Deutung dürfte auch wohl für die bei *a* vorhandenen Strukturen berechtigt sein.

Eine gallertige Masse zwischen Kolben und Pigmentbecher, die bei den Planarien in Gestalt jener homogenen Färbung zu beobachten war, findet sich hier eben so wenig wie bei *Polycelis nigra*; wenigstens erscheint der fragliche Raum stets leer. Ein isolirtes Auftreten von Sehkolben außerhalb des Pigmentbeckers, wie es bei *Polycelis nigra* beobachtet wurde, findet hier nicht statt, obgleich eine vordere Augenmembran auch nicht immer zu finden ist. So ist dieselbe sehr gut zu erkennen in Fig. 21, wo sie sich als deutliche, dunkle Linie zu erkennen giebt; auch hier scheint sie — wie oben näher ausgeführt wurde — eine feine Ausbreitung der Zelle des Pigmentbeckers darzustellen. In Fig. 18 jedoch war eine Grenze zwischen dem Inneren des Pigmentbeckers und der nervösen Masse nicht zu erkennen.

Der letzte Bestandtheil des Auges, die zellig-nervöse Retina, zeigt auch hier wieder ein abweichendes Verhalten. Man sieht (Fig. 18) zwischen dem Auge und dem Parenchym eine deutlich faserige, entschieden nervöse Masse von ziemlich bedeutender Dicke (*Fa*); sie biegt in der Richtung nach dem vorderen Körperende um das Auge herum und scheint hier von mehreren Zellen (*Iz*), die den lichtempfindlichen Zellen der übrigen Arten zu analogisiren sind, auszugehen. Zu diesen Zellen treten auf der entgegengesetzten Seite die Fasern eines stärkeren Nerven (*N*), der sich jedoch nicht bis ins Centralorgan verfolgen ließ, obgleich der Schnitt in der Gegend desselben geführt war. BERGENDAL hat an den Seiten der von ihm untersuchten Augen bisweilen »ganglienartige Anschwellungen« gefunden; vielleicht sind dieselben mit jenen lichtempfindlichen Zellen identisch. Eine direkte Verbindung jedoch einer einzelnen Faser mit einem Sehkolben habe ich nicht beobachten können, obgleich dieselbe per analogiam wohl anzunehmen ist.

Einen principiellen Unterschied im Bau der vorderen Augen im Vergleich zu den hinteren habe ich weder bei *Bipalium* noch bei *Polycelis* gefunden; die letzteren sind nur etwas kleiner als die ersteren und enthalten auch meistens eine geringere Zahl von Sehkolben.

In kurzen Worten ist das Resultat der obigen Untersuchung

folgendes: Die lichtempfindlichen Organe der fünf untersuchten Arten zeigen in ihrem Bau principielle Übereinstimmung in so fern, als die Hauptbestandtheile — der Pigmentbecher, die Sehkolben, die nervöse Masse und der Nerv — bei allen in derselben gegenseitigen Lage angetroffen werden. Die ersten drei Arten, *Planaria gonocephala*, *Pl. polychroa* und *Dendrocoelum lacteum* haben nur zwei, vor dem Gehirn gelegene Augen, die letzten beiden Arten *Polycelis nigra* und *Bipalium kewense* haben zahlreiche Augen an beiden Seitenrändern des Körpers, die Augen der drei ersten sind relativ größer als die der letzten. Der Pigmentbecher ist vielzellig bei den ersten drei, einzellig dagegen und bedeutend flacher bei den letzten Arten.

Die Sehkolben sind bei den beiden ersten Arten stempelförmig und aus drei deutlichen Theilen, dem Kolbenstiel, dem Kegelstück und der Kolbenplatte zusammengesetzt. Bei *Planaria gonocephala* ist zwischen Kegelstück und Kolbenplatte sehr häufig noch eine dunkle Haube und ein helles Zwischenstück zu beobachten. Der Stiel zeigt bei beiden Arten eine Sonderung in den Achsenfaden und die Hülle. Eigenthümlich modificirt sind die stabförmigen Sehkolben von *Dendrocoelum lacteum*, Achsenfaden und Hülle stellen hier faserig-netzige Cylinder dar, über welche eine, vielleicht dem Kegelstück oder der Kolbenplatte analoge, dicke äußere Hülle gelagert ist. An den Sehkolben von *Bipalium* und *Polycelis* ist ein Kegelstück fast nie beobachtet worden. Kerne fehlten stets in den Kolben.

Die Sehkolben durchsetzen bei den meisten Arten eine die Höhlung des Pigmentbechers abschließende vordere Augenmembran, die bei *Polycelis nigra* jedoch fehlt, wodurch das Auftreten einzelner Kolben außerhalb des Pigmentbechers ermöglicht wird.

Vor dieser vorderen Augenmembran liegt eine zellig-nervöse Retina, die in allen Fällen aus zwei Theilen besteht, einer hellen Fasermasse und den davor oder seitlich daneben gelegenen lichtempfindlichen Zellen, die sich mittels direkter Ausläufer nach der einen Seite mit den Sehkolben in Verbindung setzen, nach der anderen mit den Fasern des Nervus opticus. An Klarheit und Deutlichkeit überwiegen diese Verhältnisse bedeutend bei den drei ersten Arten.

#### Regenerationsversuche an *Planaria gonocephala*.

Die von CARRIÈRE an *Planaria polychroa* in dieser Richtung angestellten Untersuchungen bewogen mich, diese Frage an *Planaria*

gonocephala auch genauer zu studiren, da mir genügend Material zu Gebote stand. Ich schnitt den ausgestreckten Thieren die Köpfe bis hinter die Auricularfortsätze ab und brachte sie dann unter möglichst geeignete Verhältnisse, in durchlüftete Glasgefäße, die außer dem Wasser noch kleine Steine und einige Wasserpflanzen enthielten. Hier gewannen die nach der Amputation sehr lethargischen Thiere bald ihre frühere Lebhaftigkeit wieder. An jedem zweiten Tage konservirte ich dann zwei der eingesetzten Exemplare und fertigte ausnahmslos Querschnitte durch das regenerirte Vorderende an. Mit dem 22. Tage war das Auge vollständig in allen seinen Theilen regenerirt. Der neugebildete Körpertheil unterscheidet sich am lebenden Thiere schon äußerlich dadurch von dem übrigen, dass er fast weiß erscheint, das Pigment im Körper also noch nicht ausgebildet ist. Dieses stimmt auch überein mit einer Angabe METSCHNIKOFF'S (1883, 22, p. 346), dass die jungen Planarien (*Pl. polychroa*) als vollkommen farblose Würmchen geboren werden.

Es ist nun nicht richtig, wenn man von vorn herein gleich annimmt, dass man durch Konservirung der Thiere von zwei zu zwei Tagen auch wirklich auf einander folgende Stadien der Entwicklung des Auges erhält. So zeigte sich bei meinen Versuchen ein sechs Tage altes Auge bedeutend weiter entwickelt, als ein neun Tage altes. Es hängt dieses jedenfalls davon ab, dass man nicht genau das gleiche Stück bei jedem Thier abschneiden kann, sondern dabei größere oder geringere Unregelmäßigkeiten begeht, sodann aber auch sicher von der Individualität der Thiere selbst, sowie von den äußeren Bedingungen, unter denen sie leben müssen. Ich stellte die Regenerationsversuche zweimal an, indem ich das eine Mal die Thiere am zweiten, vierten, sechsten etc. Tage konservirte, das andere Mal am dritten, fünften etc.

Über die Entwicklung der Augen findet sich in den Arbeiten über Entwicklungsgeschichte der Turbellarien begreiflicher Weise nur sehr wenig. SELENKA (1881, 20), der seine Untersuchungen an den marinen Planarien *Leptoplana tremellaris* O. F. Müller, *Eurylepta cristata* Quatrefages, *Leptoplana Alcinoi* O. Schmidt und *Thysanozoon Diesingii* Grube anstellte, sagte über die Entstehung dieser Organe: »Die Augen entstehen als Ektodermgebilde. — Bei *Leptoplana tremellaris* geschieht die Pigmentablagerung in den vorderen Augenzellen, schon ehe dieselben aus dem Niveau der übrigen Ektodermzellen ins Innere getreten sind, so dass ihre Herkunft vom Ektoderm leicht nachweisbar ist; die hinteren Augenzellen erhalten erst später,

nachdem die Ganglien schon verschmolzen sind, Ablagerungen von rothbraunen Pigmentkörnchen.« Nach SELENKA ist also das Auge in allen seinen Theilen ektodermalen Ursprungs, eben so das Gehirn, wie er gegen HALLEZ (1879, 15) und die Gebr. HERTWIG (1881, 17, p. 32), nach deren Angaben das Gehirn mesenchymatöser Herkunft sei, hervorhebt. — Auch LANG (1884, 24) behauptet für die jungen Polycladen oder Polycladenlarven, dass nach dem Ausschlüpfen keine Augen mehr entstehen, sondern dass die ersten derartigen Gebilde im Embryo »in dem schon als Körperepithel differenzirten Ektoderm entstehen«. In Gestalt zweier kleiner und unansehnlicher Pigmentflecke treten nach ihm auch bei *Discocelis tigrina* Lang die ersten zwei Augen im Ektoderm am sechsten Tage auf, in der Zeit vom siebenten bis neunten Tage senken sie sich etwas in das Mesoderm ein, während am zwölften Tage die sehr auffälligen Augenflecke »von schüsselförmiger Gestalt« sich schon bedeutend tiefer gegen die Medianlinie zu in das Mesoderm eingesenkt haben. Nach LANG entstehen also die ersten zwei bis drei Augen der Polycladen im Ektoderm, wandern nachher in das Mesoderm, wo dann alle übrigen Augen durch Theilung der zuerst auftretenden entstehen. — Nach GOETTE (1886, 27), der die Entwicklung von *Stylochopsis pilidium* Goette untersuchte, sind die verschiedenen Theile des Auges jedoch nicht desselben Ursprungs. Er sagt darüber: »... Diese Pigmentanhäufungen schienen mir nicht im Ektoderm zu entstehen, sondern jede von ihnen in Form einer flachen Schüssel der Innenfläche einer Ektodermzelle anzuliegen, also eigentlich dem Entoderm anzugehören. Jene Ektodermzelle bläht sich aber alsbald auf, wird klar, stark lichtbrechend, und ragt dann aus dem Ektoderm nach innen vor; der lichtbrechende Körper des Auges wird also jedenfalls vom Ektoderm geliefert. Eine vollständige Ablösung desselben vom Ektoderm habe ich an meinen Larven nicht beobachten können.« Danach wären also die Pigmentzellen entodermaler, die lichtbrechenden Theile (resp. die Kolben) ektodermaler Herkunft. — Unter den Rhabdocölen sind nach v. GRAFF'S (1882, 21, p. 115) Untersuchungen die linsenlosen Pigmentaugen der Acoela und der Microstomida zweifellos dem Epithel, die Pigmentaugen wie die linsentragenden Augen aller übrigen Formen jedoch dem Parenchym angehörig.

Aus meinen Untersuchungen ergab sich nun Folgendes: An den Exemplaren vom zweiten bis fünften Tage konnte ich trotz aller Bemühungen auf den Querschnitten nichts finden, was mit einer Augenanlage auch nur die entfernteste Ähnlichkeit gehabt hätte. Ich

will damit nicht behaupten, dass auf diesen Stadien auch wirklich noch nichts Derartiges vorhanden sei, aber da sich noch kein Pigment gebildet hat, wird dieses allererste Stadium wohl kaum in der Parenchymmasse aufzufinden sein. Auf Schnitten durch sechs Tage alte Köpfe war die Anlage eines Auges zuerst zu erkennen, da ich aber später in einem neun Tage alten Exemplar jedenfalls noch einfachere und ursprünglichere Verhältnisse fand, mögen diese zunächst Berücksichtigung finden.

Man bemerkte da (Fig. 25) eine Gruppe von fünf Zellen (*Pz*) mitten im Parenchym gelegen, deren scharf kontourirte Kerne deutlich hervortraten, und die ziemlich reichlich Pigment gebildet hatten. Sie sind jedenfalls aus gewöhnlichen Parenchymzellen hervorgegangen, die in der Umgebung reichlich liegen. Außer diesen Pigmentzellen sieht man noch eine andere Gruppe länglicher Zellen von der Umgebung sich abheben, welche je einen langen Fortsatz besitzen. Es ist auch jetzt schon zu vermuthen, dass letztere Zellen die späteren lichtempfindlichen Zellen (*lz*) sind, die ihre Fortsätze aber noch nach verschiedenen Richtungen senden. Das in Fig. 26 gezeichnete Schema zeigt die Lage (*o*) dieser Zellen in Beziehung zu dem Gehirn und zur Epidermis.

Ein weiteres Entwicklungsstadium zeigen die, drei auf einander folgende Schnitte darstellenden Zeichnungen in Fig. 22–24. Sie stammen von Querschnitten durch ein sechs Tage altes regenerirtes Vorderende. Hier haben sich die in Fig. 25 noch zerstreut gelegenen Pigmentzellen (*Pz*) schon zu einem kleinen Pigmentbecher zusammengruppirt, dessen Abschluss durch eine vordere Augenmembran (*vm*) schon deutlich zu erkennen ist. Vor der Öffnung des Pigmentbechers erkennt man auch schon die zellig-nervöse Retina mit der Fasermasse (*Fa*) (Fig. 24) und den lichtempfindlichen Zellen (*lz*), deren charakteristische Fortsätze auf diesem Stadium schon sämtlich nach der Öffnung des Pigmentbechers gekehrt sind, was in Fig. 25 noch nicht der Fall war. Einzelne Stücke von Sehkolben, die hier im Pigmentbecher schon auftraten, ließen noch nichts über ihre Herkunft vermuthen; ihre morphologische und genetische Bedeutung wurde erst durch ein in Fig. 27 abgebildetes acht Tage altes Auge genügend klar gestellt, aus welchem hervorgeht, dass die oben schon ausgesprochene Behauptung, dass lichtempfindliche Zellen und Sehkolben jedes Mal ein morphologisches Ganze bilden, an Wahrscheinlichkeit bedeutend gewinnt, zumal es mir bei diesen Regenerationsversuchen auch niemals gelang, einen Kern in den sich bildenden Kolben

wahrzunehmen. Noch bestimmter ist jedoch die Vermuthung CARRIÈRE'S, dass die Kolben umgewandelte Kerne seien, auf Grund dieser Ergebnisse zurückzuweisen. Die ebenfalls schon oben ausgesprochene Vermuthung, dass die vordere Augenmembran von sehr langen, dünnen Ausläufern der Randzellen des Pigmentbechers gebildet werde, oder von einer dünnen membranösen Ausbreitung dieser Zellen, scheint Fig. 27 auch zu bestätigen, einmal durch die allmähliche Verjüngung der Pigmentzellen, die an die fragliche Membran angrenzen, sodann durch das Auftreten von Pigmentkörnchen in der letzteren.

Diese von neun, sechs und acht Tage alten Augen eben geschilderten Verhältnisse scheinen wirklich drei charakteristische Stadien in der Regeneration der Augen zu sein, denen sich als letztes das fertig regenerirte Auge noch zugesellt, das genau wie das normale gebildet ist, so dass ich darauf nicht einzugehen brauche. Im Allgemeinen ist die Regeneration mit 20 bis 24 Tagen vollendet, ich habe aber auch schon an 15 Tage alten Köpfen voll entwickelte Augen gefunden, eine Unregelmäßigkeit, die ja oben schon näher erörtert wurde.

Nach diesen Bemerkungen ist auch die Möglichkeit des oben beschriebenen, in Fig. 28 abgebildeten, abnormen Auges leicht verständlich, indem sich versprengte Pigmentzellen hier zu einem Pigmentbecher gruppirt, ohne jedoch, wegen Fehlens lichtempfindlicher Zellen, den Charakter von Sehorganen dadurch gewonnen zu haben.

Über die Regeneration des Nervus opticus konnte ich nur so viel feststellen, dass derselbe vom Gehirn aus seinen Ursprung zu nehmen scheint, in der Richtung gegen das Auge weiter regenerirt und dort mit den Fasern und lichtempfindlichen Zellen in Verbindung tritt. Der regenerirte Nerv ist relativ bedeutend schwächer als der normale; auch das Auge erlangt für gewöhnlich nicht vollkommen die Größe des normalen.

Die Anlage von Pigmentzellen sowohl, wie von lichtempfindlichen Zellen erfolgt demnach, so weit meine Untersuchungen reichen, stets im Parenchym des Körpers; von einer Einstülpung der Epidermis konnte nichts beobachtet werden. Bin ich nun auf Grund meiner Befunde auch nicht im Stande, weder die eine Ansicht, dass das Auge in allen seinen Theilen vom Ektoderm abstamme, noch die andere, dass nur die lichtempfindlichen Zellen ektodermal, die Pigmentzellen jedoch mesodermal oder entodermal seien, mit Sicherheit zu unterstützen — da ich ja beide Anlagen im Parenchym

gefunden habe, und da der Schluss von der Regeneration auf die Ontogenie nicht in allen Fällen sicher ist — so glaube ich doch an eine ektodermale Herkunft der lichtempfindlichen Zellen, zumal der Umstand, dass sie auf den Querschnitten der Epidermis stets mehr genähert sind als die Pigmentzellen, eine schwache Stütze dieser Ansicht sein kann. Die Pigmentzellen dagegen halte ich auch für mesodermale Gebilde. Diese Deutung stimmt auch mit der Annahme MEYER's (1892, 39) überein, nach der die hellen Zellen des Hirudineenauges vom Ektoderm sich ableiten (p. 575).

### Kurzer Überblick über den Bau der Augen der Plathelminthen und ihre Beziehung zu den Hirudineenaugen.

Die Untersuchungen über den Bau der Augen der Rhabdocölen, der Tricladen und Polycladen ergeben principielle Übereinstimmungen. Alle stimmen in dem Vorkommen und der gegenseitigen Lage der wichtigsten Theile — dem Pigmentbecher, den Stäbchen oder Kolben und den Retinazellen — überein. Zwar hat BÖHMIG (1890, 35) bei den meisten Rhabdocölen außer diesen Theilen noch besondere Zellen, die er »Linsenzellen« nannte, gefunden. Sie lagen auf der Grenze der Kolben und der »Retinaganglienzellen« und waren von sehr verschiedener Form, so dass sie BÖHMIG der Formveränderung fähig hielt. Für diese Zellen finden sich nun zwar keine analoge bei den übrigen Turbellarien, doch ist dies kein durchgreifender Unterschied, da sie bei den Rhabdocölen auch nicht regelmäßig vorhanden sind, so fehlen sie z. B. den Mesostomeen.

Vergleicht man andererseits die von BÜRGER (1890, 36) näher untersuchten Augen der Nemertinen, so findet sich wiederum eine überraschende Übereinstimmung mit den Turbellarienaugen. Nach BÜRGER senden die vor den Augen gelegenen Ganglienzellen, die durch je eine Fibrille mit dem Gehirn in Verbindung sind, einen Fortsatz mit einer spindelförmigen Anschwellung an einen lichtbrechenden, schwer tingirbaren Krystallkegel, vor dem ein stäbchenartiges Gebilde sitzt. Sämmtliche Theile sind auch im Planarienaugauge vorhanden, wenn man die spindelförmige Anschwellung mit der Knotenbildung in dem Fortsatz der lichtempfindlichen Zelle bei *Planaria polychroa* vergleicht, den Krystallkegel als Kegelstück, und das Stäbchen als Kolbenplatte im Planarienaugauge deutet. In sämmtlichen Klassen ist die Ausbreitung dieser Gebilde in dem Pigmentbecher, der bald einzellig (*Bipalium*, *Polycelis*, viele Rhabdocölen, die meisten Polycladen), bald vielzellig (Planarien, Nemertinen) ist,

dieselbe: die Stäbchen oder Kolben sind mit ihren breiten Enden dem Inneren des Pigmentbeckers zugekehrt, indem sie die Wand desselben bald erreichen (Nemertinen), bald einen Zwischenraum zwischen sich und jener lassen (Turbellarien), der bei den meisten Formen von einer gallertigen Masse vielleicht erfüllt ist. Eine vordere Augenmembran ist nur bei Tricladen beobachtet worden. Auch die Trematodenaugen zeigen, obwohl sie einfacher und relativ kleiner sind, keine wesentlichen Unterschiede im Vergleich mit den obigen. Die gegenseitige Lage der einzelnen Theile aller Plathelminthenaugen bedingt, dass sie sämmtlich invertirte Augen sind.

Die Parallele zwischen den Augen der Plathelminthen und den Hirudineenaugen ist von MEYER bereits gezogen worden, einmal in Rücksicht auf den ähnlich beschaffenen, vielzelligen Pigmentbecher, dann wegen der Vergleichbarkeit der »Sinneszellen«. In den letzteren homologisirt MEYER die Kapseln der hellen Zellen mit den Stäbchenbildungen bei Rhabdocölen, Polycladen und Nemertinen — was auch auf die Sehkolben der Planarien auszudehnen ist —. Diese Vergleichung wird begründet 1) durch die übereinstimmende Lage der Gebilde, 2) durch ihre Gestalt, 3) durch ihre Widerstandsfähigkeit gegen Tinktionsmittel.

Der vordere, den Kern enthaltende Theil der hellen Zellen wird homologisirt mit den kegelförmigen Zellen der Polycladen und den Krystallkegeln der Nemertinen — und mit demselben Recht wohl mit den lichtempfindlichen Zellen der Retina bei Tricladen.

Berücksichtigt man dann noch den von MEYER p. 575 gelieferten Nachweis, dass auch das Hirudineenaugewenigstens zum Theil als invertirt zu betrachten ist, so ergiebt sich aus den angeführten Punkten eine beachtenswerthe Beziehung im Bau der Augen bei Plathelminthen und Hirudineen.

Heidelberg, im Juli 1896.

### Litteraturverzeichnis.

1. M. SCHULTZE, Über die Microstomeen. in: Archiv f. Naturgesch. Bd. XV, 1. 1849.
2. M. SCHULTZE, Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. Greifswald 1851.
3. R. LEUCKART, Mesostomum Ehrenbergii. in: Archiv für Naturgesch. Bd. I. 1852.

4. O. SCHMIDT, Neue Rhabdocölen aus dem nordischen und adriatischen Meere. in: Sitzungsber. der math.-naturw. Klasse der Kaiserl. Akad. d. Wiss. zu Wien. Bd. II, 9. 1852.
5. M. SCHULTZE, Beiträge zur Kenntnis der Landplanarien. in: Abhandl. der Naturforsch. Gesellsch. in Halle. Bd. IV. 1856.
6. O. SCHMIDT, Zur Kenntnis der Turbellaria rhabdocoela und einiger anderer Würmer des Mittelmeeres. in: Sitzungsber. der Kaiserl. Akad. d. Wissensch. zu Wien. Bd. XXIII, 2. Heft. 1857.
7. EL. METSCHNIKOFF, Über *Geodesmus bilineatus* nob. (*Fasciola terrestris* O. F. Müller?), eine europäische Landplanarie. in: Bulletin de l'académie impériale des sciences de St. Pétersbourg. T. IX, 1865.
8. KEFERSTEIN, Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte einiger Seeplanarien von St. Malo. in: Abhandl. d. Kgl. Ges. d. Wissensch. zu Göttingen. Bd. XIV. 1868.
9. MOSELEY, On the Anatomy and Histology of the Landplanarians of Ceylon. in: Phil. Transactions of the Royal Society of London. 1874.
10. v. GRAFF, Zur Kenntnis der Turbellarien. in: Diese Zeitschr. Bd. XXIV. 1874.
11. MINOT, Studien an Turbellarien. in: Arb. aus dem zool. Inst. zu Würzburg. Bd. III, 3. Heft. 1877.
12. v. GRAFF, Kurze Mittheilungen über fortgesetzte Turbellarienstudien. in: Zool. Anz. Bd. II. 1879.
13. A. LANG, Das Nervensystem der marinen Dendrocölen. in: Mittheil. aus der Zool. Station zu Neapel. Bd. I. 1879.
14. J. v. KENNEL, Die in Deutschland gefundenen Landplanarien *Rhynchodemus terrestris* O. F. Müller und *Geodesmus bilineatus* Metschn. in: Arb. aus dem Zool. Inst. zu Würzburg. Bd. V, 2. Heft. 1879.
15. P. HALLEZ, Contributions à l'histoire naturelle des Turbellariés. in: Travaux de l'Institut zoologique de Lille. Fasc. II. 1879. 4.
16. R. HERTWIG, Das Auge der Planarien. in: Jenaische Zeitschr. für Naturw. Bd. XIV. Supplementheft 1. 1881.
17. O. u. R. HERTWIG, Die Cölothetheorie. in: Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. XV. Neue Folge Bd. VIII, 1. 1881.
18. A. LANG, Das Nervensystem der Tricladen. in: Mittheil. a. d. Zool. Stat. zu Neapel. Bd. III. 1881.
19. CARRIÈRE, Die Augen von *Planaria polychroa* Schmidt und *Polycelis nigra* Ehrbg. in: Arch. f. mikr. Anat. Bd. XX. 1881.
20. SELENKA, Zur Entwicklungsgeschichte der Seeplanarien. Zool. Studien. II. Leipzig 1881.
21. v. GRAFF, Monographie der Turbellarien. I. Rhabdocoelida. Leipzig 1882.
22. METSCHNIKOFF, Die Embryologie von *Planaria polychroa*. in: Diese Zeitschrift. Bd. XXXVIII. 1883.
23. IJIMA, Untersuchungen über den Bau und die Entwicklungsgeschichte der Süßwasserdendrocölen. in: Diese Zeitschr. Bd. XL. 1884.
24. A. LANG, Die Polycladen. in: Fauna u. Flora des Golfes von Neapel. Bd. XI. 1884.
25. CARRIÈRE, Die Sehorgane der Thiere. München und Leipzig 1885.
26. SILLIMAN, Beobachtungen über die Süßwasserturbellarien Nordamerikas. in: Diese Zeitschr. Bd. XLI. 1885.

27. GOETTE, Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Würmer. I. Entwicklungsgeschichte von *Stylochopsis pilidium*. 1886.
28. LJIMA, Über einige Tricladen Europas. in: The Journal of the College of Science imperial University Japan. Vol. I. Tokyo 1887.
29. HALLEZ, Embryogenie des *Dendrocoeles d'eau douce*. in: Mémoires de la Société des Sciences de Lille. 4. Série. T. XVI. 1887.
30. KENNEL, Untersuchungen an neuen Turbellarien. in: Zool. Jahrb. Abth. f. Anat. u. Ontog. Bd. III, 3. Heft. 1887.
31. BERGENDAL, Zur Kenntnis der Landplanarien. in: Zool. Anz. Bd. X. 1887.
32. BÖHMIG, Zur Kenntnis der Sinnesorgane der Turbellarien. in: Zool. Anz. Bd. X. 1887.
33. WENDT, Über den Bau von *Gunda ulvae* (*Planaria ulvae* Oerst.). in: Archiv für Naturgesch. Bd. LIV, 1. 1888.
34. v. GRAFF, Pelagische Polycladen. in: Diese Zeitschr. Bd. LV. 1890.
35. BÖHMIG, Untersuchungen über rhabdocöle Turbellarien. II. in: Diese Zeitschr. Bd. LI. 1890. Auch: Arb. a. d. Zool. Inst. zu Graz. Bd. IV. Nr. 1. 1890.
36. BÜRGER, Untersuchungen über die Anatomie und Histologie der Nemeriten nebst Beiträgen zur Systematik. in: Diese Zeitschr. Bd. L. 1890.
37. COLLIN, Über *Planaria alpina* (Dana). in: Sitzungsber. der Ges. Naturforsch. Freunde zu Berlin. 1891.
38. LEHNERT, Beobachtungen an Landplanarien. in: Archiv für Naturgesch. Bd. LVII, 1. 1891.
39. MEYER, Beiträge zur Kenntnis des Hirudineenauges. in: SPENGLER, Zool. Jahrb. Abth. für Anat. u. Ontog. Bd. V, 1. 1892.

## Erklärung der Abbildungen.

### Bedeutung der Buchstaben:

<i>a</i> , Achsenfaden des Kolbenstieles; <i>E</i> , Epidermis; <i>F</i> , Längs fibrillen im Achsenfaden des Kolbenstiels; <i>Fa</i> , Fasermasse der zellig-nervösen Retina; <i>G</i> , Gehirn; <i>Ga</i> , gallertige Masse zwischen Pigmentbecher und Sehkolben; <i>H</i> , mediane Hülle des Pigmentbechers; <i>Hb</i> , Haube im Sehkolben; <i>i</i> , Hülle des Kolbenstieles; <i>K</i> , Sehkolben; <i>Kg</i> , Kegelstück derselben; <i>Kp</i> , Kolbenplatte;	<i>Kn</i> , knotenartige Anschwellung des Kolbenstiels; <i>lz</i> , lichtempfindliche Zellen der zellig-nervösen Retina; <i>M</i> , Muskelzüge; <i>N</i> , Nerv; <i>P</i> , Pigmentbecher; <i>Pk</i> , Kern der Pigmentzelle; <i>Pz</i> , Pigmentzelle; <i>St</i> , Kolbenstiel; <i>vm</i> , vordere Augenmembran; <i>z</i> , gezahnte Linie am Rand der Kolbenplatte; <i>Zw</i> , Zwischenstück des Sehkolbens.
--	--

## Tafel X.

Fig. 1—3 und 9 Vergrößerung 1090:1; die übrigen 1500:1.

Fig. 1—9. *Planaria gonocephala* Dugès.

Fig. 1. Ein schräger Querschnitt durch das linke Auge, so dass die vordere Augenmembran (*vm*) auch getroffen worden ist. Behandlung: Pikrinschwefelsäure, Osmiumsäure, Hämatoxylin.

Fig. 2. Isolirter Sehkolben. In Wasser untersucht. Macerirt in: 100 cem  $H_2O + 1\text{ cem } C_2H_4O_2 + 1\text{ g NaCl}$ .

Fig. 2a. Ein Stück des Stieles, größer gezeichnet.

Fig. 3. Isolirter Sehkolben, mit nach dem Kolben etwas zurückgeschlagenem Rande *R*.

Fig. 4—9. Schnitte durch Sehkolben.

Fig. 4—5. Längsschnitte. Behandlung: Pikrinschwefelsäure, Osmiumsäure, Vesuvinbraun, Borax-Methylenblau.

Fig. 6—8. Querschnitte. Behandlung wie bei Fig. 1.

Fig. 6. Vollständiger Querschnitt des Sehkolbens.

Fig. 7. Querschnitt eines einfacher gebauten Kolbens.

Fig. 8. Querschnitt des Kolbenstiels.

Fig. 9. Längsschnitt. Behandlung: Pikrinschwefelsäure, Boraxkarmin, Osmiumsäure, Holzessig.

Fig. 10—12. *Planaria polychra* O. Schmidt.

Behandlung: Pikrinschwefelsäure, Osmiumsäure, Hämatoxylin, Vesuvinbraun.

Fig. 10. Das rechte Auge, wie es sich im Querschnitt durch den Kopf darstellt.

Fig. 11. Ein Sehkolben im Längsschnitt aus demselben Präparate, größer gezeichnet.

Fig. 12. Fortsetzung von Fig. 10, aus drei auf einander folgenden Schnitten kombiniert, um die Ausbreitung der zellig-nervösen Retina zu zeigen.

Fig. 13—15. *Dendrocoelum lacteum* (Müller) Oerst.

Behandlung: Pikrinschwefelsäure, Hämatoxylin, Thionin.

Fig. 13. Ein Sehkolben im Längsschnitt. *Kb*, knotenartige Bildungen in den Fasern des Achsenfadens *a* und der Hülle *i*.

Fig. 14. Das rechte Auge im Kopfquerschnitt.

Fig. 15. Ein späterer Schnitt, der die Ausbreitung der zellig-nervösen Retina zeigt.

Fig. 16—17. *Polycelis nigra* Ehrbg.

Behandlung: LANG'sche Lösung, Boraxkarmin, Osmiumsäure, Holzessig.

Fig. 16. Ein eben noch angeschnittenes Auge im Querschnitt durch den Körper. *n, n*, Verzweigungen des größeren Nerven *N*.

Fig. 17. Ein Kolben im Längsschnitt. *An*, knopfartige Anschwellung des Kolbenstiels vor Beginn der Kolbenplatte *Kp*.

Fig. 18—19. *Bipalium kewense* Moseley.

Behandlung: Sublimat, Boraxkarmin, Osmiumsäure, Holzessig.

Fig. 18. Ein Auge im Querschnitt durch den Körper, mit längsgeschnittenen Sehkolben.

Fig. 19. Ein abnormer Sehkolben im Längsschnitt.

Tafel XI.

Vergrößerung 1500 : 1.

Fig. 20. Zwei Augen im Längsschnitt auf einem Querschnitt durch den Körper von *Polycelis nigra*. *Ke*, Kerne, die vielleicht lichtempfindlichen Zellen angehören. Behandlung: LANG'sche Lösung, Boraxkarmin, Osmiumsäure, Holzsäure.

Fig. 21. Ein Auge im schiefen Querschnitt von *Bipalium kewense*. *st* und *st*<sub>1</sub>, Verästelungen des Kolbenstiels *St*. Behandlung: Sublimat, Hämatoxylin.

Fig. 22—27. Regenerierende Augen von *Planaria gonocephala*.

Fig. 22—24. Schnitte durch sechs Tage alte Augen im Kopfquerschnitt. *Pr*, protoplasmatischer Inhalt der Pigmentzellen *Pz*. Behandlung: Pikrinschwefelsäure, Hämatoxylin.

Fig. 25. Schnitt durch ein neun Tage altes Auge im Kopfquerschnitt. Behandlung wie Fig. 22.

Fig. 26. Schema von Fig. 25, um die Lage jener Zellen im ganzen Schnitt zu zeigen (*o*).

Fig. 27. Ein acht Tage altes Auge im Querschnitt durch den Kopf. Behandlung: Pikrinschwefelsäure, Borax-Methylenblau, Vesuvibraun.

Fig. 28. Ein drittes, abnormes »Auge« von *Planaria gonocephala*, tief im Parenchym gelegen. Behandlung: Pikrinschwefelsäure, Boraxkarmin, Osmiumsäure, Holzsäure.

Fig. 29. Schema von Fig. 28, um die Lage des dritten »Auges« im Kopfquerschnitt zu veranschaulichen (*o*).



Fig. 20.



Fig. 21.

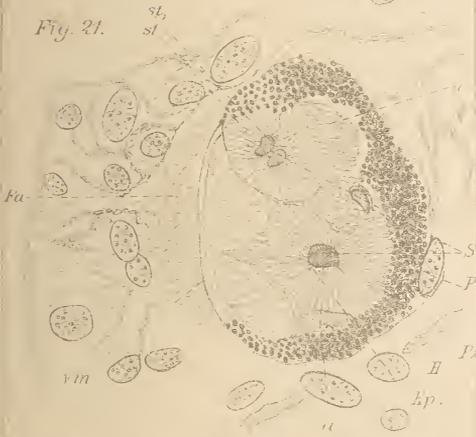
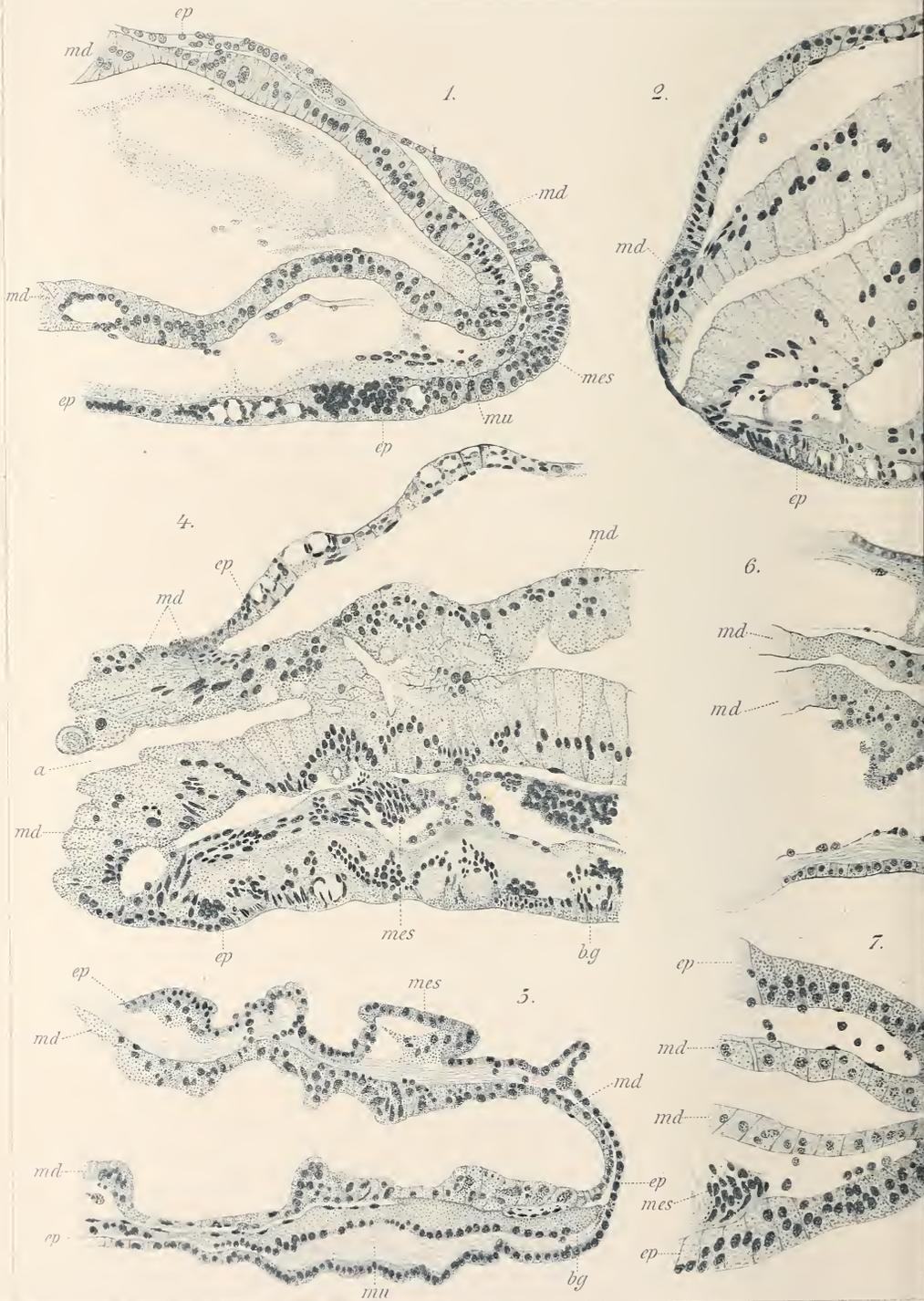


Fig. 22







# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1896-1897

Band/Volume: [62](#)

Autor(en)/Author(s): Jänichen Erich

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntnis des Turbellarienauges. 250-288](#)