

### Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXVII.

---

- Fig. 1. Sagittalschnitt durch den ersten Mahlzahn einer jungen Ratte. s Schmelz, d Dentin, sz Schmelzzellen, b Blutgefässdurchschnitt. Ueber den Spitzen, namentlich den beiden mittleren, ist der Zusammenhang des das Dentin überziehenden Epithels mit dem Hals des Schmelzorgans sichtbar. Winkel Oc. 4 Obj. 1.
- Fig. 2. Die von links gerechnet dritte Spitze desselben Präparates. Winkel Oc. 4 Obj. 7
- 

### Morphologische Untersuchungen über die Augen der freilebenden marinen Borstenwürmer.

Von

**V. Graber,**

k. k. o. ö. Professor d. Zoologie a. d. Universität Czernowitz.

---

Hierzu Tafel XXVIII, XXIX, XXX.

---

### Literatur.

- 1) Ranzoni, Opuscoli scientif. t. I. Bologne 1817. Angaben über die Augen von *Phyllodoce maxillosa*.
- 2) Otto, Conspectus animalium etc. Vratislaviae 1817 p. 16. Ueber *Aphroditea heptacera*.
- 3) Gruithuisen, Nova acta Acad. nat. curiosa t. 11 p. 242. Ueber die Augen von *Nais proboscidea*. Pigment und ein „Parenchyme sensible“.
- 4) Joh. Müller, Memoire sur la structure des jeux chez les Mollusques Gasteropodes et quelques Annelides. Ann. de scienc. nat. T. 22 1831. Bei *Nereis* u. A.: Nervus opticus, Pigmentschale

und lichtbrechender Kern, den er aber als kontinuierliche Fortsetzung der retinalen Nervenschichte hält. Annahme einer complete Analogie mit dem Wirbelthierauge.

5) Quatrefages De, Comptes rendus de l'Acad. d. scienc. 1844 t. 19 p. 195. Etudes sur les types inf. de l'embr. des Annel. Ann. d. scienc. nat. T. 13 und 14. Hauptsächlich über die Augen der Kopfkriemen, Polyopthalmus etc. Unterscheidet einen besonderen lichtbrechenden Abschnitt (Crystallin) und die Retina und erläutert die vielfachen Differenzirungen, denen das Sehorgan bei den niederen Abtheilungen so gut wie bei den Wirbelthieren unterworfen ist.

6) Krohn, Archiv f. Naturgeschichte 1845 Bd. 19, S. 179. Erste und sehr genaue Angaben über das Alciopiden-Auge. Hüllen, Linse, Stiften-Mosaik der Retina, mediäre Pigmentschichte derselben.

7) Quatrefages Ann. de scienc. nat. 3. Ser. T. 13 1850 p. 34 pl. 2 und Histoire nat. des annelés T. I, p. 91 pl. 4 Fig. 6 und 7. Ueber *Torrea vitrea* (*Asterope candida* Clap.).

8) Leydig, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. S. 259 F. 136. Gibt eine auf eigene Anschauungen gegründete im Ganzen sehr zutreffende und instructive Darstellung des Auges von *Alciop* (angeblich *Reynaudii*). Er erkannte eine selbständige subintegumentale Sclerotica-Kapsel, eine pigmentirte Stäbchen-Mosaik (die er aber auf eine gefaltete „homogene Membran“ beziehen will), ferner eine innere radiärstreifige (Säulen-) und eine äussere „mehr granuläre“ Schicht, welche Greeff's und unserer Zone der Ganglienzellen entspricht.

9) R. Greeff, Ueber die Augen, insbesondere die Retina der Alciopiden (Marburg, Sitzungsber. der Ges. zur Beförderung d. g. Naturwissenschaften 1875 Nr. 10) mit 2 Tafeln. Vgl. auch dessen grösseres Werk über Alciopiden in *Nova acta Leop.* 1876 Vol. 39 Nr. 2.

10) A. Costa, Annuario d. mus. zool. real. Università di Napoli. 1862 p. 155, 1864 F. 1—8. 1867 p. 55. Ueber Augen der Alciopiden des Golfs von Neapel.

11) Claparède, Les Annelides chétopodes du Golfe de Naples Suppl. p. 103 pl. X. Claparède & Panceri, nota sopra un Alciopide parassito etc., abgedruckt in Nr. 11.

12) Ehlers, Die Borstenwürmer I. Bd. Leipzig 1864—1868.

13) Macdonald, On the extern Anatomy etc. of the Genus

of Annal. named Palolo etc. Transact. of the Lin. Soc. London Vol. 23.

14) Marion et N. Bobretzky, Annelides du Golfe de Marseille ann. d. scienc. nat. 1875.

15) Chatin Ivan, Recherches pour servir a l'histoire du battonnet optique chez les Crustaces et les Vers. Ann. d. scienc. nat. T. 7 Nr. 1, p. 22—36 und Pl. 3. Vage Angaben über die lichtbrechenden Körper einiger Kopfkriemer. Nichts Wesentliches über die Retina. Viel Raisonnement.

16) Grenacher, Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden etc. Göttingen 1879.

17) Graber, Ueber das unicornale Tracheaten- und speciell das Arachnoideen- und Myriopoden-Auge. Dieses Archiv 1879 mit 3 Tafeln.

---

Vorliegende Arbeit unternahm ich in doppelter Absicht. In erster Linie, um im Zusammenhang mit einer früheren Schrift über das Tracheatenstemma (17) die zuerst von mir angefochtene allgemeine Zulässigkeit der Grenacher'schen Theorie, betreffend die Einschichtigkeit der Retina zu prüfen, beziehungsweise zu widerlegen und dann um über den Typus der in Rede stehenden Organe der Würmer überhaupt etwas mehr Licht zu verbreiten. Indem ich hinsichtlich des erstgenannten Zweckes auf das folgende verweise, muss ich, in Bezug auf den zweiten Punkt, vor Allem zeigen, dass es mit der gegenwärtigen Kenntniss des Chaetopodenauges in der That so bestellt ist, dass mir eine neue gründliche Untersuchung desselben wirklich als ein Bedürfniss erschien.

Dank der bedeutenden Grösse und leichten Zugänglichkeit, welche die Augen einer Nereiden-Abtheilung, nämlich die der Alciopiden auszeichnen, haben dieselben wiederholt die Aufmerksamkeit der Zoologen auf sich gelenkt und nachdem sich so gründliche Forscher wie Krohn (6), Leydig (8), Quatrefages (7), Claparède (11) und neuerlich besonders R. Greeff (9) damit beschäftigt, wissen wir, dass die Sehorgane dieser Würmer sowohl in ihrem

dioptrischen als in ihrem perceptiven Abschnitt einen sehr hohen Grad von Differenzirung besitzen.

Ganz anders verhält es sich mit den Augen der so zahlreichen übrigen Polychaeten und der meisten Würmer überhaupt.

Zwar erkannten bereits Joh. Müller (4) und Quatrefages (5) an diesen Organen die Haupt- oder Fundamentaltheile eines Sehorgans, nämlich einen distincten in der Regel vom Gehirn entspringenden Nerv, dann eine mehr oder weniger pigmentirte Netzhaut, sowie endlich einen lichtbrechenden Abschnitt oder Glaskörper (Crystallin); dies ist aber auch heute noch so ziemlich Alles, was man über den Bau dieser Organe weiss, ja nach der Darstellung mancher neuerer Anneliden-Forscher gewinnt es sogar den Anschein, als ob die Augen vieler freilebenden Polychaeten (Nereiden i. w. S.) sogar eines dioptrischen Apparates entbehrten und unter den allerdings sehr vagen Begriff der sog. Pigmentflecke zu subsumiren wären.

Zur Erläuterung dieses Sachverhaltes braucht man nur irgend eine der vielen systematischen Arbeiten über Anneliden durchzugehen und ich gebe zunächst eine kurze Zusammenstellung der Angaben über die Augenformen dieser Thiere aus dem bekannten Werke von Ehlers (12), da dieser Forscher, wie wir hören werden, unseren Organen eine über die Zwecke der blossen Systematik hinausgehende Aufmerksamkeit geschenkt hat.

Dass Ehlers die Polychaeten-Augen im Allgemeinen als sehr einfach organisirt betrachtet, geht schon aus seiner Definition pag. 33 hervor, wo er sagt: „Als solche betrachtet man herkömmlicherweise (?) die auf einen Fleck concentrirte Anhäufung einer Pigmentmasse.“ Hinsichtlich der darin eingebetteten, lichtbrechenden Körper, „die man (allgemein?) als Linsen bezeichnet“, so erklärt er das Vorkommen derselben als „wenig konstant“. „Man findet sie bisweilen auf demselben Thiere nur an einer Seite oder ganz fehlend, während sie bei anderen Individuen derselben Art vorhanden sind.“

Im Einzelnen notirte ich mir nun folgende Fälle, in welchen Ehlers den lichtbrechenden Körper gänzlich fehlen lässt.

Fam. Chrysopetalea: *Chrysopetalum fragile* Ehl. p. 81, Taf. 2, Fig. 3.

„ Aphroditea: *Polynoe spinifera* Ehl. p. 97, Taf. 3, Fig. 3.

*P. pellucida* Ehl. p. 106<sup>1)</sup>.

---

1) „In den meisten Fällen scheinen diese Augen nur kugelige Anhäu-

- Fam. Phyllodocea: *Phyllodoce lamelligera* Ehl. p. 140, T.6, Fig. 1.  
 „ *vittata* Ehl. p. 150, Taf. 6, Fig. 8.  
*Eulalia virens* Ehl. Taf. 7, Fig. 2.  
 „ *volucris* Ehl. Taf. 7, Fig. 7.  
 „ *obtecta* Ehl.  
 „ *Hesionea*: *Orseis pulla* Ehl. Hinterauge p. 189<sup>1)</sup>.  
*Podarcke albocincta* Ehl. Hinterauge p. 191.  
 „ *viridescens* Ehl. Hinterauge<sup>2)</sup>.  
*Periboea longocirrata* Ehl.<sup>3)</sup>.  
 „ *Syllidea*: *Syllis pellucida* Ehl. p. 239.  
 „ *fumensis* Ehl. p. 225 Hinteraugen.  
 „ *Krohnii* Ehl. p. 235 „  
 „ *6-oculata* Ehl.<sup>4)</sup>.  
*Sphaerosyllis Claparedii* Ehl. Hinteraugen.  
*Proceraea picta* Ehl.<sup>5)</sup>.  
 „ *Eunicea*: *Diopatra teres* p. 293. Angeblich ohne Augen.  
*Onuphis tubicola* Ehl.<sup>6)</sup>.  
*Eunice aphroditois* Pall.<sup>7)</sup>.  
 „ *Harassii* Aud. M. Edw.<sup>8)</sup>.  
 „ *limosa* Ehl. p. 349.

---

funken von Pigment, nur bei einem Thier sah ich deutlich aus jedem der vorderen Augen einen nach seitwärts gewandten, stark konvex gewölbten hellen lichtbrechenden Körper hervorragen“.

1) „Im Vorderauge ein stark konvex vorspringender lichtbr. Körper“.

2) Bei *Podarcke agilis* Ehl. wäre dagegen Vorder- und Hinterauge mit einer „Linse“ versehen.

3) „Lichtbrechenden Körper nirgends gesehen“.

4) P. 242: „Bei dem einen Exemplare hatten die beiden mittleren Augen kleine halbkugelig vorspringende Linsen, die nach vorne und seitwärts gerichtet waren, und eins der hinteren Augen eine kleine halbkugelige nach hinten sehende Linse.“

5) P. 256: „Die Form der Augen ist keine beständige; ich habe vordere und hintere Augen kugelförmig gesehen und nur in den vorderen eine nach vorne und aussen gerichtete Linse; im anderen Falle trugen alle Augen grosse Linsen.“ Vgl. Taf. 12, Fig. 1.

6) „Die beiden Augen sind halbkugelige, kaum vorspringende Pigmenthaufen“.

7) „Auge ein dunkler, wenig prominirender Pigmenthaufen“.

8) P. 315 „Augen kreisförmige schwarze Pigmenthaufen“.

*Eunice siciliensis* Ehl. p. 355.

*Marphysa sanguinea* Ehl. p. 361.

*Nematonereis oculata* Ehl. p. 374<sup>1)</sup>.

*Arabella striata* Gr. p. 400<sup>2)</sup>.

*Staurocephalus rubrovittatus* Gr. p. 426. Vier Augenflecke.

*Staurocephalus ciliatus* Ehl. p. 441. Vier Augenflecke.

- Fam. Lycorida: *Nereis pelagica* L.<sup>3)</sup>,  
 „ *Dumerilii* Aud. M. Edw. Taf. 20 Fig. 21 p. 537.  
 „ *rava* Ehl. Taf. 21 Fig. 11 epitokes ♀ Fig. 12 epitokes ♂.  
 „ *fucata* Sav. Taf. 21 Fig. 41.  
 „ *Costae* Gr. Taf. 22 Fig. 1 Hinterauge.  
 „ *diversicolor* Taf. 22 Fig. 5.  
 „ *lamellosa* Ehl. Taf. 22 Fig. 10.  
 „ *succinea* Ehl. Taf. 22 Fig. 18.

*Dendronereis arborifera* Pet. T. 22 F. 33 etc. etc.

Dass aber die Anschauung, nach welcher die Augen vieler Polychaeten nichts weiter als Pigmentflecke seien, wirklich auch heute noch vielfach vertreten wird, zeigt u. A. die schöne Arbeit von Marion et N. Bobretzky (14) über Anneliden des Marseiller Golfes, in welcher beispielsweise folgende Augen als glaskörperlos bezeichnet werden.

*Odontosyllis ctenostoma* Pl. 4 Fig. 12 Hinteraugen.

*Autolytus ornatus*<sup>4)</sup>, *Gyptis propinqua*, *Magalia perarmata*,  
 3 Paar einfache Pigmentflecke:

*Anoplosyllis fulva* Pl. 3 Fig. 10, *Syllis torquata* und

*Heterocirrus frontifilis*, deren Vorderaugen als „taches punctiformes“ bezeichnet werden.

1) Vier Augen, rothbraune Pigmenthaufen.

2) Vier schwarze Augenflecke in einer Linie.

3) p. 513 „In der atoken Form sind die Augen kleine blauschwarze wenig prominirende Pigmenthaufen; im geschlechtsreifen Thiere sind sie grösser, zumal die des hinteren Paares im männlichen Thiere stärker gewölbt und besitzen eine grosse an den Weingeist-Exemplaren weisse Pupille (Glaskörper! d. Aut.), welche von dem blauschwarzen Pigment umgeben ist.“

4) p. 45: „Les deux jeux anter. sont seuls pourvus de cristallins.“

2 Paare: *Odontosyllis gibba* Pl. 3 Fig. 10. *Pterosyllis lineolata* und *Prionospis Malmgreni*.

1 Paar: *Saccocirrus papillocercus*. p. 70. „On voit a sa face dorsale et dans la region anter. deux taches oculaires, qui ne sont que des amas de pigment noir sans cristallin.“

Hinsichtlich der mitgetheilten Daten über angebliche Glaskörperlosigkeit der Annelidenaugen möchte ich nun zunächst folgendes bemerken.

Ich weiss aus eigener Anschauung sowohl an lebenden als an todtten Würmern, dass deren Augen bei äusserlicher Besichtigung vielfach in der That nicht anders erscheinen, denn als farbige Flecke oder Pigmenthaufen und dass man oft trotz aller Mühe und selbst z. Th. nach Auflösung des Pigmentes in Kalilauge oder ähnlichen Reagentien darin keinen deutlichen lichtbrechenden Körper nachzuweisen vermag.

Wenn aber viele Polychaeten- und überhaupt Würmer-Augen als einfache Pigmentflecke erscheinen, so folgt daraus selbstverständlich noch lange nicht, dass sie wirklich auch solche sind; denn die Augen vieler anderer Thiere, z. B. gewisser Mollusken und Arthropoden, wurden auch lange für blosse Pigmentflecke erklärt, bis eine genauere methodische Untersuchung eine viel höhere Organisation ergab.

In dem Sinne wird man also schon von vorneherein gut thun in der Bezeichnung „Pigmentfleck“ nicht einen bestimmten morphologischen Begriff, sondern vielmehr den Ausdruck für ein Organ zu sehen, das uns als ein Unbekanntes und Unerforschtes, kurzum als ein dunkler Punkt im symbolischen Sinne dieses Wortes erscheint.

Es ist aber auch schon a priori sehr unwahrscheinlich, dass die Augen der in Rede stehenden Thiere eine so unvollkommene Natur besässen, wie sie ihnen nach den mitgetheilten Angaben zugeschrieben wird.

Bedenken wir nämlich 1) dass die zur selben Abtheilung gehörigen Alciopiden sehr hoch organisirte Sehwerkzeuge haben und 2) dass manche Anneliden, die, wie z. B. die Tubicolen oder gewisse Discophoren oft eine sehr stationäre Lebensweise führen, dessen ungeachtet mit wohl entwickelten und linsenführenden Augen ausgerüstet sind, so ist gewiss nicht einzusehen, wesshalb gerade die freilebenden Polychaeten blosse Pigmentflecke,

also Organe besitzen sollten, die überhaupt kein einigermaassen deutliches Sehen gestatten.

Dies waren die Erwägungen, welche mir Hoffnung gaben an diesen Organen, trotz ihrer durchschnittlichen Kleinheit und der grossen Schwierigkeit der Untersuchung, etwas mehr als meine Vorgänger herauszubringen. Ich bemerke dazu gleich, dass ich meine Forschungen an Eunice, also an einer Augenform begann, welche Ehlers, trotzdem er sie an Schnitten studirt hatte, als blossen Pigmentfleck bezeichnete, und dass ich daran sofort nicht bloss einen zelligen integumentalen Glaskörper mit eingeschlossener cuticularer Linse entdeckte, sondern auch an der Netzhaut Zustände wahrnahm, die eine geradezu überraschende Uebereinstimmung mit den von mir am Tracheatenstemma entzifferten darboten.

Was die Ausdehnung meiner Studien betrifft, so schien es mir hinreichend von jeder Hauptabtheilung dieser Thiere nur einen oder ein Paar Repräsentanten vorzunehmen, wobei ich allerdings nur auf Spiritusmaterial angewiesen war, das ich mir seinerzeit an der Adria gesammelt hatte; unter Zugrundelegung der mitzutheilenden Resultate dürfte es aber leicht sein, nach und nach den Augentypus sämmtlicher Nereiden festzustellen, sowie mit Hülfe von lebendem Material über gewisse feinere Verhältnisse zumal betreffs der Stäbchen und vielleicht auch über die Entwicklung ins Klare zu kommen.

Betreffs der Untersuchungsmethode sei im Allgemeinen nur Folgendes erwähnt.

Vor Allem, besonders an sehr winzigen Augen, kommt es auf möglichst feine Schnitte beziehungsweise auf gute Härtung und auf ein haarscharfes Messer an. Das Zweite ist dann eine möglichst schonende Entfärbung. In der Regel leistete mir mit etwas 35 % - Kalilauge versetztes conc. Glycerin gute Dienste. Durch rechtzeitige Neutralisirung resp. Ansäuerung mit entsprechend verdünnter Salzsäure erhält man dann oft schöne Kerntinctionen, oder kann nöthigenfalls nach gehöriger Auswaschung des Präparates eine künstliche Tinction mit Haematoxylin oder einer Carmin-Solution versuchen; in letzterer Hinsicht empfiehlt sich besonders das Grenacher'sche Alaun- und Borax-Carmin. Die Präparate werden am Besten in ziemlich conc. Glycerin aufbewahrt; manchmal leistet aber auch Aufhellung mit Kreosot ganz vortreffliche Dienste. Haupterforderniss ist auch eine gut definirende Linse. Wo nichts



Anderes bemerkt wird, habe ich mich des ausgezeichneten Immers. Systems III von Zeiss bedient.

Zuletzt noch ein paar Worte über die Anordnung der Untersuchungsergebnisse.

Da, namentlich an einem so complicirten Organ, eine vergleichende Darstellung der Einzelbestandtheile und ihrer Modificationen bei den einzelnen Untersuchungsobjecten immer die klarste und vor Allem die bündigste ist, war eine solche auch in meinem Plan gelegen; bei der äusserst dürftigen Anzahl der bisher näher studirten Nereiden-Augen schien mir aber schliesslich doch eine solche Behandlungsweise sehr verfrüht und ich gebe daher für jedes der untersuchten Sehorgane eine besondere Beschreibung, jedoch so, dass ich mit den bestbekannten und am höchsten differencirten d. i. mit jenen der Alciopiden beginne, und hier zugleich auch die wichtigsten allgemeinen Fragen zur Erörterung bringe.

Am Schlusse folgt dann noch eine kurze Uebersicht der Hauptresultate sowie ein Ausblick auf gewisse verwandte Einrichtungen bei anderen Thierklassen, zumal bei den Cephalopoden.

Dagegen bleibt eine Erörterung der physiologischen Verhältnisse dieser Augen vorläufig ganz ausgeschlossen; eine solche kann ja überhaupt erst Erfolg haben, wenn man das Anatomische vollständig kennt — und davon sind wir einstweilen, wie mich dünkt, leider noch sehr weit entfernt.

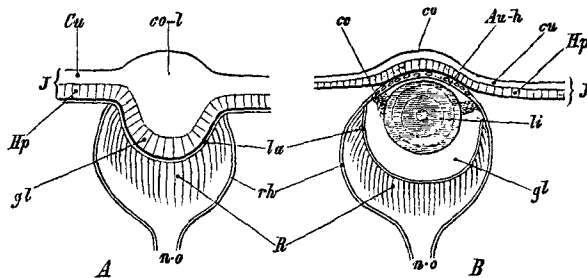
### Fam. Alciopiden.

(*Alciope Contrainii* Delle Chiaje)<sup>1)</sup>.

Um sofort auf unser Hauptziel, d. i. auf die Vergleichung der Augen dieser Würmer mit dem Tracheaten-Stemma loszugehen, so ist hier vor Allem ihr Verhalten zum allgemeinen Integumente in Betracht zu ziehen.

---

1) Ein äusserst gut (in Osmiums.) conservirtes Exemplar dieses Wurms verdanke ich meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. C. Heller in Innsbruck, der mir auch mit gewohnter Bereitwilligkeit einige der für diese Untersuchungen benutzten Anneliden bestimmte.



#### Erklärung des Holzschnittes.

A. Schema eines Tracheaten-Stemmas. B. Schema eines Alciopidenauges (nach der Auffassung von Greeff). J Integument, Cu Cuticula, Hp Hypodermis derselben, gl Glaskörper, rh Retinahülle, la vorderer Abschnitt derselben (Hyaloida), Au-h Fortsetzung der Retinahülle über den äusseren (vorderen) Augentheil (Allgemeine „Augenhaut“) co Cornea, co-l Cornealinse, li freie Linse, cc corpus-ciliare, n-o nervus opticus.

Bei den Tracheaten ist dieses durch Grenacher und mir selbst vollkommen ins Klare gestellt. Das typische Stemma (beistehender Holzschnitt A) besteht aus zwei übereinanderliegenden (durch die dunkle Linie geschiedenen) Haupttheilen, dem dioptrischen Abschnitt, der nichts Anderes als eine mehr oder weniger modificirte Strecke des Integumentes (Cuticula (Cu) und Hypodermis (Hp)) ist und der Retina (R), die allseitig durch eine besondere Hüllmembran, die zuerst von mir hier nachgewiesene präretinale Zwischenlamelle (la) von jenem äusseren Augentheile abgesondert ist. Ganz anders verhielte es sich dagegen, wenigstens nach der bisherigen Darstellung, bei den Alciopiden. Speciell Greeff unterscheidet nämlich bei *Nauphanta celox* Greeff (9 p. 119 u. 120 Fig. 1 u. 2) von Aussen nach Innen und bis zur Retina folgende Schichten. 1) Die „structurlose“ Integument-Cuticula (Schema B cu), welche gleich der folgenden Lage „direct und anscheinend unverändert auf den Augapfel übergeht“. 2) Die Hypodermis (Hp) oder die „epitheliale Zellschicht“, die auf seiner Uebersichtsfigur im Vereine mit der vorhergehenden einfach als doppelconturirter Grenzsaum dargestellt wird. 3) Die sog. „Augenhaut (Au-h)“. „Sie kommt von der Oberfläche des Gehirns, das sie umhüllt und setzt sich direct auf den Bulbus fort, denselben allseitig (mit Ausnahme der Eintrittsstelle des Sehnerven) umhüllend.“ Diese von Greeff wie eine Cuticula abgebildete Membran wäre

viel feiner als das Integument, verdicke sich aber an der (cornealen) Aussenfläche (Schema Au-h) und lasse hier auch „Züge von langgestreckten aneinanderstossenden Kernen in ihrem Inneren erkennen.“ 4) Die kugelige Linse (li), deren anscheinend cuticuläre Hülle oder Kapsel nach Greeff's Zeichnung direct an die frühere Membran angränze, während die eigentliche Substanz aus einer concentrisch geschichteten „äusseren und inneren“ Lage bestände. 5) „Ein kernhaltiger oft netzförmig durchbrochener, die Linse in einer breiten äquatorialen Zone umgebender und sie befestigender Ring (corpus eniliare?) (cc). 6) Der umfangreiche und, nach der Zeichnung zu urtheilen, vollkommen structurlose Glaskörper (gl) und 7) endlich die zarte, die Retina vom Glaskörper trennende Hyaloidea (la).

Nach dieser Darlegung wäre offenbar der Unterschied zwischen dem Alciopiden- und Tracheatenauge ein ganz fundamentaler. Während nämlich beim letzteren ein Haupttheil, d. i. das gesammte dioptrische System kein besonderes, d. i. nur dem Auge allein eigenenthümliches Gebilde, sondern vielmehr, wie schon erwähnt, nur ein Abschnitt des allgemeinen Integumentes ist, wäre nach Greeff (u. A.) das Alciopidenauge in toto ein vom Integument völlig unabhängiger, für sich allein isolirbarer Körper, und es leuchtet wohl von selbst ein, dass unter solchen Umständen von einer directen Vergleichung der lichtbrechenden Abschnitte beider Augen unmöglich die Rede sein könnte.

Ohne auf die naheliegenden Gründe einzugehen, welche mir schon von vorne herein gegen den von Greeff behaupteten subintegumentalen Charakter des Alciopiden-Krystallkörpers zu sprechen scheinen, gehe ich ohne Weiteres auf die Darlegung meiner eigenen Untersuchungen über, die mich in der That zu einer ganz anderen Auffassung geführt haben.

Es handelt sich hierbei in erster Linie offenbar um die Frage, ob sich bei den Alciopiden wirklich zwischen Integument und Krystallkörper (resp. Linse) eine besondere „Augenhaut“ einschiebt, oder mit anderen Worten, ob sich hier die Retinahülle, wie sie auch dem Tracheatenstemma zukommt, auf den lichtbrechenden Abschnitt fortsetzt und sich darüber hinwegzieht.

Am Meridionalabschnitt auf Fig. 1 beachte man zunächst, dass das Auge wirklich, wenigstens soweit die Retina reicht, von einer besonderen (meist, aber nicht treffend als Sclera bezeichne-

ten) Membran (sc) umkleidet wird, die sich als eine direkte Fortsetzung der Hirncapsel erweist.

An sehr feinen Schnitten erscheint diese Haut als ein sehr dünner und vollkommen homogener Grenzzaum, der seiner ganzen Beschaffenheit wegen oft schwer von gewissen mit ihm parallel laufenden Fasern des angrenzenden Stützgewebes zu unterscheiden ist.

Bei Zusatz von Carmin färbt sich diese Augenhaut meist intensiv roth und da hier in der Regel die Tinction viel rascher eintritt als in den angrenzenden Geweben, so ist ihr Verlauf ausserordentlich deutlich zu erkennen. Sie erscheint dann als eine schmale glänzend rothe Leiste, in der wir niemals irgend ein Kerngebilde sehen konnten.

Wegen dieser Umstände und weil sich, meiner Erfahrung gemäss, bei den Anneliden gerade gewisse Cuticularmembranen, wie z. B. die des Integumentes, auffallend leicht mit Carmin imbibiren, muss ich die Augenhaut genau so wie am Tracheatenstemma und in Uebereinstimmung mit Leydig (8) für eine echte Cuticula halten.

Dies scheint mir nun für unsere Frage von grosser Wichtigkeit. Wenn nämlich die sog. Augenhaut wirklich eine Cuticula ist, so kann jener corneale Abschnitt (Schema B Au-le), von dem Greeff (s. o.) angibt, dass letzterer beträchtlich verdickt und im Innern mit Kernzügen versehen ist, nicht wohl der Augenhaut selbst angehören, sondern muss eine andere Bildung sein; denn die eventuelle Annahme, dass die gesammte Augenhaut von vorne herein eine zellige, resp. bindegewebige Schicht sei, die sich erst nachträglich im hinteren Abschnitt homogenisirt hätte, entbehrt vorläufig jeglicher Begründung.

Im Uebrigen will ich vorläufig nur kurz konstatiren, dass ich die fragliche Hüllmembran nie über den Rand des Retinabechers hinaus habe verfolgen können, während ich mich bei mehreren andern Würmern, z. B. bei Nereis, Nephthys, Hesione u. s. w. auf das Sicherste überzeugt habe, dass sie sich am Rande des Retinabechers (Fig. 16 und 32 u) in das Innere des letzteren einschlägt und so unmittelbar mit der ganz ähnlich beschaffenen und nur etwas zarteren Glashaut (Fig. 1 u. 2 la) zusammenhängt. Demnach glaube ich mit Grund annehmen zu können, dass der Vorderabschnitt der sog. „Augenhaut“ auch bei den Alciopiden

keineswegs die Grenze zwischen dem Auge als Ganzes genommen und dem äusseren Integument, sondern vielmehr, ganz wie beim Tracheatenstemma, eine interoculäre, d. i. quer mitten durch das Auge gehende Scheidewand zwischen dem retinalen inneren und dem dioptrischen äusseren Abschnitte darstellt.

Das Weitere, ich meine speciell die Beziehung des Auges zum Integument, wird sich aus der folgenden Detail-Schilderung ergeben.

### Dioptrischer Abschnitt.

Der Schnitt Fig. 1 zeigt zwischen der corneaartig vorgewölbten Integument-Cuticula (Co, ab) und dem von der Hyaloidea (la) ausgekleideten Boden des Retinabechers eine sphärische Höhlung, deren äquatorialer Durchmesser beinah doppelt so gross wie der axiale ist.

Bis auf eine schmale Zone vorne und hinten, wird der ganze Mittelraum dieser Augenhöhlung oder Augenkammer von der hier auffallend grossen und im Ganzen kugelig erscheinenden Linse eingenommen, die ringsum von einer besondern Cuticula (lea) umschlossen wird. Der übrig bleibende Raum der Höhle entspricht dann dem sog. Glaskörper der Autoren. Nach Greeff fände man in diesem Raum nur im äquatorialen Umfang der Linse eine Art (zelliges) Gewebe, während der übrige und namentlich der hintere Theil von einer ganz homogenen (flüssigen?) Masse erfüllt wäre, indem Greeff diesen ganzen Raum auf seiner Uebersichtsfigur einfach unausgefüllt lässt.

Auf unserm Schnitt steht aber die Sache wesentlich anders. Ein deutlich zelliges Gewebe sehe ich nämlich nicht bloss im äquatorialen Umfang der Linse, sondern es ist im intacten Zustand der gesammte Kammerraum von einem solchen erfüllt, das sich jedoch zuweilen in Folge der Härtung und partiellen Schrumpfung stellenweise (an unserer Figur 1 rechts z. B.) vom Retinabecher oder seltener auch von der Linse ablöst. Das, was man Glaskörper nennt, ist also hier so gut wie beim Tracheatenstemma unzweifelhaft eine zellig differenzirte

oder organisirte Substanzlage. Da man im äquatorialen Umkreis der Augenkammer, wo der Glaskörper allein eine grössere Mächtigkeit erreicht, auch bei der sorgfältigsten Behandlung oft nichts Anderes als eine feinkörnige Masse mit eingestreuten Kernen erblickt, könnte man zunächst glauben, dass derselbe ein analoges Gewebe wie das Corpus vitreum der Wirbelthiere wäre. Dies ist aber keineswegs der Fall, sondern der Glaskörper ist nach meinen Erfahrungen nichts Anderes als ein Epithel, das im centralen Theil (hinter der Linse) ziemlich niedrig ist, während es, correspondirend mit der Stäbchenschichte seitlich eine grössere Mächtigkeit erlangt.

Am Besten erkennt man dies Verhalten in jenem schmalen Abschnitt, der sich hinten zwischen die Linse und der entsprechenden tellerartigen Einsenkung der Retina einschiebt und in der Figur 1 mit gl bezeichnet ist.

Bei geeigneter Behandlung sieht man in dieser von zwei Cuticularhäuten eingefassten Zone (Fig. 2 gl) eine Reihe von Kernen und zwischen denselben radiär, d. i. also senkrecht zur Fläche verlaufende Linien, die ihres gleichmässigen Abstandes und ihrer ganzen Beschaffenheit wegen nichts Anderes als die Seitenconturen von Zellen sein können.

Die Deutung dieser Zone als einer epithelialen Schichte ist um so sicherer, als sie ihrem ganzen Habitus nach vollständig mit dem Integument-Epithel oder der Hypodermis (Hp) übereinstimmt. An den Rändern der tellerförmigen Grube, wo sich die in Rede stehende Glaskörperzone allmählich verdickt, erscheinen die radiär verlaufenden Zellgrenzen allerdings undeutlicher, stellenweise sieht man dieselben aber doch und überzeugt sich, dass die Zunahme in der Dicke der ganzen Schichte lediglich auf einer Verlängerung ihrer Elemente beruht.

Nach dem lässt sich nun, wie mich dünkt, wohl kaum erkennen, dass zwischen dem Glaskörper des Alciopiden- und Tracheatenauges eine bedeutsame Aehnlichkeit herrscht, ja, die Uebereinstimmung wäre geradezu eine vollständige, wenn man sich die Alciopiden-Linse mit der cornealen Integument-Cuticula verschmolzen denken dürfte.

Letzteres ist aber bekanntlich schon deswegen nicht zulässig, weil sich zwischen den genannten Theilen eine besondere Gewebslage einschiebt, deren nähere Beziehung einerseits zum Integument

und andererseits zum Glaskörper bei der uns hier beschäftigenden Frage den Ausschlag gibt.

Leydig zeichnet auf der mehrseitigen Abbildung zwischen dem vorderen Linsenrand und dem cornealen Abschnitt der Integument-Cuticula nichts Anderes als eine Schichte niederer Epithelzellen, die sich als directe Fortsetzung der allgemeinen Hypodermis erweist, gibt aber gleich Greeff an, dass darunter noch eine nach der Zeichnung zu urtheilen, allerdings sehr dünne „homogene“ Haut, nämlich die Fortsetzung der Sclerotica liege, welche letztere aber, nach Greeff, bekanntlich gerade an dieser Stelle beträchtlich anschwellen und mit Kernen versehen sein soll.

Ich selbst finde, wie Zeichnung 1 (Hp) darthut, die bewusste Schichte genau so, wie sie Leydig abbildet, d. i. als ein Epithel, war aber auch nach wiederholter und sorgfältigster Behandlung dieser Partie bisher niemals im Stande, ausser der Linsenkapsel noch eine zweite Cuticula zu sehen.

Nur an einem, in Kalilauge stark aufgequollenen und sehr dünnen Schnitt (Fig. 1\*), zeigte sich am Rande des cornealen Epithels, wo die Zellen (z) auffallend lang (0,04 mm) und gegen das genannte Reagens sehr resistent erscheinen, ein mitten durch sie hindurch gehender Riss, der sich noch weiter gegen die Mitte der Cornea zu ausdehnte.

Das Wichtigste ist nun aber die Thatsache, dass dieser integumentale Augentheil im Umkreis der Cornea durch keinerlei Zwischenlage vom eigentlichen Glaskörper getrennt ist, sondern (vgl. Fig. 1\* Hp, gl) mit letzterem zusammen eine einzige, die Linse mantelartig umgebende Gewebszone darstellt.

Bei Nereis werden wir uns ferner überzeugen, dass der gesammte lichtbrechende oder präretinale Augenkörper nichts Anderes als eine zapfenartige, in den Retinabecher vorspringende Verdickung der Hypodermis ist, und so denke ich, haben wir keinen Grund, dem Gesammtglaskörper der Alciopiden, trotz seiner höheren Differenzirung, eine andere Bedeutung beizulegen.

An das Mitgetheilte schliesse ich noch einige Bemerkungen über den linsenartigen Binnenkörper. Mit Greeff unterscheide ich daran die Umhüllungshaut oder Linsencapsel und den eigentlichen Linsenkörper. Erstere ist, gleich der „Augenhaut“, eine vollkommen structurlose glattrandige und, so viel ich sehe, überall gleich dicke Membran, welche dem Linsenkörper überall unmittelbar an-

liegt und denselben scharf nach Aussen abgrenzt. Gleich der Augenhülle und der präretinalen Grenzlamelle (Fig. 2 la) färbt sie sich auch sehr rasch und intensiv in Carmin (Fig. 2 lea).

Nach diesem ganzen Verhalten und da sie bei mehreren anderen Würmern (Fig. 17 lk) deutlich geschichtet ist, darf sie wohl als eine Cuticularbildung bezeichnet werden.

Ueber den Linsenkörper selbst sind mir nur wenige Angaben bekannt. Leydig bezeichnet ihn als „granulär und geschichtet“. Auf der einschlägigen Abbildung (Fig. 136 d) erscheint die Schichtung concentrisch und zwar sowie auch bei Greeff (9 Fig. 1 c) gleichmässig durch die ganze Dicke der Linse. In beiden Figuren sieht man nebstdem eine Abtheilung durch eine dunkle Kreislinie, und Greeff spricht ausdrücklich von einer äusseren und inneren Schichte.

An meinen Schnittpräparaten finde ich dagegen überall drei Schichten, die ich als Rinden-, Mittel- und Kernschichte bezeichne. Diese unterscheiden sich z. Th. schon durch ihre Färbung, indem sich die äusseren zwei Lagen ziemlich leicht mit Carmin imbibieren, während der Linsenkern auch nach langer Einwirkung der Tinctionsflüssigkeit die ursprüngliche gelblichbraune Osmiumfärbung beibehält. Was zunächst den letzteren (Fig. 1 lk) anbelangt, so macht er den Eindruck eines völlig homogenen stark lichtbrechenden Körpers, der von zahlreichen grösseren und kleineren Sprüngen durchsetzt ist. Stellenweise, namentlich nahe dem Rande, erscheinen letztere als z. Th. fast parallel mit der Peripherie verlaufende, also concentrische Linien, anderwärts aber nehmen sie einen ganz unregelmässigen theils welligen, theils zickzackförmigen Verlauf und die Kernsubstanz sieht häufig auch wie zerbröckelt aus. Dies Alles scheint mir nur mit der üblichen Annahme, dass der Kern der Alciopidenlinse im natürlichen Zustand einen geschichteten Bau besitze, nicht wohl vereinbar zu sein; ich muss jedoch aus Mangel an frischem Untersuchungsmaterial die Entscheidung dieser Frage in der Schwebe lassen.

Eigenthümlich erscheint die Structur der gegen den Kern hin scharf abgegrenzten Mittelschichte (lm). Im Gegensatz zum Kern, der, z. Th. wenigstens, wie ein grobfaseriges Gebilde aussieht, erinnert sie an ein feinbrilläres Gewebe, jedoch ohne Spur irgend einer Zell- oder Kernbildung. Die fast unmessbaren zarten Fäserchen oder Lamellen, aus denen sie zu bestehen scheint, laufen aber nicht



parallel dem Linsenumfang, sondern gleich den Windungen eines Kranzes, in schiefer Richtung von Innen nach Aussen und verlieren sich hier ohne scharfe Grenze in die Linsenschale.

Am Wenigsten klar bin ich über die Natur der letzteren. Bei schwacher Vergrößerung glaubt man allerdings nichts weiter als eine Lage feinkörniger Masse vor sich zu haben.

Tingirt man aber mit Carmin, hellt dann gut in Kreosot oder Glycerin auf und mustert die betr. Zone anhaltend mit einem starken System, so erkennt man am Rande von Stelle zu Stelle grössere intensiver gefärbte Klümpchen, die z. Th. den Eindruck von Kernen machen. Dies und gewisse Andeutungen einer radiären Streifung der ganzen Schichte legen einem die weiterer Prüfung dringend empfohlene Frage nahe, ob man es vielleicht, analog wie an der Wirbelthier- und z. Th. auch an der Cephalopodenlinse, mit einem Epithel zu thun hat, dessen zellige Elemente sich nach Innen in die bewussten Faserzüge der Mittelschichte fortsetzen. Bei den übrigen Würmern habe ich indess nicht bloss keine solchen kernähnlichen Einlagerungen, sondern, im Gegentheil, Verhältnisse bemerkt, die mit der Annahme einer zelligen Constitution der Linsenrinde absolut unvereinbar sind.

Hinsichtlich der chemisch-physikalischen Beschaffenheit der Linsensubstanz muss noch betont werden, dass sich dieselbe u. A. in Kalilauge relativ leichter auflöst als die zelligen Gewebe der Umgebung; das beweist hinlänglich, dass die Linse, falls sie überhaupt eine Cuticularbildung ist, auf keinen Fall mit gewissen, optisch z. Th. sich ganz analog verhaltenden chitinogenen Straten verglichen werden darf, wie denn überhaupt die Ausscheidungsproducte der Hypodermis chemisch von höchst ungleicher Qualität sind.

### Retina.

Während der dioptrische Abschnitt des Alciopidenauges, wie sich aus dem früheren ergibt, bisher nur sehr ungenau erforscht war, liegen über die Retina weit eingehendere und zuverlässigere Angaben vor, und ist insbesondere die Darstellung Greeff's eine so genaue und zutreffende, dass ich mich im Folgenden hauptsächlich nur auf die Erörterung einiger, aber allerdings sehr wesentlicher Differenz-Punkte beschränken kann.

An einem meridionalen Schnitte des Auges zeigt die Retina die Form eines Bechers, dessen breiter Boden ziemlich flach erscheint, während seine Ränder gegen die Cornea zu sehr stark zusammenneigen. Der mittlere (centrale) Theil des Retinabodens, d. i. der hinter der Linse gelegene, zeigt sich ferner auf meinen Präparaten napfartig eingedrückt; möglicherweise ist aber diese Vertiefung, z. Th. wenigstens, auf die bei der Härtung sich einstellenden Niveauveränderungen zurückzuführen.

Mit Greeff unterscheide ich dann an der Retina vier verschiedene etagenartig übereinanderliegende Schichten, nämlich von aussen <sup>1)</sup> (d. i. vom Glaskörper) nach Innen (gegen d. n. opt.) gehend 1. die Stäbchenschicht (Fig. 1 st), 2. die Pigmentschicht (pg), 3. Greeff's kernhaltige Säulenschicht (gz) und 4. die Opticusfaserschicht (fa). Von diesen Straten ist die Stäbchen- und Säulenschicht im Ganzen die mächtigste, während die Pigmentschicht (am Schnitte) nur ein schmales Band zwischen beiden bildet. Die früher bezeichneten zwei Lagen bestehen aus länglichen und unter einander gleichartigen Elementen, die pallisadenartig nebeneinanderstehen und so das Aussehen eines Cylinderepithels bedingen. Die betreffenden Elemente sind ferner so angeordnet, dass die der äusseren Schichte, d. h. die Stäbchen, nach vorne und zwar gegen die Linse convergiren, während die der inneren Schichte, d. h. die Säulen, nach hinten gegen den Nervus opticus zusammenneigen.

Daraus ergibt sich von selbst, dass die Stäbchen der centralen Partie (d. i. der Retinagrube) in der geraden Fortsetzung der Säulen liegen, während beiderlei Elemente an den peripherischen Regionen unter einem mehr oder weniger grossen Winkel aneinanderstossen, ein Verhältniss, das in der Greeff'schen Uebersichtsfigur (1) nicht präcise genug dargestellt ist. Dagegen sieht man auch hier, ähnlich wie an unserer Zeichnung, dass jenes centrale Segment der Retina, welches der Cornea gerade gegen-

---

1) Es scheint mir ganz unzweifelhaft, dass meine Bezeichnung der räumlichen Verhältnisse, nach welcher die dem Intugement zugekehrte und zugleich terminale Retinaseite als die äussere genommen wird, wenigstens am Auge der meisten Wirbellosen weit logischer ist als die umgekehrte, welche die Höhlung des Netzhautbeckers als Ausgangspunct der Orientirung, d. i. als Inneres auffasst. Eine Einheitlichkeit in dieser Beziehung wäre dringend zu wünschen.

überliegt, auffallend dünner ist wie die übrige Partie, und dass diese Verdünnung in gleicher Weise sowohl die Stäbchen- als die Säulenschicht betrifft. Während nämlich erstere z. B. an den Rändern des Retinabodens, wo sie am mächtigsten ist, bei 0,06 mm Dicke hat, misst sie an der schmalsten Stelle nur 0,03—0,04 mm, und analog verhält es sich mit der Säulenschichte.

Bearbeitet man eine Partie (Sector) eines dünnen Retina-Tiefenschnittes, nach vorheriger Maceration mit Nadeln, so findet in der Regel eine Lockerung des Zusammenhanges in der Weise statt, dass sich die Stäbchen- oder auch die Säulenschichte von der Pigmentzone abhebt, während eine Trennung in radialer Richtung viel seltener vorkommt. Darnach scheint es, als ob die betreffenden drei Schichten vollkommen selbständige, d. i. unter einander nicht continuirlich verbundene Lagen wären. Bei entsprechender Behandlung gelingt es indess doch bisweilen auch eine radiäre Zerspaltung und zwar durch die gesammte Dicke der Retina herbeizuführen. Im günstigsten Falle erhält man dann Elemente, wie ein solches in Fig. 2 bei c (von Greeff in seiner Figur 7) dargestellt ist. Man sieht hier ein langes pallisadenförmiges Gebilde, das, der allgemeinen Retina-Schichtung entsprechend, in drei Hauptabschnitte zerfällt, nämlich in einen äusseren, das Stäbchen, in einen mittleren, das pigmentirte Einsatzstück und in einen inneren, die Säule, welche letztere sich in eine Opticusfaser (fa) fortsetzt. Diese Abschnitte haben wir nun näher zu betrachten, wobei wir gleichfalls wieder die Angaben Greeff's zu Grunde legen.

Die Stäbchen zeigen nach Greeff bei den von ihm untersuchten Alciopiden „zwei von einander verschiedene Formen“, die aber, so viel man aus Greeff's Arbeit entnimmt, niemals nebeneinander vorkommen, wenn auch, wie wir noch hören werden, eine und dieselbe Stäbchenform in den verschiedenen Regionen einer und derselben Retina gewisse, aber von mir nicht näher studirte Modificationen darbietet.

Die eine häufigste Stäbchenform bezeichnet er als lange, dünne cylindrische Pallisaden (Stäbchen i. e. S.), die andere, die er, wie es scheint, nur bei *Nauphanta celox* Greeff beobachtete, als Kolben.

Was nun zunächst die „cylindrischen Stäbchen“ anlangt, so betrachtet es Greeff als die erste auffallende Erscheinung, dass

dieselben keine gleichmässig zusammengesetzten soliden Gebilde sind, sondern aus einer äusseren, festeren, homogenen Wandung oder Rindenschicht und einer hiervon verschiedenen weicheeren, mehr oder minder körnigen Innenschicht bestehen, mit anderen Worten, dass sie mit einem weichen Inhalt erfüllte dickwandige Röhren sind.

Diese Thatsache ergibt sich nach Greeff u. A. aus Folgendem. Erstens einmal aus dem Umstande, dass die Stäbchen, was ich selbst allerdings nie beobachtete, aber durchaus nicht bezweifle, in ihrem innern Längskanal mit demselben Farbstoff erfüllt sind, den man in der eigentlichen Pigmentschicht vorfindet. Am Besten überzeugt man sich aber vom tubulösen Charakter dieser Gebilde an günstigen Querschnitten, wie solche, mit Immers. III. besehen, auch unsere Figur 5 A darstellt. Man unterscheidet hier deutlich die dicke, homogene und sehr stark lichtbrechende Rindenschicht und dann das von ihr umschlossene Lumen mit dem körnigen Inhalt, in dem bisweilen einige grössere stark lichtbrechende, wohl durch Gerinnung entstandene Bröckelchen auffallen. Mit diesem Verhalten harmoniren auch die Längsansichten bei verschiedener Einstellung, indem man z. B. im optischen Durchschnitt, allerdings nur mit sehr guten Systemen, das Stäbchen von zwei ziemlich breiten und glänzenden Leisten begrenzt findet.

Mit Bezug auf eine weitere Eigenthümlichkeit der Stäbchen möchte ich hier zunächst betreffs der Form derselben darauf hinweisen, dass dieselben nach meinen Beobachtungen nicht, wie dies Greeff angibt, der ganzen Länge nach cylindrisch, sondern wenigstens nach Innen zu deutlich prismatisch und zwar meist sechskantig sind.

Dies ergibt sich einmal aus dem betreffenden Querschnitt (Fig. 5 B), und dann auch aus gewissen Flächenansichten.

Bei einer bestimmten Einstellung sieht man nämlich scheinbar im Längskanal des Stäbchens eine feine dunkle Linie, die Greeff (vgl. s. Figur 4 u. 7) auf einen zarten, mit dem n. opticus verbundenen Axenfaden bezieht, auf den ich noch später zurückkomme. Ich muss nun bemerken, dass ich mehrmals bei Verschiebung des Tubus, neben dieser einen Linie noch eine zweite mit ersterer kaum in Zusammenhang zu bringende, wahrnahm und glaube ich, dass diese Linien nur auf die Kanten des prismatischen Stäbchens bezogen werden können.

Die bereits angezeigte Eigenthümlichkeit der Stäbchen ist nun die, dass ihre Wandung, die nach Greeff im frischen Zustand vollkommen glatt und homogen sein soll, nach Behandlung mit den üblichen Conservirungs- und Härtingsreagentien (Chromsäure, Alcohol, Osmiumsäure etc.) eine von Greeff als Quersteifung bezeichnete Differenzirung darbietet.

Da Greeff diesen Zustand auf seinen Fig. 5 u. 6 nur ganz beiläufig wiedergibt, dürfte eine etwas genauere Abbildung, wie sie unsere Figur 4\* bietet, nicht unwillkommen sein.

Sie gibt (nach Zeiss Immers. III. Oc. IV) das Stäbchen im optischen Längsschnitt. Im Vergleich zum körnigen und ziemlich matten Inhalt erscheint hier nun die Wandschicht resp. Wandleiste (w\*) stark lichtbrechend und zwar (an mit Osmium behandelten Objecten) gelblich. Diese Wand- oder Stäbchensubstanz bildet aber, wenn man recht scharf einstellt, kein Continuum, sondern löst sich in schmale Balken auf, die wechselweise durch minder stark lichtbrechende und völlig farblose, gleichsam als Lücken erscheinende Zwischenstücke getrennt sind.

Darnach scheint also die Stäbchenwand eine analoge Plättchenstructur zu besitzen, wie bei vielen anderen Augen.

Mit Bezug auf Greeff's Darstellung in Fig. 5, wo er die abwechselnd helleren und dunkleren Querstreifen sich ringförmig um das Stäbchen ziehen lässt, muss ich aber bemerken, dass ich dergleichen nie gesehen, sondern mich überzeugt zu haben glaube, dass jede der sechs Seitenwände ihre besondere Streifung hat.

Am Prägnantesten sah ich die in Rede stehende Structur nach Behandlung mit 35% Kalilauge; im Uebrigen ist die Streifung oft sehr unscheinbar.

Besonders sei dann noch angemerkt, dass diese Gebilde im Gegensatz zu den oft starren und leicht zerbrechlichen Stäbchen gewisser anderer Thiere sich als ausserordentlich zäh und biegsam erweisen<sup>1)</sup>.

Was schliesslich die sog. kolbenförmigen Stäbchen, die wir

---

1) Auf Grund eigener Beobachtungen möchte ich bezweifeln, dass die Stäbchen des Schnecken Auges wie Simroth (Sinnesorgane der einh. Mollusken) angibt, je sich abblättern; die einschlägigen Bilder lassen eine ganz andere Deutung zu, und die betr. Augen selbst bedürfen noch gar sehr einer methodischeren Untersuchung.

selbst nicht zu beobachten Gelegenheit hatten, anbetrifft, so gleichen sie nach Greeff ihrer Structur nach im Wesentlichen den pallisadenförmigen, nur mit dem Unterschied, dass ihre Wandung in einiger Entfernung vom innern zugespitzten Ende durch locale Verdickung sich derart differenzirt, dass sie am Querschnitt das Bild zweier dicker, durch eine schmale dünne Haut verbundener Halbringe, beziehungsweise in toto das einer geöffneten Pincette gibt.

Von den übrigen zwei Retinalagen wollen wir zunächst die basale oder Säulenschicht in Augenschein nehmen.

Dieselbe ist unstreitig relativ am leichtesten zu erforschen und fallen hier auch im Wesentlichen meine Beobachtungen mit jenen Greeff's zusammen, aus dessen Darstellung ich folgende Hauptpunkte hervorhebe.

Die Basalschicht (Fig. 1 gz, Fig. 3 bas) besteht aus hart aneinanderliegenden, in ihrem äusseren Abschnitt sechskantigen Schläuchen, die sich gegen die Pigmentschicht zu etwas verschmüchtigen, während sie nach Innen z. Th. wohl in Anpassung an den weiteren Raum schwach kolbenförmig anschwellen. Weiter nach Innen verengern sie sich dann wieder und gehen schliesslich in der aus der Fig. 2 fa ersichtlichen Weise je in eine Faser des Opticus über.

Das Wichtigste an diesen Schläuchen ist aber der Umstand, dass jeder derselben mit einem besonderen deutlichen Kern versehen ist, welcher in dem kolbenartig erweiterten Basaltheil oder Fuss des Schlauches liegt.

Greeff beschreibt diese Kerne (Fig. 4\* gk) als „länglich oval scharf (doppelt!) konturirt und versehen mit einem kleinen glänzenden Kernkörperchen“. Bei einigen Alciopiden z. B. bei *Nauphanta celox* ist ferner nach Greeff der äussere (unser innerer) den Kern enthaltende Theil der „Säule“ mit einer viel dunkleren und grobkörnigeren Substanz erfüllt als der mittlere und innere Theil (s. Fig. 13), und tritt daher bei Durchschnitten durch die ganze Retina dieser Theil zuweilen als eine besondere dunkel granulierte Schicht hervor.

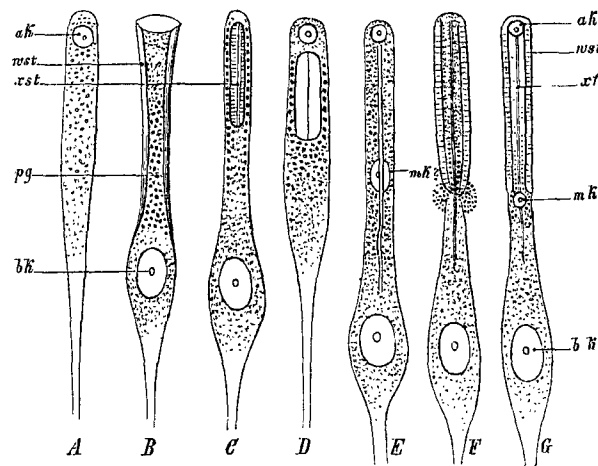
Mit Bezug auf das angegebene Verhalten betrachtet nun Greeff die „kernhaltige Säule“ als eine „wirkliche (Seh-)Zelle“ und ist vom rein anatomischen Standpunct aus, da er sonst innerhalb der gesammten Pallisadenschicht keine weitere Kernlage

nachzuweisen vermochte, „geneigt, die ganze Retina des Alciopidenauges, die Stäbchen-, Pigment- und kernhaltige Säulenschicht als eine einzige Zellschicht, d. h. als aus einer einzigen Zellschicht hervorgewachsen anzusehen“.

Wie man sieht, kommt hier Greeff im Wesentlichen genau zur selben Anschauung, wie sie Grenacher später, und wie es scheint ganz unabhängig von ihm, auf Grund der umfassendsten Untersuchungen für das Arthropodenauge entwickelt hat und die Hauptaufgabe dieser Schrift ist es bekanntlich, die Zulässigkeit dieser Auffassung näher zu prüfen und zu erörtern.

Nach Grenacher ist bekanntlich die Arthropoden-Retina im Allgemeinen eine mehr oder weniger epithelartige Schichte einfacher, d. h. stets nur einen einzigen Kern führender Zellen.

Diese nach ihm aus dem Integument abzuleitenden Retinalzellen hätten aber, und wohl durch Anpassung an die Sehfunction, verschiedene Differenzirungen erlitten, von welchen wir auf beistehendem Holzschnitt (II) nur dreierlei Formen vorführen. Die



Erklärung von Holzschnitt II.

Schemata von Retinalschläuchen der Tracheaten-Würmer.

- A. *Phryganea grandis* nach Grenacher (16) Fig. 35.
- B. *Dytiscus*-Larve „ „ „ 2 und 11.
- C. *Epeira* Vorderauge „ „ „ 19.
- D. „ Hinterauge „ „ „ 20.
- E. *Scorpio* nach mir.
- F. *Alciop*e nach Greeff (9) Fig. 7.
- G. „ „ mir.

ak äusserer, mk mittlerer, bk Basal-Kern, pg Pigment, wst parietales, xst axiales Stäbchen, xf Axenfaden innerhalb des Röhrenstäbchens.

einfachste ist die aus dem Phryganen-Stemma (A). Wir haben hier eine sozusagen noch ganz indifferente oder unentwickelte Sehzelle. Die zwei anderen Formen (B u. C) sind dagegen differenzierte. Als solche erweisen sie sich nämlich 1. durch die Ablagerung von lichtabsorbirendem Pigment und 2. durch die Bildung stark lichtbrechender Theile, vornehmlich im Vorderabschnitt der Sehzelle.

Die Beschaffenheit dieser stark lichtbrechenden Ablagerungen ist aber bei unsern zwei Typen verschieden. Beim ersten Typus (Dytiscus B) ist der betreffende Theil nichts Anderes als die verdickte Wand des vorderen Sehzellenabschnittes. Wir bezeichnen diese Bildung als parietales und wenn die Verdickung um das Zellende einen geschlossenen Mantel darstellt, als Röhrenstäbchen. Dabei dringt das Pigment zuweilen (vgl. Grenacher Fig. 9 u. 11) auch in das Innere des Stäbchens ein.

Beim zweiten Typus dagegen (C, D) erscheint der analoge Theil als ein im Ganzen solider und selbständiger d. i. dem Zellinhalt eingelagerter, mehr weniger stabförmiger Körper. Wir bezeichnen diesen als Stäbchen im engeren Sinne, oder als axiales, und bemerke man, dass hier das Pigment peripherisch um das Stäbchen abgelagert ist.

Aus der Vergleichung der verschiedenen von Grenacher nachgewiesenen Stäbchen zumal am Facettauge (z. B. s. Fig. 45 u. 47) scheint übrigens zur Evidenz hervorzugehen, dass die bezeichneten zwei extremen Typen von Stäbchen nur der Form und Lage nicht aber dem Wesen nach von einander verschieden sind.

Betrachtet man nun im Zusammenhalt mit den skizzirten zwei Formen von Sehzellen das Retinaelement der Alciopiden, so wird Niemand läugnen, dass dasselbe in der That eine grosse Aehnlichkeit namentlich mit der ersteren Form d. i. mit der Sehzelle von Dytiscus verräth.

Wie diese besitzt es ja einen schlauchartigen mit einem grossen deutlichen Kern versehenen Hinter- und einen zu einem Röhrenstäbchen differenzirten Vorderabschnitt.

Ein Unterschied ergäbe sich zunächst nur, wenigstens unter Zugrundelegung des Greeff'schen Schemas (Holzschnitt F), im Verhalten der pigmentirten Zone.



Während nämlich bei *Dytiscus* das gesammte Pigment als ein Differenzirungsproduct des Zellinhaltes erscheint, befände sich dasselbe bei *Alciope*, z. Th. wenigstens ausserhalb des Retinalschlauches. In dem Sinne muss ich wenigstens Greeff's Fig. 7 deuten, wo der kugelige zwischen Stäbchen und Säule eingeschaltete Pigmentkörper (Fig. F pg) äusserlich von keiner Membran umgeben ist und dann dessen Bemerkungen p. 126 und 129, wo davon gesprochen wird, dass sowohl die Stäbchen, als die Säulen mit ihrem verjüngten Ende in die „ballenförmigen“ Pigmentkörper eintauchen und durch dieselben miteinander verbunden werden.

Diese Anschauung Greeff's, nach welcher sich die „Pigmentkörper“ offenbar weniger als verbindende denn vielmehr als trennende Zwischenglieder oder Diaphysen zwischen den Stäbchen und Säulen herausstellten, ist nun allerdings, wie ich gleich zeigen werde, nicht richtig; allein ich machte gerade an dieser Mittelzone noch andere Beobachtungen, die der bisherigen Auffassung der Retinalschläuche der *Alciopiden* nichts weniger als günstig sind.

An feinen Tiefenschnitten durch die unentfärbte Retina erhält man bezüglich der Pigmentschichte in der Regel ähnliche Bilder wie sie Greeff auf Fig. 2, 3 und 9—11 darstellt. Insbesondere ist dabei beachtenswerth, dass die einzelnen Elemente dieser Lage mindestens ebenso breit als die Stäbchenenden erscheinen, und, wenigstens an den axialen Theilen der Retina, seitlich ganz hart aneinanderstossen.

Im Gegensatz zu Greeff muss ich aber zunächst hervorheben, dass nach meiner Erfahrung diese Elemente der Pigmentzone, wenigstens in ihrer natürlichen Lage, keine kugeligen „Ballen“, sondern kurze prismatische Gebilde sind. Dies ergibt sich einmal und zwar zur Evidenz aus der leicht zu beschaffenden Flächenansicht derselben. Hier erscheinen sie nämlich (Fig. 6 pg) nicht kreisrund, sondern als polygonale und zwar meist sechseckige Plättchen. Für die bezeichnete Form spricht aber auch die Längsansicht, insofern man auch hier keine kreisförmige, sondern eine viereckige und zwar je nach der Retina-Region, bald mehr quadratische, bald mehr in die Länge gezogene also rechtwinkelige Umgrenzung sieht.

An einigen besonders gelungenen Zupfpräparaten bemerkte ich dann ferner auf beiden Längsseiten des „Pigmentkörpers“ eine allerdings sehr zarte Membran, die ich nach hinten direct in die Wand der Säule verfolgen konnte. Dies spricht nun offenbar gegen die Greeffsche Auffassung (p. 129), nach welcher die kernhaltige Säule mit ihrem verjüngten Ende in den Pigmentkörper eindringen soll, und deutet darauf hin, dass letzterer selbst nur ein Inhaltsbestandtheil des Retinalschlauches ist.

Dass der Pigmentkörper aber in der That auch in seinem ganzen (seitlichen) Umfang von einer Fortsetzung der Säulen-Wandung umgeben ist, zeigt dann am evidentesten wieder die schon erwähnte Flächenansicht, wo man um jeden Pigmentfleck einen schmalen ungefärbten Rahmen findet und bei tieferer Einstellung (an etwas schief liegenden Präparaten) sich unschwer überzeugt, dass diese Pigmentkörperhülle continuirlich in die der Säulen übergeht.

Entscheidend für die ganze uns hier beschäftigende Frage ist aber das Bild der pigmentirten Zwischenlage nach Behandlung mit Kalilauge.

Während in diesem Reagens, wenigstens an unseren Osmium-Präparaten, die Stäbchen- und Säulenschicht ihr ursprüngliches gelblichbraunes Aussehen beibehalten, hellt sich unter Lösung des Pigmentes die Mittellage so stark auf, dass es, namentlich bei schwacher Vergrößerung, den Anschein gewinnt, als ob die beiden übrigen genannten Schichten durch eine Spalte von einander getrennt wären.

Besichtigt man nun diese helle Zone bei sehr starker Vergrößerung, so erscheint sie (Fig. 4) als ein fast farbloses schwach körniges Band, das in regelmässigen der Stäbchenbreite entsprechenden Distanzen von dunkeln Querlinien durchzogen wird.

Da nun letztere genau mit den Seitenrändern der Stäbchen und Säulen zusammenfallen, so unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass die betreffenden Abtheilungen den die Pigmentkörper beherbergenden prismatischen Fächern oder Schlauchtheilen entsprechen.

An solchen für die Beobachtung dieser Zone besonders günstigen Strecken, wo sich die Stäbchen abgelöst haben, sieht man ferner in der Regel am Vorder- (Aussen-) Rande der Mittellage eine gelblichglänzende schmale Leiste, die leicht für eine beson-

dere diese Schichte abgrenzende Cuticula gehalten werden könnte; ich glaube indess, dass dieser Saum entweder der optische Ausdruck des z. Th. in Folge der Präparation etwas umgeschlagenen Randes dieser dünnhäutigen Fächer ist, oder dass sie durch Abtrennung der Basaltheile der Stäbchen entstehen.

Die Möglichkeit des Vorkommens einer besonderen dünnen Grenzlamelle, die dann aber jedenfalls siebartig durchbrochen sein müsste, möchte ich indess, da mir die genannten Erklärungen nicht vollständig genügen, doch nicht unbedingt ausschliessen <sup>2)</sup>.

Ich komme endlich zur Hauptsache, nämlich zum Nachweis, dass jedes der Fächer der Pigmentzone, oder, wenn man will, jeder Pigmentkörper ein besonderes Inhaltsgebilde besitzt, das ich seinem ganzen Verhalten nach als einen Kern betrachten muss.

Am Besten erkennt man zunächst diese Gebilde an der schon erwähnten Flächenansicht der nicht entfärbten Pigmentzone, namentlich nach vorheriger Aufhellung in Carbolsäure.

Man sieht da bei schwacher Vergrößerung eine dunkelbraune körnige Lage, die sich bei starker Vergrößerung in die bereits früher erwähnte Mosaik polygonaler Täfelchen auflöst.

In jedem dieser braunen Täfelchen bemerkt man nun, wie Figur 6 lehrt, einen besonderen kreisrunden Binnenkörper, dessen Durchmesser (0,0028), ungefähr die Hälfte vom Diameter des ganzen Täfelchens beträgt. Durch verschiedene Einstellungen belehrt man sich ferner, dass diese Körper kugelig sind. Bei hoher Einstellung zeigt sich zunächst eine braune etwas glänzende Kuppe; bei mittlerer hingegen das bekannte Bild eines doppelkonturirten, also von einer eigenen Randschicht umgebenen Bläschens. Der Inhalt dieses Bläschens ist viel heller als die Umgebung und zeigt eine körnige Masse, zuweilen mit der Andeutung eines grösseren stark glänzenden Kornes. Die braune Färbung dieser Bläschen bei hoher (und auch bei tiefer) Einstellung erkläre ich mir aus der Umlagerung von Pigmentkörnern.

---

1) Dies um so weniger, als z. B. auch bei den Cephalopoden eine solche limitans sicher vorkommt; hier aber, wenigstens bei Nautilus und Sepia nicht an der äusseren, sondern an der inneren Seite der Mittelzone. Möglicherweise gibt es aber gelegentlich sogar zwei Grenzhäute.

Das ganze Bild erinnert offenbar an die Flächenansicht eines Pflasterepithels, und ich wüsste vorab keinen stichhaltigen Grund gegen die Annahme, dass die gewissen hellen Bläschen eben die Kerne dieser zellähnlichen Elemente seien.

Nach einer Stelle bei Greeff (p. 126) zu urtheilen, müssen übrigens auch diesem Forscher ähnliche Ansichten vorgekommen sein, er legt dieselben aber ganz anders aus. Die „meist sehr kleinen hellen Flecke“, die er zuweilen aus dem Innern der Pigmentkörper hervorleuchten sah, und von denen ich glaube, dass sie mit meinen Bläschen identisch seien, wären nämlich nach ihm „entschieden keine Kerne“, sondern entsprächen der Eintrittsstelle des (von ihm stark verjüngt gedachten) Stäbchenendes (in die Pigmentzone) und der Verbindung desselben mit der folgenden kernhaltigen „Säulenschicht“.

Dass diese Auffassung aber nicht richtig, ergibt sich schon aus dem Früheren, am Allerbestimmtesten aber aus dem obenerwähnten mit Kalilauge entfärbten Tiefenschnitte Fig 4.

Man beachte hier vor Allem 1. dass die innern Stäbchenenden nicht verjüngt, sondern ebenso breit sind wie auf der übrigen Strecke und 2. dass das Stäbchen überhaupt nicht in die Pigmentkörper eintaucht, sondern mit seiner ganzen Endfläche ( $st_3$ ) an das prismatische Pigmentfach und durch dieses an die Säule angestückelt ist.

Dass der gewisse „helle Fleck“ des Pigmentkörpers aber nicht etwa der Endfläche des Stäbchens entspricht, ergibt sich einmal daraus, dass diese Endfläche ( $st_3$ ) nicht kreisrund, sondern mehr oder weniger polygonal, und 2. dass sie circa um die Hälfte breiter ist als der Durchmesser unserer Bläschen.

Entscheidend ist aber der Umstand, dass sich diese Gebilde, wie eben unser Schnitt zeigt, als wirkliche selbständige Inhaltkörper der Pigmentzonenfächer darstellen.

Im Anfang der Kalieinwirkung und mit starken Systemen sieht man nämlich in jedem dieser Fächer ein blasskörniges aber später oft ganz hell werdendes Kügelchen, das seiner Grösse und seines übrigen Verhaltens wegen mit dem kernartigen Binnenbläschen der beschriebenen Flächenansicht identificirt werden muss.

Schliesslich darf nicht vergessen werden, dass sich diese Formelemente, wie Fig. 3 mk und Fig. 4  $mk_1$  zeigen, auffallend schnell und intensiv mit verschiedenen Pigmenten, namentlich mit

Carmin, färben, und dies lässt denn wohl im Zusammenhalt mit dem früher Bemerkten keinen anderen Schluss zu, als dass es wirkliche Kerne sind <sup>1)</sup>).

Die Alciopiden - Retina besitzt aber nicht bloss zwei Kernschichten, es ist mir gelungen an derselben noch eine dritte nachzuweisen. Dieselbe entspricht jener bekannten präbacillären Zone der Tracheaten-Retina, über die ich (17) seinerzeit das Nähere mittheilte, und schicke ich zum besseren Verständniss der ganzen Sachlage hierüber Folgendes voraus.

Wie wir schon gehört, besässe nach Grenacher jedes Retinaelement stets nur einen einzigen distincten Kern. Dieser Kern sollte aber — und das ist gewiss sehr auffallend — bald vor (Holzschnitt D), bald hinter dem Stäbchen (C) sich befinden.

Dieser Umstand bewog mich nun zur Nachforschung, ob nicht vielleicht doch der Retinaschlauch an jedem der bezeichneten Stellen einen Kern hat.

Bei mehreren Formen, insbesondere aber bei den Scorpioniden, glaubte ich mich dann auf das Sicherste überzeugt zu haben, dass dies in der That der Fall, der Retinaschlauch also keine einfache Zelle, sondern ein zusammengesetztes, zweikerniges Gebilde (Holzschnitt E) ist.

In Uebereinstimmung mit Leydig, Greeff und mit Bezug auf gewisse analoge Verhältnisse an den tympanalen Sinnesapparaten der Orthopteren bezeichnete ich dann den hinteren (inneren) Abschnitt des Retinaschlaches als Ganglienzelle, den vorderen (äusseren) stäbchenführenden vorläufig als Endschlauch i. e. S. Ich sage „vorläufig“, weil ich hier noch Andeutungen eines dritten (mittleren) Kerns fand (am deutlichsten bei Scolopendra Holzschnitt E mk) und die definitive Bezeichnung der durch diese drei verschiedenen Kerne markirten Schlauch-Theile bis zur Vollendung neuer Untersuchungen suspendiren wollte.

Indem ich nun auf den Nachweis der gewissen Vorderkernzone der Alciopiden-Retina übergehe, muss ich noch erwähnen,

---

1) Wenn Grenacher (p. 161) sagt, dass ihm, in Uebereinstimmung mit Greeff die Pigmentzone nicht als ein „besonderes Stratum“ erscheine, so ist der gesperrt gedruckte Beisatz nach dem Obigen insofern nicht ganz richtig als ja Greeff den „Pigmentkörper“ nicht als Inhalt des Retinaschlaches, sondern als einen gesonderten Substanzballen, in welchen Stäbchen und Säule eintauchen, auffasst.

dass bereits frühere Forscher und insbesondere Greeff an der betreffenden Region der Stäbchenschichte eine eigenthümliche Differenzirung bemerkt hatten. Letzterer erwähnt nämlich u. A., dass dem äusseren Ende der Retina-Pallisaden „zuweilen ein besonderes epiphysenartiges Glied angefügt“ sei, das „wohl auch durch leichte Anschwellung oder gelbe Farbe gewissermassen als Köpfchen hervortritt“. Aus seiner einschlägigen Figur 2 u. 8 sowie aus dem Texte ist aber zu entnehmen, dass sich Greeff dieses Köpfchen, das nach ihm ohnehin nur „zuweilen“ zur Beobachtung gelangen soll, durchaus nicht als einen völlig selbständigen d. i. vom eigentlichen Stäbchen verschiedenen Bestandtheil, sondern eben nur als ein mehr oder weniger „abgeschnürtes“ Endstück des letzteren vorstellt.

Die eigenen Beobachtungen betreffend, mache ich zunächst darauf aufmerksam, dass die in Rede stehende äussere Grenzzone der Stäbchenschichte namentlich aber bei milder starker Vergrösserung und an dickeren und wenig aufgehellten Schnitten in der Regel vom übrigen Theile sich so wenig unterscheidet, dass deren völliges Uebersehen leicht zu erklären ist.

Bei Anwendung sehr starker Systeme und guter Beleuchtung überzeugt man sich indess doch bald, auch an minder günstigen Präparaten, dass der äussere Retinasaum etwa in einer Breite, die jener eines Stäbchens gleich ist, eine etwas andere Beschaffenheit hat. Dieser, wie wir eben gehört, relativ sehr schmale Saum erscheint nämlich bei hoher Einstellung heller und glänzender, bei mittlerer dagegen dunkler und matter als die übrige Schichte, und sieht man in derselben noch ausserdem, aber erst, wenn man eigens darauf achtet, und auch nur stellenweise, kleine kernartige Inhaltskörper.

Eine genauere Vorstellung vom Verhalten dieser Randschichte erhält man aber erst an völlig isolirten Pallisaden, die man am Sichersten durch Zerzupfung möglichst dünner und gut maceirter Schnitte erhält.

Hier sieht man vor Allem (Fig. 4\*), dass die dicke stark lichtbrechende Wand des Stäbchens und also letzteres selbst nicht ganz bis zur Grenzlamelle reicht, sondern dass der Retinaschlauch auf der gewissen kurzen Endstrecke ein ähnliches Verhalten zeigt, wie hinter dem Stäbchen. Daraus erklärt sich nun, wesshalb sich die betreffende Zone an dickeren Schnitten, wo mehrere solcher

relativ dünnwandiger Ansatzstücke übereinanderliegen und sich die Unterschiede im optischen Verhalten summiren, als ein von der übrigen Schichte gesondertes Band darstellt.

Nebstdem bemerkt man dann in diesem blindsackartigen Stäbchen-Anhang, wenn auch oft nur undeutlich, ein besonderes Binnenkörperchen.

Dasselbe ist kugelförmig, nimmt ungefähr  $\frac{2}{3}$  der Schlauchbreite ein und erscheint (an Osmiumpräparaten) stärker glänzend und mehr gelblich als der übrige feinkörnige Inhalt dieser Partie, welcher unmittelbar in die übrige granuläre Stäbchen-Substanz übergeht.

Da mehrere Forscher (wie z. B. Greeff vom gleichen Objecte und Simroth von manchen Mollusken) angeben, dass an frischen Stäbchen der Inhalt bisweilen in Form von Tropfen hervorquillt, könnte man leicht versucht sein, auch die in Rede stehenden Binnenkörperchen als solche, oder mit Greeff überhaupt als integrierende Theile resp. als sog. Aussenglieder der Stäbchen selbst anzusprechen.

Dem gegenüber muss ich nun einen besonderen Nachdruck auf die wiederholt von mir geprüfte Thatsache legen, dass auch diese Inhaltskörper, ähnlich wie die der Pigmentzone bei der Tinction sich einerseits ganz anders verhalten, als die eigentlichen Stäbchen während sie andererseits in dieser Beziehung vollständig das Verhalten echter Kerne darbieten.

Legt man, um sich hiervon zu überzeugen, einen Retinaschnitt in eine Carminsolution, so erscheint der gewisse Saum alsbald intensiv roth gefärbt (Fig. 3 vk), indess die eigentliche Stäbchenschichte das Pigment nur sehr langsam aufnimmt.

Sehr lehrreich ist dann auch die Vergleichung einer solchen tingirten Grenzzone mit der dünnen Glaskörperschichte hinter dem Linsenkörper. Bis auf die ungleiche Dicke zeigen nämlich beide einen ganz übereinstimmenden Typus und sind insbesondere, wie die nach einem äusserst gelungenen Präparat gezeichnete Fig. 2 lehrt, die bereits als unzweifelhafte Kerne erkannten Gebilde des Glaskörperepithels (gl) den gewissen Elementen der terminalen Retinaschicht so ausserordentlich ähnlich, dass schon ein hoher Grad Sceptis dazu gehören würde, wollte man letztere

ren, nur deshalb weil sie unter ungünstigen Umständen in der That sehr schwer zu sehen sind, die Kernnatur streitig machen<sup>1)</sup>.

Fassen wir nun die hinsichtlich der Retinapallisaden gemachten Mittheilungen zusammen, so können wir uns etwa so ausdrücken: dieselben sind keine einfachen Zellen<sup>2)</sup>, wohl aber, allem Anschein nach wenigstens, einer röhrigen Zelle vergleichbare, d. i. continuirliche Schläuche. Diese Schläuche gliedern sich in drei je mit einem besonderen Kern versehene Theile, die ich in Kürze als ganglionären oder basalen, als pigmentirten oder medialen und als bacilliferen oder terminalen Abschnitt bezeichne.

Zum Schlusse haben wir noch einmal auf die Stäbchen zurückzukommen und zwar mit Rücksicht auf die hochwichtige Frage, ob dieselben und zwar vermöge der Beschaffenheit, die ihnen Grenacher beilegt, wirklich, wie eben dieser Forscher behauptet, die eigentlichen Perceptionsgebilde sind, in denen (p. 143) „die Umwandlung der Aetherwellenbewegung in Nervenregung“ stattfindet, oder ob zu diesem Behufe, wenigstens unter bestimmten Umständen, noch ein neues von Grenacher unbeachtet gebliebenes Element hinzutritt.

1) Nach Greeff sollen sich die Endstücke der Stäbchen gegen die Iris hin „zu breittenscheibenförmigen, häufig etwas vertieften Köpfchen ausbreiten“, die sich, während die Stäbchen selbst immer weitere Zwischenräume zwischen sich lassen sollen, mit ihren Rändern noch berühren und schliesslich, wie es Greeff scheint, unter völligem Eingehen des eigentlichen Stäbchens allein noch als „Platten oder Scheiben“ übrig bleiben.

Er bemerkt aber noch ausdrücklich, dass er „auch diese Scheiben und Platten nicht als von dem übrigen Theil des Stäbchens getrennte, besondere Endglieder erkennen konnte.“

Bei *A. Contrainii* habe ich dergleichen Stäbchenformen vielleicht, weil ich die Randpartieen des Netzhaut-Kelches überhaupt nicht näher zu untersuchen Gelegenheit fand, nie bemerkt, möchte aber doch bezweifeln, ob sie sich wirklich so verhalten wie Greeff angibt. Die Möglichkeit dagegen, dass die retinale Aussenkernlage unter allmäliger Verkürzung der Stäbchen schliesslich unmittelbar auf die pigmentirte Mittelkernlage zu liegen komme, will ich keineswegs in Abrede stellen.

2) Grenacher behauptet dies ganz ausdrücklich, gerade auch in Bezug auf die Alciopiden, indem er pag. 161 u. A. sagt: „Das Auge dieser Thiere hat eine ausgezeichnet entwickelte Retina von frappirender Einfachheit des Baues. Sie besteht nur aus einer einzigen Zellenlage, einer einfachen Schicht langgezogener Retinazellen“.



Ich habe schon oben darauf hingewiesen, dass die Stäbchen der uns hier beschäftigenden Thiere nach ihrer Lage zum Retinaschlauch zweierlei Zustände darbieten, indem die eigenthümliche, das Stäbchen bildende Substanz bei den einen (*Dytiscus*, *Alciope*) an der Wand, bei den anderen dagegen (*Epeira* etc.) frei im Innern des Retinaschlauches abgelagert ist.

Sehen wir nun, in wieweit jede dieser beiden Stäbchenformen der ihnen von Grenacher zugeschriebenen Function entsprechen kann.

Ich prüfe zunächst das Verhalten der axialen Stäbchen und wähle hiezu die aus dem Hinterauge von *Epeira*, weil dieselben von Grenacher sowohl an Längs- als Querschnitten relativ sehr genau erforscht sind. Betreffs dieser Stäbchen (Holzschnitt D) beachte man vor Allem, dass nach Grenacher, was ich vollkommen bestätigen kann, der hintere Theil derselben von Pigment bedeckt ist (p. 45), und dass dieses „völlig undurchsichtige“ Pigment auch den ganzen Raum des Retinaschlauches zwischen dem Stäbchen und der zugehörigen Nervenfaser ausfüllt.

Unter besagten Umständen scheint es mir nun aber, dass das fragliche Stäbchen nicht wohl das eigentliche perceptive Endorgan sein kann. Ich schliesse so: es ist wohl nicht anders anzunehmen, als dass die Perception an einem Gebilde (resp. Orte) geschieht, von dem dann der empfangene Reiz ohne Unterbrechung und mit möglichst geringem Widerstande auf die Fasern des Opticus fortgepflanzt werden kann. Eine solche Fortpflanzung dürfte aber eben unter den genannten Bedingungen nicht wohl möglich sein. Erwägt man nämlich, dass sich hier zwischen Stäbchen und Nervenbahn eine dicke Pigmentschicht einschiebt, und dass dieses Pigment anderwärts, z. B. zwischen den Stäbchen und an der Iris, wie allgemein angenommen wird, zur Abwehr von Lichtreizen bez. zur Isolirung derselben dient, so kann die genannte Zwischenlage doch wohl kaum als Leitungs-Vorrichtung functioniren.

Wenn aber eben diese Pigmentschichte dem vom eigentlichen Stäbchen percipirten Reiz nicht leiten kann, dann glaube ich, dass das Stäbchen als solches auch nicht das passende Organe für die Perception ist.

Zum gleichen Schluss komme ich aber auch beim parietalen Stäbchen, also dort, wo die angeblich lichtpercipirende Substanzlage in die Wand des Retinaschlauches fällt (Holzschnitt B). Da

das Innere dieses Schlauches gleichfalls (so z. B. wenigstens bei *Dytiscus* und *Alciop*) stellenweise ganz mit undurchsichtiger Pigmentmasse erfüllt ist, so wäre meines Erachtens, falls wirklich die Perception dem eigentlichen Stäbchen zufiele, die Fortleitung des Reizes nur längs der Wand des Schlauches möglich und würde also der Reiz gleichfalls kaum oder doch nur sehr geschwächt in die Nervensubstanz selbst gelangen.

Wenn dem aber so ist, dann scheint es mir selbstverständlich, dass, wenigstens in den angegebenen Fällen, ausser dem Stäbchen in der That noch ein anderes Element und zwar sowohl behufs der Leitung als der Perception des Lichtreizes existiren muss.

Die vorausgehende Erörterung wurde, wie ich erst nachträglich bemerke, deshalb angestellt, weil Grenacher die Existenz eines solchen Gebildes für die Arthropoden (p. 158) gänzlich läugnet und sie auch dort in Frage zieht (p. 161), wo dieselbe sozusagen als physiologisches Postulat erscheint und auch bereits tatsächliche Anhaltspunkte dafür vorliegen.

Wie der Zusammenhang ergibt, habe ich hier speciell den zuerst von Greeff erwähnten Axenfaden der *Alciopiden* im Auge und gehe ich nun unverweilt auf die Darlegung der betreffenden Beobachtungen über.

Nach Greeff besäße der Inhalt der frisch in Seewasser untersuchten Stäbchen eine feinkörnige Beschaffenheit mit Andeutungen einer zarten fibrillären Längsstreifung und soll zuweilen unter diesen Fibrillen „ein in der Längsrichtung durch die Innensubstanz verlaufender Hauptfaden mit Deutlichkeit hervortreten.“

Noch sicherer wäre dann dieser bacilläre Axenfaden an Stäbchen zu sehen, deren Inhalt durch Behandlung mit Essigsäure, Chromsäure, Osmium etc. geronnen und dunkler geworden ist, dies besonders nach Wiederaufhellung in Glycerin.

Greeff gibt ferner an, dass man an Querschnitten der Stäbchen „fast constant in der Innensubstanz neben einigen kleineren ein mehr oder minder glänzendes grösseres Körnchen sehe“, das er als „Querschnitt des durchschnittenen Fadens“ betrachten zu dürfen glaubt.

Er theilt dann endlich noch mit (p. 129), dass man an Zerzupfungs-Präparaten nicht selten dem von dem Stäbchen losgerissenen Ende der „Säule“ einen Faden anhängen sieht, während ein

solcher auch oft aus dem entsprechenden Ende des Stäbchens selbst hervortreten soll.

Aus Alle dem schliesst nun Greeff, „dass von dem äusseren zugespitzten Ende der kernhaltigen Säule ein Faden ausgeht, der in das Stäbchen eindringt und in dessen Axenkanal verläuft“, und bezeichnet diesen Axenfaden zugleich als das Organ, welches den Lichtreiz empfängt und ihn (unter Vermittlung der basalen Ganglienzelle) der Opticusnervenfaser zuführt.

Das Stäbchen selbst dagegen wäre nach ihm „gewissermassen nur die Scheide, der Stützapparat, der den Nervenfaden und die ihn umhüllende körnigfibrilläre Substanz aufrecht und in radiärer Richtung dem Innern des Auges und dem Lichte zugewandt erhält“.

Was nun meine eigenen Erfahrungen betrifft, so bin ich in der Lage, die mitgetheilten Angaben Greeff's grösstentheils zu bestätigen und ausserdem noch durch Beibringung weitergehender Beobachtungen auch dessen Anschauung über Stäbchen und Axenfaden besser begründen zu helfen.

Gleich Greeff sehe ich im Innern des Stäbchen-Kanales (Fig. 4 \*) bei geeigneter Einstellung und Beleuchtung ausser einigen Körnerstreifen noch einen, wenigstens stellenweise, sehr distincten Mittelfaden (xf) und dem entsprechend an (wirklichen) Querschnitten (Fig. 5 A) in der Regel ein centrales, etwas glänzendes Körperchen (xf).

Ferner habe ich wiederholt an von der Mittelschicht losgerissenen Stäbchencomplexen einen eigenthümlichen fransenartigen Besatz aus zarten Fädchen bemerkt (Fig. 4 xf), und mich durch Isolirung der Stäbchen überzeugt, dass jeder solcher Faden aus dem Innern eines Stäbchens kommt. Dieser Faden (Fig. 4\* xf) ist deutlich doppelt konturirt, wegen der anhängenden feinen Körnchen aber nur stellenweise und stets nur mit den stärksten Systemen zu erkennen.

Fraglich bleibt es mir dagegen, wie sich dieser Axenfaden zum Mittelkern verhält und wie weit er in die Ganglienzelle eindringt.

Ungleich deutlicher noch als bei *Alciope* sah ich den Axenfaden bei mehreren anderen Würmern und will ich die betreffenden Beobachtungen gleich hier beischliessen.

Ich erwähne zuerst das Verhalten bei einer Nereis und zwar an dem ausgezeichnet gelungenen Flächenschnitt der Stäbchenschicht in Fig. 35. Hier sieht man und zwar ohne Ausnahme in jedem der gelbpigmentirten Felder, die dem Inhalt der dick- und hellwandigen Röhrenstäbchen entsprechen, ein centrales stark lichtbrechendes Körperchen, (xf) das sich sofort als Querschnitt eines cylindrischen Fadens zu erkennen gibt, der aber beträchtlich dicker als bei *Alciope* ist.

Nicht minder lehrreich ist der Tiefenschnitt in Fig. 33. Hier beobachtet man nämlich längs der Mitte des (gelb pigmentirten kolbenartigen) Stäbchenlumens eine doppelkonturirte und je nach der Einstellung bald dunkel, bald hell erscheinende Linie (xf), die man, und zwar mit aller Sicherheit, auch noch weiter über das Stäbchen hinaus, d. i. in den basalen Abschnitt hinein verfolgen kann.

Am allerprägnantesten aber fand ich bisher den Axenfaden bei einer *Nephthys*, deren Stäbchen ganz auffallend mit jenen von *Alciope* übereinstimmen. Letztere (Fig. 18) sind schlank, deutlich sechskantig und wie man rechts sieht, auf jeder Wandfläche quergestreift. Am optischen Längsschnitt (links) bemerkt man dann die Sonderung derselben in die dicke, stark lichtbrechende Wand-schicht und in den körnigen im frischen Zustand (Fig. 17) röthlich-braun pigmentirten Inhalt.

Längs des betreffenden Kanales sah ich nun wiederholt und dies mit aller nur wünschenswerthen Bestimmtheit, einen ununterbrochenen und, wie bei *Nereis*, ziemlich derben Faden (xf), der sich auch noch eine Strecke weit in die Ganglienzelle zurück verfolgen liess.

Unter so bewandten Umständen muss die Existenz einer das Stäbchen durchziehenden distincten Axenfaser wohl als eine erwiesene Thatsache gelten und die Frage ist nur noch, was derselben und dem Stäbchen selbst sowohl in morphologischer als in physiologischer Beziehung für eine Bedeutung zuzuerkennen ist.

Ueber die letztere zunächst glaube ich mich, nach dem Früheren, sehr kurz fassen zu können. Da die pigmentirte Mittellage zwischen dem Stäbchen und der Ganglienzelle, meiner Auffassung nach, für Lichtreize impermeabel ist, so ist die diese Schicht durchbohrende Axenfaser vor Allem eine Leitungseinrichtung.

Mit Rücksicht darauf ferner, dass diese Faser bis zum äussersten Ende des Stäbchens vordringt, und von der bacillären Wandschicht, z. Th. wenigstens, durch Pigment isolirt ist, kommt es mir dann höchst wahrscheinlich vor, dass das bacilläre Gebilde, als solches, bei der Perception nicht direct betheiligt, sondern dass letztere gleichfalls an die Axenfaser gebunden ist.

Was dann die morphologische Bedeutung des Axenfadens angeht, so möchte ich darüber in Kürze nur Folgendes bemerken.

Wegen der allerseits durch eine besondere Hautlage hergestellten scharfen Abgrenzung zwischen dem integumentalen und retinalen Abschnitt des Auges, so wie aus andern schon angedeuteten Gründen, scheint es mir — wenigstens vom rein topographischen Standpunkt aus — sehr unwahrscheinlich, dass die Retina ein vom eigentlichen Integument (nicht Ectoderm!) abgeschnürtes Stratnm darstellt, halte vielmehr dafür, dass sie auch ontogenetisch in einem näheren Zusammenhang mit der Anlage des Nervensystems steht.

Im Anschluss an das Gesagte möchte ich noch in Kürze die Frage nach der ontogenetischen Beziehung der von mir nachgewiesenen drei Retinastraten berühren.

Die Hauptfrage ist die, ob die Retina aus drei selbständigen Zelllagen sich aufbaut, oder ob sie aus einer einzigen epithelartigen Schichte hervorgeht, deren Elemente sich erst secundär in die bekannten drei Abschnitte differenziren.

Obwohl für die erstere Annahme, nach welcher mehrere (meist drei) linear übereinanderliegende Zellen unter Obliterirung der Zwischenwände in einen einheitlichen Schlauch verschmolzen seien, mancherlei Analogieen vorgebracht werden könnten und insbesondere auch die Erhaltung der betreffenden für die Sehfunction gewiss eher hinderlichen als förderlichen Kerne dafür spricht, so hat, wie mich dünkt, doch die zweite Anschauung, d. i. die von der Einschichtigkeit der Retina-Anlage viel mehr Wahrscheinlichkeit für sich.

Abgesehen nämlich davon, dass an manchen der einschlägigen Retinaschläuche, was freilich auch zu Gunsten der ersteren Annahme ausgelegt werden könnte, factisch nicht drei, sondern zwei und, möglicherweise, wie ich a priori durchaus nicht bestreiten will, noch weniger Kerne vorkommen, so scheint mir für den

einheitlichen Ursprung dieser Gebilde insbesondere der Axenfaden zusprechen, insoferne sich dieser durch alle drei Schlauchabschnitte erstreckt, und seiner ganzen Beschaffenheit nach sich als das eigentliche Ende der optischen Nervenfasern erweist, und ich kann mir insbesondere nicht wohl vorstellen, dass derselbe in einem aus mehreren Zellen zusammengelöteten Rohre sich entwickelt hätte.

Dieser Faden spricht aber auch am Meisten dafür, dass die primären Retinazellen, resp. deren mehrkernige Differenzirungsgebilde, oder die secundären Retinapallisaden, nicht direct von der äusseren (integumentalen) Zelllage, sondern aus der inneren (secundären) Anlage des Nervensystems sich bildeten<sup>1)</sup>.

#### Fam. Eunicea.

(*Eunice Harassii* Aud. et M. Edw. und *Eu. vittata* delle Chiaje).

Ueber das Auge dieser Würmer kenne ich nur eine einzige nähere Mittheilung, nämlich von Ehlers, der sich hierüber (12 p. 339—40) folgenderweise ausspricht.

1) Anmerkungsweise muss ich noch kurz auf die Stäbchen der Arthropoden zurückkommen. Wie Grenacher (p. 161) hervorhebt, bestehe zwischen dem (kolbenförmigen!) Alciopidenstäbchen und dem gewisser Spinnen (z. B. Vorderauge von *Epeira*) eine grosse Aehnlichkeit, indem sich beide (das von *Alciop* allerdings nur z. Th.!) der Länge nach in zwei Platten zerlegen.

Ein wesentlicher von Grenacher nicht berührter Unterschied liegt aber darin 1. dass das betr. Spinnenstäbchen keine Wand-, sondern eine Axenbildung des Schlauches ist, und 2. dass die beiden Längshälften desselben nach seiner Fig. 21 ganz hart aneinanderstossen und so einen soliden Körper zu bilden scheinen, während das *Alciop*stäbchen hohl ist und ausser dem Axenfaden noch einen körnigen Inhalt besitzt.

Das zeigt zur Genüge, dass speciell die genannten zwei Stäbchenformen, falls Grenacher's Angaben über das der Spinnen, wie ich glaube, richtig sind, auf keinen Fall direct miteinander verglichen werden dürfen.

Das schliesst aber durchaus nicht aus, dass auch das Spinnenstäbchen einen bisher übersehenen resp. schwer nachweisbaren Axenfaden in sich aufnimmt.

Ein solches rein axiales Sehstäbchen aber sammt Axenfaden würde die grösste Analogie mit dem in unserer letzten Schrift wieder zur Sprache gebrachten Tympanal-Stäbchen der Orthopteren besitzen.

In wieweit die theils axialen, theils mehr oder weniger parietalen Stäbchen des Facettauges nur Stäbchen im Grenacher'schen Sinn oder mit besonderen Axenfäden in Verbindung stehende also gemischte Elemente sind, wird die weitere Untersuchung zu zeigen haben, die auch unseren „Axenstrang“ vom Scorpionauge neuerdings vornehmen muss.

„Die Augen, sagt er, sind fast kegelförmige mit der Spitze in die Hirnmasse eindringende Pigmenthaufen, deren oft etwas ausgehöhlte Basis unmittelbar unter der Haut liegt. Das Pigment ist äusserst feinkörnig, tiefschwarz. Am Umfang des Auges ist es nicht scharf abgegrenzt gegen die Hirnmasse, sondern löst sich fein staubartig von dem dichten Kerne ab und dringt nach allen Seiten in die Hirnsubstanz ein. Ob innerhalb des Kernes der Pigmentmasse die Elemente der peripheren (angeblich faserigen) Hirnschicht noch eine besondere Gestaltung erhalten, kann ich nicht angeben; man sieht allerdings bei Längsschnitten durch das Auge, dass im Innern des Pigmentkernes stäbchenförmige oder grobfaserige Gebilde von allen (?) Seiten gegen die bisweilen napfartig vertiefte Oberfläche (des Pigmentkernes) gerichtet sind, doch schienen mir diese Körper nichts Specificisches zu besitzen, sondern Elemente der äusseren Fasermasse zu sein, wie sie in den Fühlern und Palpen sich findet.

Im Vergleich zum Auge von *Nereis* wäre hier eine sehr niedrige Bildung vorhanden, wenn nicht eine Untersuchung besserer Objecte auch noch hier spezifische Nervenendigungen nachweist“.

Beachtet man diese Beschreibung und die einschlägige Abbildung (Taf. XIV Fig. 19) näher, so wird man gerne zugeben, dass ein also beschaffenes Auge, das weder einen lichtbrechenden Körper noch spezifische Nervenelemente besässe, „sehr niedriger Bildung“ wäre, ja man könnte füglich fragen, ob ein derartiger in die Nervensubstanz eingestreuter „Pigmenthaufen“ denn überhaupt den Namen eines Sehorgans verdient.

Indessen verhält sich das *Eunice*-Auge in Wirklichkeit ganz anders als es *Ehlers* — offenbar nach einer nur ganz flüchtigen Musterung — darstellt, ja, um es gleich zu sagen, zeigt es, von der weit geringeren Grösse abgesehen, eine nicht minder hohe Entfaltung wie das Sehorgan der *Alciopiden* und manche feinere Verhältnisse habe ich hier sogar noch viel deutlicher wahrgenommen.

Ich gebe nun eine gedrängte Darstellung des Beobachteten. Mit unbewaffnetem Auge und äusserlich angesehen ist das *Eunice*auge ein ziemlich unscheinbarer tiefschwarzer und rundlicher Hautfleck, dessen Durchmesser beim erwachsenen Thier kaum 0,3 mm beträgt. Von einer corneaartigen Vorwölbung der Haut oder von einer helleren auf einen lichtbrechenden Körper deutenden Stelle ist ferner selbst

bei starker Vergrößerung kaum eine Spur zu entdecken. Dagegen bemerkt man hier bei starkem auffallenden Licht eine andere Differencirung. Man sieht nämlich (Fig. 7) im Centrum des jetzt dunkelrothbraun erscheinenden und gegen die Ränder ganz unregelmässig verwaschenen Pigmentflecks eine tiefschwarze scharf kreisförmig umgränzte Stelle, und um letztere wieder eine schmale relativ hellere Zone, deren in radiären Zügen angeordnetes Pigment scheinbar unmittelbar in jenes der Chorioidea übergeht.

Ueber den innern Bau des Auges gibt nun zunächst der centrale Tiefenschnitt in Fig. 8 Aufschluss. Bei flüchtiger Musterung zeigt dieser Schnitt ein ganz ähnliches Bild wie der von Ehlers gezeichnete, d. h. man sieht unterhalb der dicken und fast völlig flachen Cuticula eine schwarze becherartig ausgehöhlte Pigmentmasse die, wie sich aus dem Vergleich mit andern Augen ergibt, offenbar der Retina angehört. Ich brauche wohl nicht zu bemerken, dass man diese Aushöhlung der retinalen Pigmentmasse (um mit Ehlers zu sprechen) nicht bloss „bisweilen“ sondern allgemein findet und ferner, dass dieselbe nicht leer ist. In letzterer Beziehung erkennt man vielmehr schon bei ganz flüchtiger Musterung, dass diese Höhlung von einem auffallend durchsichtigen und relativ homogenen Gewebe ausgefüllt wird, das denn nichts Anderes als den von Ehlers gänzlich übersehenen lichtbrechenden Abschnitt darstellt. Hiervon überzeugt man sich auch leicht durch Zerzupfung des macerirten Auges, wobei man aus der Pigmentmasse leicht dieses Gebilde als einen zusammenhängenden selbstständigen Körper losschälen kann. Dieser Körper hat die Form eines stumpfen Kegels oder Zapfens, dessen Basis sich an das Integument anlegt, indess die Spitze nach innen gekehrt ist. Man kann ihn also der optischen Wirkung nach mit einem plan-convexen Glas vergleichen; seine Begränzung erscheint jedoch sowohl an transversalen als medianen Schnitten ziemlich unregelmässig und oft (Fig. 10) zu einem ungleichseitigen Dreieck verzogen.

Die äussere Seite dieses lichtbrechenden Körpers liegt aber nicht unmittelbar der Cuticula an, sondern es schiebt sich von den Rändern her eine dünne dunkle Platte ein, so dass nur in der Mitte eine lichtdurchlassende Stelle bleibt. Denkt man sich nun das kurz skizzirte Durchschnittsbild auf eine Fläche projicirt, so ergibt sich die Deutung der früher erwähnten Oberflächenansicht



von selbst. Der dunkle Fleck in der Mitte zunächst entspricht einer Pupille, d. h. jener von der Pigmentablagerung verschonten Stelle des Integumentes, durch welche man den dunklen Augen- grund sehen kann. Der relativ helle Ringsaum ist dann die diaphragmaartige Pigmentlage unter dem Integument, also eine Iris, und die äussere breite Zone endlich ist die Projection der peripherischen Theile des pigmentirten Retinastratum.

Eine schöne Uebersicht der einzelnen Augentheile, wie sie sich im unentfärbten Zustand darstellen, gibt das Präparat in Fig. 9. Selbes ist ein in schiefer Richtung geführter keilförmiger Schnitt, der den äusseren Theil des Auges von der Fläche, den inneren dagegen im reinen Durchschnitte gibt. Am ersteren sieht man einmal die (hier selbstverständlich helle) Pupille (pu) sammt dem dunkelrothbraunen Strahlenkranz der Iris und dann ferner die gegen letztere zusammenneigenden Ränder des Retinabechers. Der Durchschnitt selbst zeigt dann vier scharf gesonderte Schichten, wovon die beiden äusseren dem lichtbrechenden, die beiden inneren dem lichtpercipirenden Abschnitt angehören. Vorläufig beachte man nur hinsichtlich dieser Straten, dass die schwarze retinale Zone sehr scharf von der gelben Lage des dioptrischen Abschnittes abgegränzt ist, während sie nach Innen (namentlich an dünnen Schnitten) ganz successive in die pigmentfreie innere Retinaschicht übergeht.

Tingirt man einen solchen Schnitt etwa mit Karmin und beseht ihn dann bei starker Vergrösserung, so macht man, zumal hinsichtlich der Retina, noch eine andere wichtige Erfahrung. Man sieht erstens, dass der Netzhautbecher von einer besonderen dünnen Hüllmembran umgeben ist, und zweitens, dass in der innern pigmentfreien Retinazone deutliche und etwa nicht der Hirnsubstanz als solcher zukommende Kerne vorkommen, die der ganzen Lage nach offenbar den Kernen der basalen oder Ganglienzellenschichte im Auge von *Alciop*e entsprechen.

Was nun aber das weitere Detail anlangt, so studirt man dasselbe am Besten an einem Schnitt, den man in Kalilauge entfärbt, dann einer Karmintinction unterwirft und schliesslich in stark concentrirtem Glycerin oder noch besser in Karbolsäure aufhellt.

An einem solchen Präparat (Fig. 10) überzeugte ich mich vor Allem 1) dass sich die sog. *Sclera* (sc) am Rande des Retinabechers

nach innen einschlägt und hier zwischen der Netzhaut und dem dioptrischen Abschnitt eine selbstständige Grenzlamelle (la) bildet und 2) dass der lichtbrechende Körper ein durchaus integrales resp. hypodermatisches Gebilde ist.

Wir betrachten vorerst den dioptrischen Abschnitt.

Wie man schon, wenn auch minder deutlich, an unentfärbten Schnitten erkennt, stellt derselbe keineswegs einen einheitlichen Körper dar, sondern man unterscheidet, ganz wie bei *Alciope*, 1. eine peripherische Glaskörperschicht (gl) (am Alcoholpräparat Fig. 9 gelb) und 2. einen relativ viel helleren homogenen Binnenkörper, der eine wahre Linse (li) vorstellt.

Betreffs der letzteren zunächst machen wir kurz auf Folgendes aufmerksam. Die Linse von *Eunice* ist vor Allem nicht kugelförmig, wie bei *Alciope*, sondern zeigt eine dem gesammten lichtbrechenden Körper ähnliche, also stumpf zapfenartige resp. dreieckige Gestalt, was offenbar damit zusammenhängt, dass der als cornea fungirende Theil der Integumentcuticula nur sehr wenig gewölbt ist.

Hinsichtlich der übrigen Beschaffenheit der Linse wurde schon erwähnt, dass sie ganz homogen erscheint.

Dem ganzen optischen Verhalten nach erinnert sie auffallend an dickere Cuticularstraten und zeigt wie diese namentlich nach Aufquellung in Kalilauge eine deutliche Schichtung. Die betreffenden Lamellen sind ziemlich dick, und ist ihr Verlauf aus der Figur zu ersehen. Bei sehr starker Vergrößerung glaubte ich einigemal auch eine Querstreifung der dickeren Lagen bemerkt zu haben.

In wie weit die Linse in chemischer Beziehung mit der Integument-Cuticula übereinstimmt, konnte ich leider nicht näher erfahren, es scheint mir jedoch, dass sie viel weicher und weniger resistent wie diese ist.

Bemerkenswerth ist, dass die Linse auch hier von einer besonderen cuticularen Kapsel umgeben wird, die sich stellenweise nicht selten vom Linsenkörper ablöst und wellenförmige Krümmungen macht. Diese Membran (Fig. 10 lca) ist beträchtlich derber als die Grenzlamelle, mit der sie sonst insbesondere auch hinsichtlich der leichten Tingirbarkeit in Karmin übereinstimmt.

Uebergehend auf den Glaskörper so bemerke ich vor Allem

dass dessen Structur hier sowohl wie bei den meisten folgenden Würmern unter allen Augenschichten am leichtesten zu erkennen ist. Er erscheint als ein in der centralen und peripherischen Region ziemlich gleich dickes, relativ helles Band, das in radiärer Richtung und in gleichmässigen Abständen von dunkleren Streifen durchzogen wird. Letztere sind nichts Anderes als die seitlichen Grenzen der schlanken prismatischen Epithelzellen, aus welchen dies Gewebe besteht, und lösen sich bei starker Vergrösserung (Fig. 12 gl) in je zwei schmale Leisten auf.

Die Kerne dieses Epithels (Fig. 11 u. 12 a) liegen, wie dies bei den Würmern sowohl wie bei den Tracheaten allgemeine Regel zu sein scheint, ganz an der Basis, also unmittelbar vor der Grenzlamelle.

Dass nun aber der Glaskörper, wie oben behauptet ward, in der That zum Integumentgewebe gehört, schliesse ich aus dem unmittelbaren Zusammenhang desselben mit jener dünnen Hypodermis (Fig. 10 Hp), die die Linse von der Cuticula trennt, und zugleich in ihrem pigmentirten Theil die Iris darstellt.

Völlig unklar ist es mir aber auch hier wieder, wie man sich denn eigentlich die erste Anlage dieses die Linse allseitig umgebenden Epithelmantels und die Abscheidung der letzteren zu denken hat.

Wir kommen nun zur Retina.

Man erkennt schon an unentfärbten Schnitten, dass dieselbe der Form und dem allgemeinen Aussehen nach der gleichnamigen Bildung des Tracheatenstemmas gleicht, und ist besonders hervorzuheben, dass sie auch hier fast in ihrer gesammten Dicke von einem dunkeln Pigment durchsetzt wird, das, wie wir schon gehört, nur die innerste Zone mehr oder weniger frei lässt.

In letzterer Beziehung zeigt sich dagegen schon auf den ersten Blick ein auffallender Unterschied gegenüber der Alciopiden-Retina, indem hier das Pigment keineswegs auf die Mittelzone beschränkt, ja nicht einmal vorzugsweise auf dieselbe concentrirt ist, sondern, wenigstens an mitteldünnen Schnitten, in ziemlich gleichem Masse auf die gesammte äussere Zone sich ausdehnt, eine besondere Mittelschichte also zunächst gar nicht zu erkennen ist.

Ganz anders wird nun freilich das Bild, wenn man der Retina vorsichtig etwas Kalilauge zusetzt, aber, sobald die Aufhellung

im Zuge, dieselbe sofort wieder durch Neutralisirung mit einer Säure sistirt. Da wird nämlich (Fig. 11) in der Mitte der Retina und nahe dem innern Ende der pigmentirten Zone, jedoch noch innerhalb derselben, eine Kernlage (mk) sichtbar, die man auf Grund einer Vergleichung mit den correspondierenden Ansichten aus der Alciopiden-Netzhaut (Fig. 3, 4) wohl ohne weiteres mit der mediären Zone der letzteren homologisiren darf.

Beachtenswerth ist noch dieses. Die retinalen Mittelkerne von Eunice sind weder so klein noch so unscheinbar, wie jene von Alciopie, sondern so gross und so bestimmt, ich möchte sagen greifbar, dass hier ein ähnlicher Zweifel, wie dort, ob es denn auch wirkliche Kerngebilde sind, für den, der sie unter ähnlichen Umständen wie ich gesehen hat, und an einem einzig-klaren Kanadabalsam-Präparate noch immer sehen kann, absolut ausgeschlossen bleibt.

Ueber diese für die morphologische Deutung der Retina so überaus wichtigen Mittelkerne füge ich dann noch folgendes bei.

Zunächst, dass sie in analoger Weise, wie dies Grenacher von gewissen Retinalkernen der Spinnen darstellt, in Folge der angedeuteten Behandlungsweise sehr intensiv und prägnant tingirt erscheinen. Diese Färbung ist aber nicht pomeranzengelb, wie die durch Kalilauge erzielte Lösung, sondern geht (und dies wohl in Folge der Säureeinwirkung) mehr ins Fleischrothe über.

Die Form der Kerne ist eine verschiedene, insofern sie jener der Schläuche angepasst ist. In dieser Beziehung muss ich früher einschalten, dass die Retina, ganz ähnlich wie bei Alciopie, in ihrem centralen Theil beträchtlich (Fig. 10 c) und zwar ungefähr wieder um die Hälfte dünner ist als der nächst angrenzende periphere Theil.

An den Schläuchen der letzteren Region, die im Maximum bei 0,08 mm lang sind, erscheinen nun eben die bewussten Kerne als sehr gestreckte Gebilde von beiläufig 0,008 mm Länge, an den relativ viel kürzeren Centralelementen hingegen (0,004 mm Länge) ziehen sie sich (aber nur ganz allmählig) zu kugelförmigen Körpern zusammen (Fig. 12 mk). Im Uebrigen unterscheidet man an diesen Kernen eine deutliche doppelkonturige Wandschicht, sowie ausser dem ziemlich grobkörnigen Inhalt noch Spuren distincter Kernkörperchen.

Wenn aber auch dem Mitgetheilten zufolge hier unmöglich an der

Existenz einer mediären Kernlage gezweifelt werden kann, so könnte diese doch auf Grund des in Rede stehenden Präparates allein im Grenacher'schen Sinn d. i. dahin gedeutet werden, dass sie hier auch die einzige ist.

Dass dies aber nicht der Fall, ergibt sich aus Folgendem.

Für's Erste haben wir schon gehört, dass man bereits am unentfärbten Präparat, und zwar unterhalb der Pigmentzone eine retinale Kernlage findet, die nach dem Obigen unmöglich mit der mittleren eben beschriebenen Schichte identisch sein kann.

Wenn man gleichwohl diese basalen Kerne am Kalilauge-Salzsäure-Präparat nicht sofort bemerkt, so rührt dies eben davon her, dass dieselben, weil ausserhalb der pigmentführenden Region liegend, auch relativ weniger gefärbt werden, wobei auch noch eine gewisse subtanzielle Differenz zwischen beiden Kernarten eine solche Verschiedenheit hinsichtlich ihrer Tingirbarkeit bedingen kann.

Einzelne dieser basalen Kerne (Fig. 11, 12 gk) sind aber bei entsprechender Aufmerksamkeit und Geduld im Suchen auch hier zu beobachten, und erkennt man auch bald, dass der Schlauch in dieser Gegend etwas aufgetrieben ist.

Dem letzteren Verhalten entsprechend, schien es mir auch, als ob diese Basalkerne im Ganzen minder lang gestreckt als die correspondirenden Mittelkerne seien.

Um jedoch jeden Zweifel zu beseitigen, dass die basalen und mediären Kerne wirklich zwei ganz selbständige Lagen bilden, habe ich an mehreren nach der obigen Art behandelten d. i. entfärbten Schnitten noch eine weitere rein künstliche Tinction und zwar mit Karmin vorgenommen und das Resultat derselben in Fig. 10 dargestellt.

Bei ganz schwacher Vergrösserung und ungenauer Einstellung zeigt das betreffende (in Kanadabalsam sehr stark aufgehellte) Präparat ungefähr in der Mitte der Gesamt-Retina ein breites rothes Band.

Nimmt man aber ein stärkeres System und stellt ganz scharf ein, so löst sich dieses eine Mittelband sofort in zwei d. i. in ein vorderes (mk) und hinteres (gk) auf, und sind beide Kernzonen, namentlich an den peripherischen Theilen der Netzhaut, durch ein breites Intervall von einander getrennt.

Dass diese zwei Kernzonen aber nicht etwa in dem Sinne

eins und dasselbe sind, dass sie zwei ungleich hochstehenden aber hintereinanderliegenden Lagen von Sehschläuchen entsprechen, ergibt sich schon daraus, dass bei keiner Einstellung zwischen denselben eine neue Kernzone auftaucht, also absolut kein Uebergang von der einen Zone in die andere stattfindet, sondern der gegenseitige Abstand stets derselbe bleibt.

Eine Ausnahme macht hier scheinbar wenigstens nur die centrale Region (c), wo aus den schon oben angeführten Gründen Basal- und Mittelkerne viel näher aneinanderrücken und namentlich an etwas dickeren Stellen, wo Kerne derselben Zone, aber von hintereinanderliegenden Schläuchen (dies besonders an stark gequetschten Präparaten) gleichzeitig ins Gesichtsfeld treten, die anderwärts scharf separirten und einzeiligen zwei Kernlagen in eine einzige zwei- resp. mehrzeilige Kette zusammenfliessen.

Für die Selbständigkeit der Mittelkernzone noch weitere Beweise beizubringen, halte ich für überflüssig; das nur möchte ich noch aussprechen, dass sich möglicherweise manche der scheinbar einfachen aber mehrzeiligen hinteren Kernzonen, die Grenacher abbildet, bei sorgfältiger Musterrung vielleicht auch noch in zwei gesonderte Straten auflösen werden.

Die von Ehlers bekanntlich ganz in Frage gestellte Euniceen-Retina erwies sich mir aber nicht allein als ein geradezu klassisches Object für den Nachweis der Mittelkernzone, ich fand an ihr auch die dritte d. i. die äussere Kernlage in einer Klarheit, wie ich sie seiner Zeit kaum beim Scorpion, geschweige bei Alciopie gesehen.

Ich schicke zunächst voraus, dass die zugehörige Hauptschicht, d. i. die der Stäbchen, im Ganzen und ich meine hier an entfärbten Schnitten, ein ganz analoges Aussehen wie bei Alciopie besitzt. Sie erscheint also im Vergleich zum übrigen (inneren) Retinastratum sehr hell, homogen und stark lichtbrechend. Die äusserste (Rand-) Partie der Stäbchenzone ist dagegen (selbstverständlich immer bei sehr starker Vergr.) relativ trüb und körnig. Aus jedem dieser körnigen Endtheile der Schläuche leuchtet nun (am tingirten Präparat) ein intensiv rother Kern (Fig. 10, 11, 12 ak) hervor, der jedoch, da sich die Schläuche nach aussen verschmälern, viel kleiner (0,0026) als jener im Mittel- und Basaltheil ist, und sind diese Kerne auch nie länglich, sondern stets kugelförmig.

Im Ganzen zeigt diese retinale Randzone auch hier ein ähnliches Aussehen, wie der Basalsaum des anstossenden Glaskörper-epithels.

Indem ich hinsichtlich des Verhaltens der Retinaschläuche sowie der Faserzone auf die Abbildungen (Fig. 11, 12 u. 13) verweise, wäre nur noch Näheres über die Stäbchen zu vermelden, ich muss aber gestehen, dass ich darüber theils wegen der Kleinheit des Objects, theils weil mir das Material ausging, nicht völlig ins Reine kam.

Sicher ist zunächst nur, dass auch sie einen besonderen Axenfaden (Fig. 14 xf, xf') besitzen, den ich einigemal auch hinter den Mittelkern zurück verfolgen konnte.

Einmal sah ich die Axenfäden auch sehr schön an der äusseren Flächenansicht der Retina (Fig. 14 xf'), welche letztere sich hier als eine Mosaik von polygonalen Feldern erweist, in denen man je ein winziges gelbliches Körnchen, d. i. eben die Spitze des Axenfadens bemerkt.

### Fam. Nephthydea.

(*Nephthys margaritacea.*)

Auch über die Augen dieser Familie sind mir nur ein Paar sehr dürftige Aufzeichnungen bekannt geworden.

Die wichtigste ist unstreitig die von Quatrefages, nach welcher diese Augen ausser einer pigmentirten, aber von ihm nicht näher studirten Retina einen deutlichen lichtbrechenden Körper (dies wenigstens bei jungen Thieren) enthalten. — Die übrigen Angaben stammen dann von Ehlers her, bringen jedoch nicht bloss kein neues Detail, sondern stellen z. Th. auch wieder das frühere in Frage.

S. 583 sagt E. zunächst von diesen Organen im Allgemeinen, dass „am hinteren Theile der Seitenränder des Kopflappens je ein stark lichtbrechendes linsenförmiges Körperchen stehe, welches einem Auge entspricht.“

Dieses „linsenförmige Körperchen“ wird dann noch näher (p. 590) speciell bei *N. caeca* O. Fabr. als ein „halbkugeliger kleiner Vorsprung“ beschrieben, „ausgezeichnet durch die starke Lichtbrechung seiner Chitinwand“, und von ähnlicher Beschaffenheit wäre dasselbe u. A. auch bei *N. Hombergii* Aud. (p. 620) und *N. cirrosa* Ehl. (p. 625), wo es als „Knötchen“ bez. als „Höcker“ bezeichnet wird.

Dem zufolge besäßen also die Augen der genannten, aber von mir nicht untersuchten Nephthysarten eine gewölbte resp. verdickte Cornea, gebildet von der allgemeinen Integument-Cuticula, und brauche ich wohl kaum zu bemerken, dass es gerade nicht zur Klärung der Begriffe beiträgt, wenn man, wie Ehlers, bald das ganze Auge, bald die genannte integumentale Hornhaut allein als linsenförmiges Körperchen aufführt.

Sehr eigenthümlich ist dann die nähere Beschreibung des inneren Baues dieser Gebilde (p. 596), wo es heisst:

„Die an den Seitenrändern . . . stehenden linsenartigen Körper werden von einer Gewebsmasse erfüllt, welche durch eine auffallende Durchsichtigkeit sich auszeichnet und die ich nur von dieser Stelle her (Ehlers meint offenbar das Auge) kenne. Auf Durchschnitten erscheint diese helle Gewebemasse von feinen dunkleren Linien durchsetzt, welche senkrecht gegen die Oberfläche stehen. Ich weiss nicht, ob diese Linien Fasern sind oder die Grenzen von stäbchen- oder säulenartigen Theilen, aus denen die ganze Masse zusammengesetzt ist; für das letztere spricht die Beobachtung, dass die Fläche der Cuticula, an welche sich diese Masse anlagert, wie von kleinen polygonalen oder rundlichen Eindrücken gezeichnet ist; ich weiss ebenso wenig, ob dieses Gewebe eine Modification der eigentlichen Subcuticularschicht (unsere Hypodermis) oder des Fasergewebes bildet, oder ob sie dem Gewebe des Hirns, welchem sie unmittelbar aufsitzt, zuzurechnen ist.“

Beachtet man hinsichtlich dieser Beschreibung, dass Ehlers das ganze Augen-Innere nur aus einer Gewebsmasse bestehen lässt, und dass von den bekannten zwei Hauptabschnitten, d. i. von der Retina und dem lichtbrechenden Medium keine Silbe erwähnt wird, so kann man, denke ich, von den Augen der Nephthydeen wohl dasselbe sagen, wie von jenen der Euniceen, dass sie nämlich bisher so gut wie unerforscht sind.

Uebergehend nun auf die eigenen Untersuchungen so schicke ich zunächst voraus, dass auch die Augen dieser Polychätenfamilie im Wesentlichen dieselbe Zusammensetzung wie bei den Alciopiden zeigen, und dass sie insbesondere und in der eclatantesten Weise mit jenen der Euniceen übereinstimmen.

Aus diesem Grunde kann ich mich denn auch sehr kurz fassen, und will hauptsächlich nur die charakteristischsten Züge, sowie gewisse Abweichungen näher erläutern.



Um mit der oberflächlichen Musterung zu beginnen, so sehe ich an unserem Repräsentanten keinerlei „linsenförmige“ Vorrangung, sondern nichts weiter als einen unscheinbaren (0,3 mm grossen) dunkeln Fleck. Unter dem Mikroskop erscheint dieser Fleck (Fig. 14) in der Richtung der Körperlängsaxe etwas gestreckt, also länglich, ferner von unregelmässiger Form und ungleichmässiger Färbung. Ich unterscheide einen schmäleren beiläufig trapezförmigen Vorderabschnitt (v), der sich intensiv schwarz ausnimmt und einen hinteren breiteren Theil (h), in welchem die schwarze Färbung successive in ein röthliches Violett übergeht.

Da, wenigstens bei Eunice, der dunkelste Abschnitt des Augenflächenbildes der Pupille entspricht, so deutet die excentrische Lage desselben bei Nephthys darauf hin, dass die Augenaxe hier nicht senkrecht, sondern schief auf der Hautfläche steht und zwar in der Weise, dass sie von hinten nach vorne gewendet ist.

Diese Auslegung der Aussenansicht bestätigt sich nun auch vollständig an einem Tiefenschnitt, den man längs der Mitte des erwähnten Fleckes führt (Fig. 15).

Durch Form und Lage erinnert ein solcher Schnitt ganz auffallend an die analoge Ansicht des „inneren Vorderrandauges“ bei *Salteius*.

Die an der schwarzen Pigmentirung sofort kenntliche Retina (st) besitzt nämlich eine auffallend langgezogene sackförmige Gestalt, und liegt fast parallel mit dem Integument, das sich nur vorne (v), wo es als Cornea dient, derart umbiegt, dass sie von der (durch den Pfeil angedeuteten) Augenaxe doch unter einem beträchtlichen Winkel (von ca. 45°) geschnitten wird.

Bis auf diese auffallend schiefe Lage und die verzogene Form sind aber die Verhältnisse, wie sie sich zunächst am unentfärbten Schnitt zeigen, fast ganz dieselben, wie bei *Eunice*, und man erkennt insbesondere auch bald, dass der im Ganzen schmalzungenförmige lichtbrechende Körper aus zwei differenten Theilen, nämlich aus einem peripherischen Glaskörperepithel und aus einer inneren Linse besteht, deren Form wieder im Ganzen jener des gesamten Hell-Körpers entspricht.

Hinsichtlich des Verhaltens der Integument-Cuticula über dem Auge (also am cornealen Abschnitt) sei noch beigefügt, dass sich die betreffende Strecke nicht merklich, weder in der Dicke noch in der Beschaffenheit von der Umgebung unterscheidet, im Ganzen

sich also eben so indifferent wie bei *Eunice* erweist. Desswegen wollen wir aber von vorneherein durchaus nicht das Vorkommen gewisser Differenzirungen (stärkere Wölbung ev. Verdickung) bei anderen Species dieser Familie in Abrede stellen.

Was dann das feinere Detail des innern Augenkörpers betrifft, so gab uns auch hier ein in der mehrerwähnten Art entfarbter Schnitt die besten Auskünfte und hebe ich an der Hand der Fig. 16 in Kürze Folgendes hervor.

Sehr schön sieht man zunächst, aber immer wirklich gelungene Präparate vorausgesetzt, die Sclera (sc) und deren Umbiegung (u) in die äussert scharf gezogene, mässig derbe Grenzlamelle (la). Die einzelnen Theile resp. Schichten angehend, sei dann vererst der Linse (li) gedacht.

Man unterscheidet wieder die Kapsel und den Körper. Erstere ist hier relativ sehr dick und deutlich geschichtet (Fig. 17 lca).

Der Linsenkörper erscheint bei schwacher Vergrösserung ganz homogen und glashell. Bei stärkerer sieht man eine feine Streifung oder Schichtung, die im Ganzen dem Umfang der Linse parallel geht (Fig. 17 li).

Einigemale bemerkte ich dann noch längs der Mittellinie der Linse einige z. Th. zusammenhängende Körnerzüge, wie sie u. A. auch Simroth von der Schneckenlinse angiebt.

Es fragt sich nun, ob man es hier mit einem unaufgearbeiteten Rest eines protoplasmatischen resp. zelligen Linsenbildungsmateriales oder mit secundären Derivaten eines echten Cuticulargewebes zu thun hat.

Der umgebende Glaskörper (Fig. 16, 17 gl) präsentirt sich im Ganzen wie im Einzelnen ganz so wie bei *Eunice*. Die wohl in Folge der ganzen Behandlungsweise z. Th. etwas verbogenen Schlauchzellen desselben zeigen eine etwas streifige resp. längsfaltige Wand und ihre sehr deutlichen Kerne (Fig. 17 a) liegen wieder hart an der Grenzlamelle.

Ausgezeichnet klar sah ich ferner gerade bei *Nephthys* den unmittelbaren Uebergang des Glaskörper-Epithels in die corneale Hypodermis (Hp), deren Zellen hier, denen des Glaskörpers ähnlich, faserartig ausgezogen, also viel länger wie bei *Eunice* sind. Die mittleren Elemente dieser prälenticulären Hypodermis sind fast ganz pigmentfrei und sehr durchsichtig; an den Seiten der Cornea dagegen nehmen sie ein dunkelkirschrothes Pigment auf, und sind

hier ausserdem, wie auch an anderen Körperregionen, grössere (zellige?) Farbstoffballen (pg) eingestreut. Zur Bildung einer typischen, distincten Iris scheint es indess nicht zu kommen; doch ist gerade dieser Punkt sehr schwierig aufzudecken.

Betreffs der Retina beachte man dann dieses.

Bei der Entfärbung, wo die äusseren Umrisse dieser ganzen Schichte immer deutlicher werden, überzeugt man sich bald, dass deren Gesamtdicke viel beträchtlicher ist, als die pigmentirte Zone des unentfärbten Schnittes. Letztere entspricht im Ganzen der Stäbchen- (st), der übrige helle Gürtel dagegen der Ganglienzellen- und Faserschicht (gz fa). Beide sind wieder am dicksten in der Mitte der peripherischen Region, am dünnsten dagegen, den Kelchrand ausgenommen, im Grunde des Bechers.

Den schönsten Einblick in den feineren Bau der Retinaelemente gab mir ein sehr dünner Schnitt, den ich in schwach angesäuertem Glycerin mehrere Tage macerirt und dann mit feinen Nadeln theilweise zerzupft hatte. Jeder Retinalschlauch zeigt hier (Fig. 17) einen längeren pigmentirten Aussen- und einen kürzeren fast pigmentfreien Basalabschnitt. Im letzteren zunächst sieht man überall einen sehr deutlichen meist ovalen Kern, dessen Durchmesser (0,008), fast das Doppelte der Stäbchenbreite beträgt. An Schnitten, die nicht ganz ausnehmend dünn sind, bilden diese Basalkerne aber niemals eine einzige Reihe, sondern (Fig. 16) einen ziemlich breiten Streifen, in dem 2—5 Kerne übereinanderliegen, jedoch so, dass sie niemals in zwei gesonderte Straten, wie bei *Eunice*, zerfallen.

Auch sind die betreffenden Schlauchabschnitte, nach Art der meisten bipolaren Ganglienzellen, derart in einandergekeilt, dass es mir bisher nicht gelingen wollte, den Verlauf derselben und ihren Uebergang in die Faserschicht genauer zu verfolgen.

Nachdem wir uns hinlänglich überzeugt, dass auch an der Nephthys-Retina die Hauptkerne, wenn ich sie so nennen darf, eine basale Lage einnehmen, muss ich nun vor Allem betonen, dass man ausserdem auch hier noch eine zweite Kernzone, nämlich an der Grenzlamelle, bemerkt, und dass gerade diese Aussen- oder Stäbchenkerne mit aller nur wünschenswerthen Sicherheit nachzuweisen sind. Aehnlich den Mittelkernen von *Eunice* erscheinen sie zunächst, wohl in Folge der Säureeinwirkung, intensiv

roth pigmentirt, und treten deshalb auch aus den Endtheilen der isolirten Schläuche äusserst prägnant hervor.

Man unterscheidet daran ferner sehr bestimmt eine besondere doppelkonturige Randschicht und bisweilen noch ein Paar grössere Inhaltskörperchen.

Zum Ueberfluss habe ich dann noch eine künstliche Tinction mit Hämatoxylin angewandt, und das Ergebniss derselben (Fig. 18) war ein so prägnantes, d. h. die Vorderkerne (ak) wurden im Vergleich zur übrigen Schlauchsubstanz so intensiv und so rasch blau gefärbt, dass an der Kernnatur dieser Gebilde, beziehungsweise an der Zweikernigkeit der Retinaschläuche absolut nicht länger mehr gezweifelt werden kann.

Dagegen habe ich bei Nephthys bisher keine distincte Mittelkernzone gesehen, möchte eine solche aber gleichwohl, da sie erwiesenermassen oft schwer zu konstatiren ist, nicht unbedingt in Abrede stellen.

### Fam. Lycoridea.

(*Nereis Costae* Grube.)

Unter den kleinen pigmentfleckartigen Augen der Raub-Polychäten sind die der Lycoriden verhältnissmässig noch am meisten untersucht worden.

Grundlegend ist auch hier wieder J. Müller's Beobachtung (4 p. 19 Pl. IV Fig. 6—10), nach welcher das Auge aus einem hellen kugligen Kern und einer pigmentirten schalenartigen Retina besteht; nur lässt er irrthümlicherweise den erstern mit dem n. opticus in Zusammenhang stehen.

Rathke bezeichnet dann den „Kern“ als ein Analogon des Glaskörpers und der Linse höherer Thiere, nimmt aber, was Ehlers mit Recht bestreitet, zwischen diesem und der Pigmentschale eine ratinaartige Nervenansbreitung an, wozu ihn offenbar die fälschliche Ansicht verleitete, dass die Pigmentzone, ähnlich wie im Wirbelthierauge, die äusserste Peripherie des Bulbus einnehme, die eigentliche Retina also zwischen dieser und dem lichtbrechenden Abschnitt in der Mitte liegen müsse.

Das Verdienst der ersten eingehenderen Untersuchung der Nereis-Augen gebührt unstreitig Ehlers, wenn gleich auch er nicht

einmal zur Erkenntniss der fundamentalsten Bau-Verhältnisse vordrang. Wir wollen aus der einschlägigen und z. Th. sehr detaillirten Darstellung die Hauptpunkte herauszuheben suchen, was freilich bei der Unbestimmtheit gewisser Stellen nicht so ganz leicht ist.

Die Form des ganzen Auges vergleicht er (p. 494) mit einem stumpfen Kegel, dessen Spitze nach innen gekehrt ist.

Das Augen-Innere zeigt zwei Theile: den Glaskörper und die schalenförmige, von starker Pigmentmasse durchsetzte Retina. Der Glaskörper ist im Ganzen kugelig, aber auf der cornealen Seite abgeplattet. Letztere ist bis auf eine kleine pupillenartige Stelle „von dem Pigment der Retina (?) bedeckt“. Die Substanz des Glaskörpers erscheine an Weingeistpräparaten als eine äusserst feinkörnige (im frischen Zustand wahrscheinlich völlig „homogene“ und durchsichtige) Masse, in welcher Ehlers „zellige Elemente vergebens suchte“. „Die Retina bildet um diesen „Augenkern“ eine Schale mit enger Eingangsöffnung, welche dem Pupillar-Durchmesser entspricht (?).

Die Netzhaut bestehe aus Körnern und feinsten Pigmentmolekeln. Das Pigment beschränkt sich aber nur auf die äussere, d. i. auf die gegen den Glaskörper gewendete Retinaschicht. Die pigmentirte Zone wäre im Augengrunde am stärksten (?).

Die Hauptmasse des Pigments ist blaugrau in kleineren Stücken blau-violett, nach aussen gegen die pigmentfreie Schichte liege dann noch etwas orangefarbenes Pigment.

Die Pigmentzone erscheint oberflächlich (am Glaskörper) von kleinen hellen Flecken durchsetzt und wie „siebartig durchlöchert“. Diese hellen Flecke entsprächen den frei zu Tage tretenden Elementen der Retina.

Die (innere) pigmentfreie Retinazone erscheine am Querschnitt glashell und bestehe aus einer „Grundsubstanz“, in der man Körner und „feinste Fasern“ bemerkt.

Die Körner, theils kugelig, theils gestreckt, sind 0,005—0,006 mm lang und 0,003 mm breit. Die der pigmentirten Zone zunächst liegenden Körnchen erschienen durch Anlagerung des betreffenden Pigmentes oft gelblich oder orangefarben.

Zwischen den isolirten Körnern und ohne Zusammenhang mit denselben finde man oft unmessbar feine Fädchen, welche die Körnermasse in radiärer Richtung zu durchsetzen scheinen.

Höchst eigenthümlich wäre nach Ehlers die Anordnung dieser Körner. Er denkt sich dieselben nämlich (vgl. auch s. Taf. 19 Fig. 19 und Taf. 20 Fig. 8 R) derart „reihenweise übereinander geschichtet“, „als ob sie (und zwar an der letztgenannten Zeichnung zu je 4—5!) im Innern von stäbchenartigen (an der Figur aber nach aussen zapfenartig sich verjüngenden) Gebilden lägen“, die er indess nie im isolirten Zustande näher untersuchen konnte.

Zu erwähnen sind schliesslich noch Ehlers Angaben betreffs des Zusammenhanges der Augen mit dem Gehirn. Diesen Zusammenhang lässt er auffallenderweise nicht durch eigentliche Nerven, sondern durch Hirn-„Fortsätze“ hergestellt sein, die er als „Augenträger“ bezeichnet. „Diese Augenträger sind kurze dicke Stämme, welche vom seitlichen Umfang der Hirnoberfläche schräg aufwärts zum Kopflappen gehen und dabei sich kegelförmig verbreiten; die vorderen (d. i. die zu den Vorderaugen) entspringen nahe dem Vorderende des Hirnes über dem Eintritt der Schenkel des Schlundringes. Die hinteren ungefähr auf der halben Länge (Mitte?) des Hirns. In das breite Endstück, mit welchem der Augenträger sich an die Haut des Kopflappens (?) anlegt, ist das Auge tief eingesenkt. Die Substanz, aus welcher die Augenträger bestehen, geht aus dem Hirne hervor, indem sie die Lage der Ganglienzellen durchbricht; sie besteht aus feinkörniger Hirnsubstanz, in welcher ähnliche Fasern und Körner liegen wie diejenigen, welche den Hirnkern ausmachen; bestimmte zum Auge gehende Faserzüge, wie sie die eigentlichen Nerven besitzen, habe ich in ihnen nicht gesehen; die Oberfläche der Augenträger wird von einer Fortsetzung der das Hirn umhüllenden Membran bekleidet.“

Indem ich mir die Beleuchtung beziehungsweise Rectification einiger der vorstehenden Angaben für die geeignete Stelle aufspare, sei hier nur kurz erwähnt, dass Ehlers „Körner“ der hellen (inneren) Retinazone unzweifelhaft mit unseren basalen Kernen identisch sind und dass, wie nach dem früheren wohl selbstverständlich, von einer stäbchenartigen Gruppierung derselben, wie man sie auf Ehlers Figuren Taf. XIX Fig. 19 und Taf. XX. Fig. 8 dargestellt findet, nimmermehr die Rede sein kann. Die gewissen feinsten Fasern dagegen, welche derselbe Forscher beobachtete, dürften, falls sie sich auch bei sehr starker Vergrösserung

als solche, wir meinen eben als ausserordentlich fein erwiesen haben, wohl den bereits erwähnten Axenfäden entsprechen.

Ich gebe nun in Kürze die eigenen Beobachtungen. Unsere Nereis hat bekanntlich, gleich vielen andern Würmern, zwei Paare von Augen, die (ähnlich etwa bei Nereis rava auf Ehlers Fig. 11 Taf. XXI) trapezförmig gestellt sind. Mit unbewaffnetem Auge und selbst noch bei starker Lupenvergrösserung erscheinen beide als einfache und zwar sehr scharf umschriebene Pigmentflecke von tiefschwarzer z. Th. etwas bläulich schillernder Farbe. Ihre Form ist kreisrund, die der vorderen, bisweilen wenigstens, etwas länglich. Die Grösse ist kaum verschieden zu nennen, da ich den Längsdurchmesser des vorderen Auges auf 0,3, den des hinteren auf 0,27 mm bestimmte.

Zum Unterschied von vielen anderen z. Th. nahe verwandten Würmern, an deren Augen man, wie z. B. bei Nereis flavipes (Ehlers Fig. 26 Taf. XXI), N. cultrifera (E. Fig. 31), N. acuminata (Taf. XXII Fig. 23) u. s. w., einen dunkeln pupillenartigen Centalfleck wahrnimmt, konnte ich bei N. Costae einen solchen niemals unterscheiden, und ist man sonach hinsichtlich der weiteren Erforschung dieser Organe ganz und gar auf die innere Untersuchung angewiesen.

Da, wie besonders deutlich aus Ehlers Abbildungen Fig. 4 Taf. XI (Euryssyllis tuberculata) und Fig. 1 Taf. XII (Proceratea picta) erhellt, in jenem Falle, wo Vorder- und Hinteraugen vorhanden sind, die Axen derselben eine entsprechende schiefe Lage einnehmen, d. h. bei den ersteren nach vorne, bei den letzteren nach hinten gerichtet sind, nahm ich auch hier ein analoges Verhältniss an, und trachtete dem entsprechend, behufs der nähern Orientirung, zunächst geeignete Median- oder Längsschnitte herzustellen, die indess bei der Kleinheit der Objecte nur selten vollkommen gelingen.

Einen solchen Schnitt zeigt nun Fig. 31. Die Hauptkonturen sind nach vorheriger Entfernung des Pigmentes durch Kalilauge mittelst der cam. luc. entworfen, und gilt dies ganz besonders auch hinsichtlich der Augen selbst. An letzteren beachte man nun zunächst die Lage. Ihre Axen sind ganz ähnlich orientirt wie in den oben angegebenen Fällen, d. h. die der Vorderaugen (v) gehen nach vor-, die der Hinteraugen nach rückwärts und schneiden sich unter einem Winkel von ungefähr 150°.

Das Zweite, was in Bezug auf's Allgemeine hervorzuheben, ist die ungleiche Form beider Augen. Der Meridionalschnitt des Vorderauges entspricht im Ganzen einer Kugel, indem Längs- und Queraxe ungefähr gleich gross sind, während das Hinterauge einen mehr gestreckten elliptischen Umriss zeigt, indem hier die Längsaxe mindestens um ein Drittel den Querdurchmesser übertrifft. Dies zeigt sich speciell auch an der Schnittfigur der Retina, die beim Vorderauge einer Sichel, beim hinteren einem Hufeisen ähnlich ist.

Aus der schiefen Lage der Augen zur Hautfläche ergibt sich ferner von selbst, dass auch deren Gestalt eine unsymmetrische ist, und es erscheint auch in der That der Bulbus beider Augen aussen derart schief abgestutzt, dass die einander zugewendeten Schenkel der beiden Netzhautschnitte beträchtlich kürzer als die anderen sich darstellen.

Uebergehend auf die einzelnen Augentheile, so erkennt man schon am unentfärbten Schnitte, dass sie sich ganz ähnlich wie in den früheren Fällen verhalten. Bemerkenswerth ist nur der Mangel einer Linse und die dadurch bedingte Beschaffenheit des Glaskörpers.

Ich gehe in Kürze die einzelnen Straten gesondert durch. Um mit den cornealen Strecken der Integument-Cuticula zu beginnen, so zeigen diese, namentlich bei schwächerer Vergrösserung, wenig Besonderes, ausgenommen eine schwache uhrglasartige Hervorwölbung in der Mitte des Hornhautsegmentes.

Bei Anwendung stärkerer Systeme überzeugte ich mich dann aber, dass die betreffende Stelle doch auch eine etwas andere Beschaffenheit besitzt. Es erscheinen nämlich hier (Fig. 32 Co) die in der nächsten Umgebung der Cornea sehr scharf abgegrenzten Cuticularlamellen nur undeutlich und da auch die sonst vorkommenden auffallend weiten Porenkanäle (Po), auf einer kurzen Strecke wenigstens, ganz fehlen, so gewinnt der betreffende Abschnitt ein fast ganz homogenes Aussehen.

Hinsichtlich des nächstfolgenden Augentheiles, d. i. des Glaskörpers ist zunächst dessen Form beachtenswerth, die im Ganzen, wie der Schnitt zeigt, mit jenem des Gesammtauges harmonirt. Dass die Gestalt des Glaskörpers in beiden Augen aber wirklich eine beträchtlich verschiedene ist, sieht man noch besser, wenn man denselben in toto sorgfältig aus dem Auge herausschält. Der



des Vorderanges (Fig. 28) erscheint als ein relativ flaches, ungefähr laibartiges Gebilde, jener des Hinterauges hingegen (Fig. 30) als ein langer und ziemlich spitzer Zapfen oder Kegel, dessen nach Aussen gerichtete Basis sehr schief abgeschnitten ist. — Nicht ohne Schwierigkeit entzifferte ich die Structur dieser Glaskörper, wenn ich im Hinblick auf das Frühere gleich keinen Augenblick daran zweifelte, dass sie eine ähnliche wie bei den vorher behandelten Würmern sein werde. Am isolirten Präparat ist zunächst wenig herauszubringen. Es zeigt eine sehr durchsichtige (im auffallenden Licht milchweisse) und anscheinend körnig geronnene Substanz. — Durch Zerzupfung überzeugt man sich dann allerdings bald, dass ihre Substanz nicht homogen ist, wie Ehlers angibt, indem sie sich der Länge nach in feine Fasern zerspaltet und auch bei stärkerer Vergrösserung und Aufhellung mit Kalilauge vereinzelte Kerngebilde zum Vorschein kommen.

Nicht viel mehr erkennt man, wenigstens im Anfang, an den meisten Schnitten, findet sich aber nach und nach, wie ich nun an Fig. 32 kurz erläutern will, doch zurecht, und zwar am besten bei näherer Betrachtung der hintersten Zone, welche an das prae-retinale Septum (la) angrenzt. In Folge der durch die Härtung bedingten Zusammenziehung des Glaskörpers und des Widerstandes, den eine solche Contraction theils an der äusseren Cuticula, theils an der relativ festen Retina findet, kommt es häufig zu einer queren Zerreiſung desselben in der aus der Figur ersichtlichen Weise wobei der hintere Theil durch eine weite Spalte (sp) vom vorderen getrennt erscheint. Vergleicht man nun den ersteren Theil, d. i. den retinalen Glaskörpersaum (a\*) mit dem gleichnamigen Stratum anderer Würmer z. B. von Nephthys (Fig. 16 gl), so zeigt sich bald, dass die Structur derselben eine ganz analoge ist. Man sieht nämlich auch hier erstens die so charakteristische radiäre Streifung, die, was wichtig, mit jener der Retina correspondirt, und überzeugt sich dann zweitens, namentlich unter Zuhilfenahme einer Karmin-tinction, dass in dieser Schichte und zwar hart vor der Glashaut kernartige Gebilde (Fig. 32 u. 33 a) eingelagert sind. Ist man einmal so weit, so findet man sich auch in der Structur des übrigen Theiles zurecht. Es stellt sich nämlich heraus, dass sich die Streifen der Randzone kontinuierlich über den gesammten Glaskörper erstrecken, dass man es also, kurz gesagt, mit faserartig in die Länge gezogenen Zellen zu thun hat, die

sich von der äusseren Cuticula bis auf den Netzhautboden ausdehnen.

Dass der Glaskörper aber auch hier in der That nichts Anderes ist als ein Complex oder Bündel von langen Schlauchzellen, zeigen am schönsten Querschnitte durch denselben (Fig. 32 b u. Fig. 34). Hier zeigt sich nämlich, aber oft erst bei Anwendung stärkerer Systeme, ein ganz analoges Bild, wie es Diagramme durch pflanzliche Prosenchymgewebe darbieten, wobei zwischen den deutlich doppelkonturigen Wänden der benachbarten Zellen stellenweise ganz ähnliche dreieckige Intercellularräume sichtbar werden, wie wir sie seiner Zeit bei *Scolopendra* erwähnt haben.

In Bezug auf die basalen Kerne dieser Schlauchzellen ergibt die letzt citirte Figur, dass sie eine besondere Wandschicht sowie einen distincten Nucleolus besitzen. Der Inhalt der ausgebildeten Glaskörperzellen muss aber sehr arm an gerinnbarem Protoplasma sein, da man viele derselben fast ganz leer findet. In der Region des Kerns ist die Körnchensubstanz meist um den letzteren abgelagert.

Was nun weiter die morphologische Bedeutung dieses Gewebes anbetrifft, so unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass es auch hier eine reine Hypodermbildung ist. Dafür spricht einmal das ganz analoge Verhalten bei anderen Thieren, z. B. bei gewissen Spinnen, wo, wie z. B. am *Salticus*auge, die betreffenden Elemente gleichfalls ausserordentlich verlängert sind, und dann zweitens der Umstand, dass man ausser der einen (basalen) Kernschichte keine zweite etwa unmittelbar unter der Cuticula vorfindet, für die Annahme einer vom Glaskörper abgesonderten cornealen Hypodermis also absolut kein Grund vorliegt.

Ich lege auf diese Thatsache deshalb ein besonderes Gewicht, weil sie uns zugleich den Weg bahnt zum Verständniss jenes Gewebes (Fig. 31 st), in welches die Augen eingebettet sind, und das von Ehlers meines Erachtens vollständig verkannt worden ist.

Nach diesem Forscher zerfiel die subcuticuläre oder weiche Integumentlage häufig wenigstens und speciell in der Augengegend in zwei Straten, in die eigentliche Matrix und in ein fasriges Bindegewebe. Von der ersteren, d. i. also von der Hypodermis im heutigen Sinne sagt er u. A. (p. 17): „Nach meinen Erfahrungen ist dieses Gewebe bei den Würmern nicht eine Schicht von selbständigen Zellen, sondern nur eine dünne Lage

feinkörniger Masse, welche man als Erzeugerin der Chitindecke ansehen kann“. Daraus folgt schon von selbst, dass, wenn Ehlers' Auffassung der Matrix richtig wäre, die in der Augengegend sehr dicke faserige Lage, wie sie Ehlers speciell auch in s. Fig. 19, Taf. 19 zeichnet und die auch auf unseren Schnitten (Fig. 31 u. 32 stü) zu sehen ist, in der That nicht zur Hypodermis gehören, sondern ein besonderes Stratum repräsentiren würde.

Gegen diese Anschauung von Ehlers spricht nun eben vor Allem das Verhalten jener Hypodermisstrecke, die den Glaskörper bildet. Auch diese Schichte erscheint, auf den ersten Blick wenigstens, eher einem faserigen Bindegewebe denn einem einfachen Epithel ähnlich, und doch wissen wir jetzt ganz positiv, dass es trotzdem nur eine Lage einfacher Zellen ist.

Der rein epitheliale Character der in Rede stehenden Gewebsschichte ergibt sich aber auch unmittelbar aus dem Verhalten desselben.

Verfolgt man dasselbe nämlich (Fig. 31 stü) von der Augengegend aus, wo es seine grösste Dicke erreicht, in die weitere Umgebung, so sieht man es allmählig zu einer ziemlich dünnen Lage zusammenschwinden (Hp), und zwar zu einer Lage, die sich in gar Nichts von einem typischen Cylinderepithel unterscheidet, wie ich ein solches zu besserer Orientirung in Fig. 24 und zwar aus derselben Gegend von einer Polynoe abgebildet habe.

Demgemäss stellt also die polsterartige Gewebsmasse, in welcher die beiden Augen sitzen, durchaus kein neues und besonderes Stratum vor, sondern es handelt sich hier so gut wie beim Glaskörper um Nichts Anderes als um eine locale Verdickung der Hypodermis. — Ich muss noch beifügen, dass diese Hypodermis inwendig von einer z. Th. geschichteten dünnen Cuticula (Fig. 32 iCu) ausgekleidet wird und diese ist es auch, welche mit der Hülle des Sehnervs kontinuierlich sich auf das Gehirn fortsetzt.

Was dann, um dies gleich hier mit abzuthun, Ehlers Auffassung hinsichtlich der „Augenträger“ betrifft, so liegt da offenbar eine durch ungünstige Schnitte erzeugte Confundirung zwischen dem dem Auge zunächst anliegenden Hypodermgewebe und dem innersten Retinastratum d. i. der schalenartigen Ausbreitung des n. opticus vor.

Dass letzterer aber wirklich aus typischem Nerven- und nicht,

wie Ehlers angibt, aus einem ganz aparten Gewebe bestehe, scheint mir kaum eines Beweises zu bedürfen.

Schliesslich haben wir noch der irisartigen Pigmentablagerung an der Aussenfläche des Glaskörpers zu gedenken. Betrachtet man letzteren im isolirten Zustand mit schwacher Vergrösserung, so erscheint die corneale Fläche desselben in ihrer ganzen Ausdehnung gleichmässig schwarz gefärbt. Mit stärkeren Linsen (Fig. 29) sieht man aber 1. dass das körnige Pigment sehr ungleichmässig vertheilt ist, und die betreffende Fläche oft wie marmorirt aussieht und dann 2. dass auf derselben stets ein grösserer aber sehr unregelmässig umschriebener heller Fleck, die Pupille vorkommt. Diese Pupille (Pu) liegt aber keineswegs, wie man vermuthen könnte, in der Mitte, sondern sehr excentrisch und zwar, wie der mehrgenannte Durchschnitt zeigt, in der Verlängerung der oculären Hauptaxe.

Derselbe Schnitt lehrt dann ferner, dass dieses Pigment etwa keineswegs, wie man aus Ehlers Darstellung schliessen muss, der Retina, sondern wie überall der Hypodermis angehört. Fraglich blieb es mir aber, ob die Gewebselemente, in denen das Irispigment abgelagert ist, selbständige (Pigment-)Zellen<sup>1)</sup> sind, oder ob dieselben nicht vielmehr nur dem äusseren Abschnitt der peripherischen Glaskörperzellen entsprechen.

Ich komme endlich zur Retina. Da es seit Grenacher's Untersuchungen als eine feststehende Thatsache betrachtet werden muss, dass bei gewissen Gliederthieren z. B. den Spinnen, die an einem und demselben Individuum vorkommenden ungleich placirten Augen derselben auch einen mehr oder weniger verschiedenen inneren Bau besitzen, was sich bei *Epeira* z. B. speciell in der Beschaffenheit der Retina ausspricht, so hatte ich auch bei *Nereis* in dieser Beziehung gewisse Unterschiede erwartet. Das nähere Studium und die Vergleichung der betreffenden Organe gab mir indess auch nicht den geringsten Anhaltspunkt zur Annahme eines solchen histologischen Dimorphismus und das Folgende gilt daher in gleicher Weise von den Vorder- wie von den Hinteraugen.

Wenn aber auch — dies muss ich ausdrücklich bemerken — bei unserer *Nereis* derlei durch die Arbeitstheilung bedingte Differenzi-

1) An der Aussenfläche des Glaskörpers habe ich einmal in der That kernähnliche Elemente bemerkt, mich jedoch an Tiefenschnitten von deren Existenz nicht mit der wünschenswerthen Sicherheit überzeugen können.

runszustände der Retina nicht bestehen, so ist damit selbstverständlich noch lange nicht bewiesen, dass solche den Würmern überhaupt fehlen, und möchten wir zum Studium dieser wichtigen Frage namentlich jene Anneliden empfehlen, bei denen, wie z. B. bei der jungen von Ehlers auf Taf. XXI Fig. 1 abgebildeten Nereis mehrere Paare von schon äusserlich sehr verschieden aussehenden Augen vorkommen.

Mit Bezug auf eine Angabe von Ehlers, der keine besondere Augen- resp. Retinahülle beobachtete, hebe ich nun zunächst hervor, dass ich eine solche gerade hier am Allerbestimmtesten unterscheiden konnte.

An gut entfärbten und dann mit Karmin tingierten Schnitten erscheint sie (Fig. 32 se) als eine allerdings sehr schmale, aber durch ihre intensiv rothe Farbe leicht erkennbare Grenzleiste. Ich sah ferner und zwar auf's Bestimmteste, dass sie am äussersten Rande des Netzhautbechers (u) sich nach innen einschlägt, um die bekannte Zwischenlamelle (Fig. 31 und 33 la) zu bilden, welche letztere allenthalben mit grösster Schärfe hervortritt.

Die Retina selbst zeigt dann im Ganzen eine ähnliche Beschaffenheit wie bei Nephthys und Eunice. Der unentfärbte Schnitt bietet, wie auch Ehlers erkannt, zwei Schichten, eine dunkelschwarze Aussen- und eine pigmentfreie Innenlage. Letztere entspricht im Wesentlichen (Fig. 31 Hgz) der Ganglienzellen- und Faserschichte; erstere der Stäbchenzone (st).

Bezüglich der hellen Zone muss ich noch erwähnen, dass sie Ehlers viel zu schmal angibt, und dass, wie schon erwähnt wurde, unsere Faserlage z. Th. seinem Augenträger-Gewebe entsprechen dürfte.

Das Pigment der Aussenzone erschien mir bald einfach schwarz, bald dunkel-violett.

Der innere wie verwaschen aussehende Rand der Pigmentzone ist nicht schwarz, sondern erscheint — wie dies auch Ehlers erwähnt, mehr röthlich-pommeranzengelb; da aber alles Augenpigment von Nereis (und vieler anderer Würmer) in Kalilauge dieselbe Farbe annimmt, möchte ich glauben, dass das in Rede stehende Randpigment nicht wesentlich vom übrigen verschieden sei<sup>1)</sup>.

---

1) Da erwiesenermaassen auch verschiedene sog. Conservierungsflüssigkeiten, wie z. B. Alcohol, gewisse Augenpigmente verändern resp. auflösen,

In Bezug auf das Uebrige verweise ich zunächst auf Figur 33. Selbe ist von einem Tiefenschnitt, der so lange mit Kalilauge behandelt wurde, bis ich die Elemente der Aussenschicht deutlich unterscheiden konnte. Da erkennt man nun, dass die Retina nach Abzug der dünnen Faserlage sich aus schlauchartigen Pallisaden zusammensetzt, die aber im Vergleich zu anderen Würmern auffallend kurz, resp. dick sind. Jeder dieser Schläuche zeigt dann wieder drei differente Abschnitte, einen vorderen, das Stäbchen, einen mittleren, und dann einen basalen Theil. Am auffallendsten erscheint an unserem Präparat das Stäbchen, oder richtiger der mit gelblichbraunem Pigment erfüllte zapfenartige Inthaltkörper desselben, der, wie wir schon oben erwähnten, von einem hellen Axenfaden durchzogen wird. Da diese pomeranzengelben Körper nicht bloss seitwärts, sondern auch nach hinten scharf abgegrenzt erscheinen, glaubte ich anfangs, dass sie den axialen Stäbchen der Spinnen entsprechen. Der gleichfalls schon früher besprochene Flächenschnitt durch die Stäbchenschicht in Fig. 35 zeigt indess, dass man es hier wirklich nur mit den becherartigen Höhlungen der Stäbchen zu thun hat.

Das Bild erinnert auffallend an dasjenige, welches Grenacher auf Taf. I Fig. 11 von *Dytiscus* zeichnet. Man hat ein stark lichtbrechendes, bei hoher Einstellung dunkles, bei tiefer sich allmählig aufhellendes bienenwabenartiges Balkenwerk vor sich.

Die sechseckigen Lücken beziehungsweise Kammern dieses Stäbchenstratum erscheinen nun von einem feinkörnigen gelblichen Inhalt erfüllt, in dessen Mitte der Axenfaden hängt. — Die Stäbchen müssen mit ihren Seitenwänden jedenfalls ganz knapp aneinanderliegen, da die Balken, welche ihre Hohlräume von einander trennen, meist ohne Spur einer mittleren Trennungslinie erscheinen.

Eine Streifung der Stäbchenwand konnte ich bisher niemals sicher constatiren, vielleicht wohl auch desshalb, weil ich es versäumt habe, diese Elemente im völlig isolirten Zustand darauf zu prüfen. Ebenso bin ich über einen andern Punkt im Unklaren geblieben, nämlich darüber, ob denn die Stäbchenhöhlung nach

---

so kann hier nur die Untersuchung von ganz frischem Material die erwünschte Aufklärung geben.

hinten hin bis auf die zum Eintritt des Axenfadens nothwendige Oeffnung vollkommen geschlossen ist.

Am Empfindlichsten ist mir aber meine Ungewissheit in Betreff der Vorderkernzone. Ich habe nämlich von einer solchen wiederholt Andeutungen gesehen, jedoch unter Umständen, wo eine Verwechslung mit der basalen Kernschichte des Glaskörpers nicht ganz ausgeschlossen war.

### Fam. Syllidea.

#### *Hesione pantherina* Risso.

Die Augen dieses Wurms, über die ich in der mir zur Verfügung stehenden Literatur keine nennenswerthe Angabe finde, stimmen in den meisten Punkten mit jenen der eben behandelten *Nereis* überein und beschränke ich mich im Folgenden auf die Mittheilung der Hauptpunkte.

Auch hier unterscheidet man bekanntlich zwei Paare, ein vorderes und hinteres, die zusammen ein Trapez bilden.

Beiderlei Augen sind im Ganzen sehr klein zu nennen, da ihr Durchmesser an einem ca. 20 mm langen Exemplar nicht mehr als 0,15 mm betrug. Trotz dieser Kleinheit oder vielleicht gerade deshalb lässt die äussere Besichtigung mehr als bei *Nereis* erkennen. Man sieht nämlich, wie dies übrigens von den meisten Sylliden angegeben wird, im Innern des Pigmentfleckes (Fig. 19) eine ziemlich scharf umschriebene, relativ durchsichtige Stelle, die dem lichtbrechenden Körper entspricht. Nebstdem bemerkt man sofort, dass die Form beider Augen noch viel beträchtlicher verschieden ist, als bei *Nereis*. Während nämlich das hintere (h) einen fast kreisrunden Umfang zeigt und die Pupille eine centrale Lage besitzt, hat das Vorderauge (v) eine mehr längliche Gestalt und erscheint die Pupille stark nach vorne verschoben.

Dem entspricht nun auch der mit der Cam. luc. gezeichnete Medianschnitt in Fig. 16. Derselbe gleicht im Allgemeinen vollständig dem correspondirenden Präparat von *Nereis* (Fig. 31), einzig nur mit dem Unterschiede, dass hier das Hinterauge nicht schief nach rückwärts, sondern gerade nach oben gerichtet ist, auf der äusseren Haut also senkrecht steht.

Die Verschiedenheit der Form beider Augen spricht sich am deutlichsten in jener des Retina-Schnittes (Fig. 21) aus. Am Vorder-

auge ist derselbe sichel-, am hinteren halbmond- oder besser halbringförmig.

In Bezug auf die einzelnen Augentheile wäre dann etwa folgendes zu berichten.

Die corneale Integument-Cuticula erweist sich hier fast ebenso indifferent wie bei den meisten Würmern. Am Präparat Fig. 20 erscheint sie allerdings über jedem Auge uhrglasförmig gewölbt, da diese Krümmung sich aber über das gesamte Auge erstreckt und nicht auf die unmittelbar dem Glaskörper vorgelagerte Stelle beschränkt ist, dürfte sie in physiologischer Beziehung nur einen geringen Werth haben und eher als Ausdruck für eine durch die Augenbildung bedingte räumliche Entfaltung des Integumentes zu nehmen sein.

Höchst lehrreich ist hier der lichtbrechende Körper, der im Ganzen dem von Nereis gleicht, also linsenlos ist, aber seine Zusammensetzung aus typischen Hypodermiszellen viel leichter wie dort erkennen lässt.

Am Tiefenschnitt zeigt er wieder ein streifig-faseriges Gefüge (Fig. 22 gl links), am Querschnitt dagegen das bekannte Bild eines Parenchymgewebes (dieselbe Figur rechts). Durch Auflösung des Augenpigments mit Kalilauge und nachherige Fixirung mit einer Säure erhält man oft eine schöne (gelblichbraune) Tinction der basalen Kerne. Der Form des Glaskörpers entsprechend, laufen dessen Schlauchzellen am Vorderauge fast parallel (Fig. 21 gl), während sie am hinteren von der Cuticula aus radiär nach Innen ausstrahlen.

Bei der sphärischen Form dieses Gebildes ist es ferner auch leicht begreiflich, warum auch an Tiefenschnitten manche Zellen quer getroffen werden.

Uebergehend zur Retina, so ist hinsichtlich des Gesamthabitus zu erwähnen, dass sie eine grössere Dicke wie bei Nereis besitzt, und gilt dies insbesondere von der äusseren oder pigmentirten Zone (Fig. 20 re). Letztere erscheint an dickeren Schnitten schwärzlich-, an dünneren gelblichbraun, und letzteres ist auch die Farbe der isolirten Pigmentkörner.

Die helle Innenzone lässt am unentfärbten Schnitt nicht viel mehr unterscheiden, als eine körnige Grundmasse mit einzelnen Kernen, sowie, an der äussersten Peripherie, wellige Züge feinsten Opticusfasern.



Von auffallender Präcision ist das Bild der Retina, wenn sie nach der mehrfach erwähnten Methode aufgeheilt wird.

Zunächst sieht man hier die pallisadenartig nebeneinander stehenden Schläuche mit einer Deutlichkeit, wie sie sonst selten zu Tage tritt. Diese Schläuche sind im Vergleich zu denen von *Nereis* in ihrem bacillären Vorderabschnitt sehr schlank und hell, während sie hinten überall stark kolbig aufgetrieben und pigmentirt erscheinen. Vor Allem überraschte mich aber hier die grosse Deutlichkeit der Vorderkernzone. Die betreffenden Gebilde (ak) sind nämlich ebenso scharf konturirt und durch den retinalen Farbstoff ebenso intensiv gelb tingirt, wie die in den oberwähnten Kolben liegenden Hinterkerne (gz), von denen sie sich überhaupt nur durch eine etwas geringere Grösse unterscheiden.

Dagegen konnte ich hier über den feineren Bau der im Ganzen röhrenartigen und, wie es scheint, ziemlich dickwandigen Stäbchen, sowie über das Verhalten des Axenfadens nichts Näheres herausbringen.

### **Fam. Aphroditea.**

Mit Rücksicht auf das Ziel der vorliegenden Arbeit, welche durchaus keine irgendwie vollständige Schilderung der Augen aller einzelnen Nereidengruppen geben, sondern nur den Typus derselben ins Klare bringen soll, muss ich hier gleich vorausschicken, dass es mir speciell bei dieser grossen Abtheilung lediglich nur um eine flüchtige Orientirung darüber zu thun war, in wieferne deren Augenbau mit dem bei den früher behandelten übereinstimmt, und theile ich diesfalls nur einige Abbildungen mit kurzer Erläuterung mit.

Auf Fig. 23 sieht man zunächst einen Flächenschnitt durch das Augen-Innere einer *Polynoe elegans*. Derselbe gleicht fast vollständig dem einer *Nereis*, insoferne der aus sehr durchsichtigen Schlauchzellen bestehende Glaskörper keine Linse einschliesst. Ein Bild der genannten Zellen (gl) selbst (und zwar im Querschnitt) gibt dann Fig. 26. Ihre Wände sind sehr dick und zeigen häufig, wohl als Schrumpfungs-Erscheinung eine Art Kanellirung, die auch das streifige Aussehen derselben bedingt. Die

Kerne sind relativ sehr klein, aber ausserordentlich stark lichtbrechend.

Fig. 25 zeigt dann die Augen-Weichtheile an einem axialen Durchschnitt, wobei, hinsichtlich der Retina, das Vorkommen einer deutlichen Vorderkernzone (ak) zu erkennen ist. Ein genaues Bild der oculären Ganglienzellenlage findet sich dann auf Fig. 26\*, nach einem mit Carmin tingierten Flächenschnitt, und beachte man hier, dass die Wandung der betreffenden Schlauchabschnitte eine sehr derbe ist.

Bei einer *Polynoe areolata* Grube fand ich die Verhältnisse im Ganzen ähnlich; nur schienen mir die Glaskörperzellen noch grösser d. h. dicker wie bei *P. elegans* zu sein.

Da Ehlers bekanntlich dem Nereis-Auge einen eigentlichen Sehnerv abspricht, muss ich noch eigens bemerken, dass ein solcher hier ausserordentlich deutlich zu erkennen ist.

Das Auge mit seiner schalenförmigen Retina und dem darin steckenden zapfenartigen Glaskörper gleicht ungefähr einer Eichel- frucht, und ist durch einen langen aus echten Nervenfasern bestehenden Stiel mit dem Gehirn verbunden.

Zum Unterschied im Vergleich zu den früheren Würmern, deren Augenpigment in Kalilauge eine pomeranzengelbe Lösung gibt, erscheint dieselbe hier sowie bei *Aphrodite aculeata* von rauchbrauner Farbe.

Schliesslich beachte man noch das gestielte Auge von *Hermione hystrix* in Fig. 27.

Links sieht man dasselbe am entfärben Längsschnitt, wobei man folgende Haupttheile unterscheidet. Nämlich 1) die Cornea co, 2) den zapfenartigen Glaskörper gl (ohne Linse), 3) eine Stäbchenlage, 4) eine Schicht grosser Basalkerne und 5) endlich den längs des Augenträgers verlaufenden Sehnerv.

Die Figur rechts gibt dann einen Querschnitt in der mittleren Höhe des Glaskörpers (xx), an dem man in concentrischer Anordnung von Aussen nach Innen den Glaskörper, die Stäbchenschicht, die basalen Kerne und zu äusserst die Integument-Cuticula mit ihrer in der Zeichnung weggelassenen Hypodermis (hp) erblickt.

## Einige Maassangaben über die Polychaeten-Augen in Millimetern

Name des Thieres.	Grösster Augen-Durchmesser.	Weite der Pupille.	Glaskörperzellen		Retina						
			Grösste Dicke.	Kern.	Länge d. Ret. Schläuche.	Stäbchen		Retinalkerne			Dicke der Ganglienzelle.
						Länge.	Dicke.	Aeusserer.	Mittlerer.	Basaler.	
Alciope Contrainii.	0,8	0,2	0,006	0,004	0,12	0,057	0,0057	0,004	0,003	0,005	0,007
Nephtys margaritacea.	0,4	0,05	0,006		0,06	0,04	0,005	0,004		0,007	0,009
Polynoe elegans	0,3		0,015*)	0,009*)	0,03		0,008*)			0,008	0,011
Eunice Harassii	0,3	0,07			0,05	0,025	0,003	0,0025	0,005	0,005	
Nereis Costae	0,3	0,07	0,009	0,0045	0,024	0,008*)	0,0055	0,0044?		0,005	0,0076
Hesiono pantherina.	0,15		0,007	0,004	0,05	0,025	0,0035	0,003		0,004	0,006

\*) Obwohl die Grössenverhältnisse der Augentheile und besonders der Retinalelemente hauptsächlich nur in Verbindung mit gewissen physiologischen Fragen, z. B. über die Sehweite und Sehschärfe Interesse haben, möchte ich doch wenigstens auf den aus der Tabelle ersichtlichen Umstand aufmerksam machen, dass speciell die Dimensionen der Stäbchen beim grossen Auge von *Alciope* fast genau dieselben sind wie am vielmal kleineren „Pigmentfleck“ einer *Nephtys* oder *Nereis*.

Ein grosser Unterschied zwischen beiderlei Augen besteht nur darin, dass bei den letzteren die Zahl der Perceptiv Elemente und damit also wohl auch die Bildgrösse und -Deutlichkeit, relativ sehr reducirt ist.

Schwierig dürfte es sein herauszubringen, ob man namentlich an den äusserlich sehr flachen Klein-Augen eine Rückbildung in Folge von Weniger-Gebrauch oder eine Anpassung an besondere Lebensbedingungen zu suchen hat.

## Zusammenfassung und Vergleiche.

Das Auge hat bei allen (von mir untersuchten) Chaetopoden trotz der grossen Verschiedenheit seiner äusseren Erscheinung und Grösse, genau einen und denselben Typus.

Es zeigt eine im Ganzen kugelförmige Gestalt und besteht aus zwei Haupttheilen: einem äusseren (oberflächlichen), der nichts Anderes als eine mehr oder weniger modificirte Strecke des all-

gemeinen Integumentes <sup>1)</sup> (Cuticula und Hypodermis) ist und das dioptrische Organ darstellt, und aus einem inneren unmittelbar mit dem Nervensystem verbundenen 'Abschnitt, der das oculäre Perceptivsystem oder die Retina repräsentirt.

Der Augapfel als Ganzes besitzt keine eigene Umhüllung (Sclerotica im Sinne der Wirbelthiere und Cephalopoden), wohl aber kommt eine solche dem Retinabecher zu, der als ein selbstständiger Abschnitt vom allgemeinen oder integumentalen Theile abgelöst werden kann. Diese Retina-Hülle ist eine dünne Cuticula und erweist sich topographisch als ein gestielter blasenartiger Anhang der Hirnkapsel.

## I. Integumentaler Abschnitt.

### A. Cuticulare Schichte.

Dieselbe zeigt durchgehends eine wenn auch meist nur unbedeutende Vorwölbung nach Aussen, verbunden mit einer relativ grossen Homogenität, resp. Pellucität. Dagegen scheint eine linsenartige Verdickung der Cornea-Cuticula ganz allgemein zu fehlen; ja bisweilen (Nereis) ist die Cornea sogar dünner, als das umgebende Integument.

Am augenfälligsten ist die Differenzirung dieses Theiles bei den Alciopiden und an den gestielten Augen gewisser Aphroditiden, beschränkt sich aber auch hier lediglich auf die Flächenkrümmung.

### B. Hypodermale Schichte.

Dieser Augentheil, für den ich die möglichst indifferente Bezeichnung „dioptrischer Binnenkörper“ vorschlage, zeichnet

---

1) Wenn u. A. Gegenbaur (Grundriss der vgl. Anatomie p. 165) auf Grund der bisherigen Angaben sagt: „Der Augensbulbus erscheint nur in jener höchsten Ausbildung bei den Alciopiden mit dem Integument in Verbindung“ und dann (Grundzüge d. vgl. Anatomie 1870 p. 106), „dass bei den Chaetopoden die Augen meist unter dem Integument geborgen seien,“ so hat diese Darlegung, wie wohl kaum zu erwähnen nöthig, durch meine Untersuchungen ihre Gültigkeit insofern verloren, als bei den Alciopiden so gut wie bei den anderen Nereiden i. w. S. das Integument selbst einen integrierenden Theil des Augenkörpers darstellt.

sich ganz allgemein durch eine grosse Durchsichtigkeit und sein bedeutendes (aber bisher nicht näher analysirtes) Lichtbrechungsvermögen sowie durch die starke oft zapfenartige Krümmung seiner Innen- oder Retinalfläche aus.

Im Uebrigen zeigt dieser Abschnitt zwei scharf von einander zu haltende Differenzirungsformen. Im einen Falle (bei Nereis, Aphrodite, Polynoe, Hesione etc.) ist der dioptrische Binnenkörper nichts Anderes als ein Stück Hypodermis (Epithel), bestehend aus radienartig ausstrahlenden schlauchartigen Zellen, die von der Peripherie des Auges gegen die Axe zu an Länge zunehmen, und deren Kerne das basale (retinale) Ende einnehmen; im andern Falle dagegen zeigt sich im centralen Theile dieses zelligen Hellkörpers ein homogenes und zwar cuticulares Gebilde, das ich als Linse im engeren Sinne dieses Wortes bezeichne. Der dioptrische Zellkörper bildet in diesem Falle keine solide Masse, sondern eine die Linse mantelartig umgebende Ausfüllungs- oder Zwischenlage, die aber in Bezug auf ihr übriges Verhalten und namentlich betreffs ihrer Kernlage vollkommen mit dem soliden Zellkörper des indifferenten Auges übereinstimmt und demselben also homolog zu setzen ist.

An dieser mantelförmigen Zelllage bezeichne ich den äusseren unter der integumentalen Cuticula liegenden Abschnitt als Corneal-Epithel, den übrigen dagegen als Glaskörper im engeren Sinne und zwar in Bezug auf den linsenlosen Zustand desselben Gewebes, das, wie bei den Tracheaten, Glaskörper schlechthin genannt werden mag, wobei aber wohl zu beachten, dass dieses ectodermatische C. vitreum der Artrozoen im Vergleich zum gleichnamigen mesodermatischen Gewebe der Wirbelthiere immer nur ein blosses Analogon darstellt.

Die Linse selbst hat im Allgemeinen eine ähnliche Form wie der dioptrische Abschnitt im Ganzen: sie ist daher aussen sehr flach bei den mehr plancornealen Augen (Eunice, Nephthys), deutlich gewölbt dagegen am convex-cornealen Alciopiden-Auge.

Ihr Bau ist insoferne bei allen ein ähnlicher, als sie überall von einer besonderen dünnen Kapsel umgeben wird und, wenigstens z. Th., aus einer ganz homogenen Masse besteht, die ihrer leichten Auflöslichkeit in Kalilauge wegen im Ganzen mehr von gallertiger als chitinöser Beschaffenheit zu sein scheint.

Die Substanz des Linsenkörpers bietet aber manche z. Th. gewiss auf ihre optische Function bezügliche Anpassungen. Bei *Alciope* zerfällt sie in drei concentrische Schichten, wovon die äussere körnig gerinnende die weichste zu sein scheint.

Bei *Nephthys* dagegen z. B. findet sich ein granuläres Gerinsel im centralen Theil. Ob in diesen körnigen Straten vielleicht Ueberreste von linsenbildenden Zellelementen vorliegen, und wie dieser Körper sich überhaupt bildet, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.

In der pericornealen Hypodermis findet sich wohl durchgehends eine Ablagerung von Pigment, das den durchsichtigen Theil der Cornea (Cornea-Pupille) oft (*Nereis* z. B.) bis auf eine sehr kleine Strecke einengt.

Bei *Eunice* erscheint diese, einer Iris analoge, hypodermatische Augenblendung sternförmig (Fig. 9).

Die Frage nach dem gelegentlichen Vorkommen einer dem accomodatorischen Ciliarkörper analogen Einrichtung, bleibt noch offen — eine Andeutung eines den vordern Linsentheil ringförmig umspannenden Contractil-(?)Gewebes fanden wir nur bei *Alciope*.

## II. Retina.

Die Retina hat im Allgemeinen die Form eines in der Mitte ausgebauchten Bechers, mit einer, in Vergleich zum Tracheaten-Stemma, im Ganzen sehr tiefen Aushöhlung und einer verhältnissmässig dünnen Wandung.

Die Retina ist in ihrer gesamten Ausdehnung nichts Anderes als die Endausbreitung des Sehnervs und gliedert sich in zwei aber continuirlich mit einander verbundene Lagen: in eine innere, die Opticusfaserschicht, welche im Allgemeinen sehr dünn ist, und in eine äussere (d. i. dem Integument zugewandte), die Pallisadenschicht, und stellt letztere die Hauptmasse der Netzhaut dar.

Die Dicke der Pallisadenschicht (und der gesamten Retinawand) nimmt gegen den Rand des Bechers hin ab, ist aber auch im centralen (resp. axialen) Abschnitt (ob immer?) dünner als in der nächst angrenzenden peripherischen Region.

Die Elemente der Pallisadenschicht erscheinen einander vollkommen homotyp und stehen im Ganzen immer senkrecht auf der vitrealen Fläche (Grenzlamelle) des Netzhautbechers. Diese Pallisaden sind (meist prismatische) Schläuche, welche mit ihrem inneren (basalen) Theil je in eine Opticusfaser übergehen, während ihr äusseres Ende an die Grenzlamelle angeheftet ist.

Ihrer radiären Anstellung entsprechend nimmt ihr Kaliber von Innen (N. opticus) nach Aussen (Glaskörper) ab; an der Basis sind sie oft kolbenartig aufgetrieben.

Diese Retinal-Schläuche sind nicht histologische Elementarorgane vom Werth einer einfachen (einkernigen) Zelle (Grenacher), sondern besitzen (wahrscheinlich auch Nereis mit inbegriffen) wenigstens zwei Kerne, einen apicalen oder terminalen am äussersten Endstück des Schlauches, und einen basalen (inneren) in dem einer Ganglienzelle vergleichbaren Abschnitt. Bei einigen Würmern, so bei Eunice und Alciopé, findet sich ausserdem noch ein mittlerer Retinal-Kern vor, und ist dessen Vorhandensein auch für andere Würmer wahrscheinlich. Die Schlauchwandung zwischen dem äusseren und mittleren Kern ist stark verdickt, stark lichtbrechend und zeigt, z. Th. wenigstens, eine lamelläre Zusammensetzung aus zweierlei wechselweise sich folgenden Substanzschichten von ungleichem Brechungsindex; den betreffenden Abschnitt des Retinalschlauches bezeichne ich mit Greeff als Röhrenstäbchen. Der, wie im übrigen Schlauchtheil protoplasmatische Inhalt des Stäbchens wird der Länge nach von einem dünnen Axenfaden durchzogen, der sich z. Th. bis in die retinale Ganglienzelle zurückverfolgen lässt.

Die Retinaschläuche enthalten stets ein körniges Pigment, das in dickeren Lagen das Licht absorbirt und meist schwarz erscheint.

Bei Alciopé Contrainii scheint das Pigment ausschliesslich nur auf die hier scharf begrenzte und sehr schmale Mittelstrecke beschränkt, bei allen übrigen füllt dasselbe auch die Stäbchen aus, und erscheint demnach die gesammte Pallisadenschicht, mit Ausnahme eines schmalen basalen Saumes, im natürlichen Zustand undurchsichtig.

Eine morphologische Vergleichung dieser retinalen Pigmentzone, namentlich wenn sie (wie bei Alciopé) eine mediäre Lage einnimmt, mit der Chorioidea der Wirbelthiere ist aus mehrfachen

naheliegenden Gründen völlig unzulässig, und ist wohl auch die (physiologische) Analogie nur eine sehr entfernte.

Bei *Alciopie* liegt vielleicht zwischen der Stäbchen- und Mittelschicht eine feine gefensterte Grenzmembran.

Die Cardinalfrage, ob diese mehrkernigen Retinalschläuche nur höher differenzierte einfache Zellen vorstellen, oder ob sie durch Verschmelzung von einer dem Numerus ihrer Kerne entsprechenden Anzahl von Zellen entstehen, wird einzig und allein nur die ontogenetische Untersuchung entscheiden; von einer directen Umwandlung einer Hypodermstrecke in die retinale Pallisadenschichte kann aber wohl nach ihrem ganzen Verhalten zu urtheilen, kaum die Rede sein.

### III. Vergleichung.

Wie schon früher<sup>1)</sup> kurz mitgetheilt und in der vorliegenden Arbeit wiederholt näher begründet wurde, zeigt das Chaetopodenauge vor Allem die grösste Verwandtschaft mit dem typischen Tracheatenstemma, ja es sind diese beiden Augenformen geradezu homotype Bildungen zu nennen. Es zeigt sich dies einmal im hypodermalen Character ihres dioptrischen Binnenkörpers und dann ganz besonders in der Gestaltung, Umhüllung und Gliederung der Retina. Betreffs der letzteren sei nur noch einmal hervorgehoben, dass ihre Elemente, die Retinapallisaden, auch bei den Tracheaten (wenigstens bei den von uns untersuchten) nicht ein- sondern mindestens zweikernig sind, und dass der basale Abschnitt einen ganglienzellenartigen Habitus besitzt.

Ein Unterschied besteht — aber nicht allgemein — nur in der Form des Stäbchens, das bei den Tracheaten meist ein axiales, bei den Chaetopoden hingegen ein parietales Gebilde des Retinalschlauches ist, sowie in dem Umstande, dass für das stemmale Tracheaten-Stäbchen noch kein besonderer Axenfaden nachgewiesen ist.

In letzterer Beziehung wäre aber zu bedenken, ob nicht

---

1) Ueber die Convergenz zwischen dem Tracheaten-Stemma und dem Annelidenauge. Dieses Archiv Band 17 pag. 94. Ferner in der Abhandlung von Professor Marty „Die Frage nach der geschichtlichen Entwicklung des Farbensinnes“, Wien, Gerold 1879, pag. 154 und 155.



vielleicht manche der sog. soliden Axenstäbchen — und wir erinnern speciell an die von uns beim Scorpion nachgewiesenen Verhältnisse —, welche sich weit zurück gegen die Ganglienzelle verfolgen lassen, dem Axenfaden der hohlen Chaetopoden-Stäbchen entsprechen. Trotz dieser ganz ausgesprochenen Homotypie zwischen Tracheatenstemma und Chaetopodenaugen können dieselben aber aus naheliegenden Ursachen doch nicht als Homologa, sondern nur als hochgradig convergente Analoga bezeichnet werden, ja auf Grund der so ausserordentlich ungleichen Lagerung und der so schwankenden Zahl dieser Organe bei den einzelnen hierher gehörigen Thierformen, ist es noch sehr fraglich, in wieweit die Augen der Tracheaten einer- und der Chaetopoden andererseits innerhalb jeder der genannten Abtheilungen mit einander homologisirt werden dürfen.

Beispielshalber will ich nur darauf hinweisen, dass vorläufig für eine strenge Homologisirung der Spinnenaugen und der (imaginalen) Insecten-Stemmata keinerlei sichere Basis vorliegt<sup>1)</sup>.

Ausser der Vergleichung des Chaetopodenauges mit dem Tracheaten-Stemma scheint mir dann noch, und zwar speciell in Bezug auf die von mir entwickelten Anschauungen über die Retina-

---

1) Von grösstem Interesse wäre selbstverständlch eine genauere Kenntniss der bei einigen Chaetopoden, Polyophthalmus, Amphicore etc., vorkommenden Rumpf- bez. Schwanzaugen und deren Vergleichung mit den am Kopf befindlichen.

Hier will ich auch bemerken, dass die „dunkeln Rückenflecke“ von *Lysidice viridis* Gray, so viel ich aus der einschlägigen Darstellung von Ehlers (p. 367 sowie Taf. XVI Fig. 17 und 18) entnehme, wahrscheinlich doch, wie schon Metschnikoff behauptete, als Sehorgane und nicht (Ehlers) als Drüsen zu betrachten sind. Dafür spricht die linsenartige Anschwellung der Integument-Cuticula, dann das darunter liegende auffallend helle und grosszellige Gewebe, das (von den angeblichen Poren der betr. Elemente abgesehen) auffallend an den von uns nachgewiesenen Glaskörper erinnert, und endlich der am Tiefenschnitte (Ehlers Fig. 18) halbmondförmige Pigmentgürtel. Eine Behandlung des letzteren mit Kalilauge, die Ehlers leider auch hier unterlassen hat, würde voraussichtlich eine völlig sichere Entscheidung geben, da Drüsen- und Retinalelemente für den Kundigen in der Regel doch leicht von einander zu unterscheiden sind.

Gliederung eine andere Parallele von Wichtigkeit, ich meine die mit dem Cephalopodenaugenauge.

Um das, wie es scheint, einfachere Verhalten bei Nautilus zum Ausgangspunkt zu nehmen, so geht zunächst aus der einschlägigen Darstellung von Hensen (Bronn's Classen und Ordnungen des Thierreiches, Weichthiere, Taf. 115, Fig B) zur Evidenz hervor, dass die Retina ausser der genau wie bei den Artrozoen gelagerten Stäbchenschichte noch zwei scharf gesonderte d. i. je mit einer eigenen Kernzone versehene Zellstraten besitzt, nämlich eine äussere epithelartige und pigmentirte Schichte, welche hier kontinuierlich in die flimmernde Integument-Epidermis überzugehen scheint, und dann ein inneres (d. h. dem opticus näher liegendes) Stratum, das anscheinend aus mehr rundlichen und unregelmässig durcheinanderliegenden Zellen besteht.

Bei näherer Vergleichung dieses Hensen'schen Schemas mit der Alciopiden-Retina auf unseren Figuren 1, 2 u. s. f. drängt sich nun wohl Jedem schon a priori die Vorstellung auf, dass in der erwähnten äusseren retinalen Zellschicht (in der genannten Figur mit m bezeichnet) ein Analogon zur „pigmentirten Mittelschicht“ von Alciopie vorliege, woraus sich dann die weitere Vergleichung der inneren Nautiluschicht (mit o bezeichnet) mit unserer basalen oder Ganglienzellenschicht von selbst ergibt.

Dass hier aber in der That ganz analoge Differenzirungen vorliegen, ersehe ich nun, und nicht ohne Ueberraschung, aus der neuerlichen Durchmusterung einiger seinerzeit von mir in Triest angefertigter Schnitte durch eine in Osmium gehärtete Sepia-Retina. Die Uebereinstimmung zumal mit den gleichbehandelten Schnitten von Alciopie ist geradezu eine sprechende. Zunächst in Bezug auf die Stäbchen. Dieselben sind auch hier, was übrigens z. Th. schon durch Hensen, M. Schultze etc. bekannt, hohl, von einem dünnen Faden durchzogen und zeigen an der verdickten Wandung eine ganz ausserordentlich prägnante Querstreifung. Die Mittelschichte dann ist im Ganzen die schmäkste und vorne und hinten, ganz wie bei Alciopie scharf z. Th. durch eine eigene m. fenestrata abgegrenzt. Besonders betone ich noch, dass sich das schwarze Pigment derselben wenigstens streckenweise und als isolirender Ueberzug des Axenfadens, auch in das Stäbchenlumen hineinzieht. Bezüglich des basalen

Elementes hebe ich nur hervor, dass dasselbe continuirlich in das Mittelstück und durch dieses in das Stäbchen übergeht, dass die Retina also auch hier auf eine einfache Schichte von Pallisaden oder Schläuchen zurückzuführen ist, die in der angegebenen Weise in drei mehr oder weniger selbstständige Unterzonen von z. Th. epithelialem Character zerfällt. Ganz im Unklaren bin ich hier vorläufig nur über das ev. Vorkommen eines äusseren Stäbchenkerns, dessen Aufsuchung nach dem bei den Würmern von mir nachgewiesenen Verhalten, gewiss keine überflüssige genannt werden kann, da ja eventuell auch der sichere Nachweis seiner Nichtexistenz für eine allgemeinere Retina-Vergleichung von Wichtigkeit ist <sup>1)</sup>).

Czernowitz, 15. August 1879.

---

1) Ich kann hier nicht umhin zu bemerken, dass mir die Art und Weise, wie Grenacher (p. 164 und 165) seine Theorie von der Einzelligkeit der Retinapallisaden gegenüber den bei den Cephalopoden erkannten Verhältnissen aufrecht zu erhalten sucht, nicht vollkommen verständlich ist.

Wenn er u. A. die inneren dem opticus zunächst liegenden, aber mit dessen Fasern direct verbundenen Zellstraten vom Begriff der Retina ausschliessen will, so müsste man doch consequenterweise auch die kernführenden Basaltheile im Tracheatenstemma eliminiren, und es bliebe dann am Grenacher'schen Schema z. Th. (z. B. im Vorderauge von Epeira) als Retina nur eine kernlose Stäbchenschichte zurück, die dann nicht einmal den morphologischen Werth eines Epithels besässe.

Einer weitergreifenden comparativen Theorie der Retina müssen jedenfalls noch viele, viele genaueste Detailuntersuchungen und zwar bei allen grösseren Thiergruppen vorausgehen, und bevor man das fertige Auge nicht kennt, haben auch die onto- und gar die phylogenetischen Untersuchungen und Speculationen lediglich einen heuristischen Werth.

---

## Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXVIII, XXIX, XXX.

### Allgemeine Bezeichnungen.

- Cu Allgemeine Integument-Cuticula.  
 Co Ocularer Abschnitt derselben (Cornea).  
 Hp und hp Integumental-Epithel (Hypodermis).  
 gl Oculares Integument-Epithel (Glaskörper).  
 ir Pigmentirter Theil der ocularen Hypodermis (Iris).  
 pu Pupille.  
 li Augen-Linse.  
 lca Linsencapsel.  
 iCu Innere Integument-Cuticula (Grenzhaut).  
 sc Parietaler oder Manteltheil der allgemeinen Retina-Hülle (in einem nicht zutreffenden Sinn häufig als Sclera bezeichnet).  
 la Vorder- oder Aussenabschnitt derselben, als Grenzlamelle zwischen dem Retinakelch und dem äusseren (integumentalen resp. dioptrischen) Augenkörper (auch Hyaloidea genannt).  
 re Retina (besteht aus einer äusseren (Pallisaden-) und einer innern (Faser)-Schicht).  
 st Parietale oder Röhren-Stäbchen.  
 xf Axenfaden.  
 ak Kerne der äussersten Pallisaden- resp. Stäbchenschicht.  
 mk „ „ mittleren Pallisadenschicht.  
 gk „ „ basalen Pallisaden- oder Ganglienzellschicht.  
 gz und bas Basalabschnitt der Pallisaden auch retinale Ganglienzelle genannt.  
 fa Retinale Nerven-Faserschicht.  
 n-o nervus opticus.

Wo nichts anderes bemerkt ist, wurden die abgebildeten Präparate mit der stärksten uns zur Verfügung stehenden Linse (Zeiss Immers. III) durchmustert, aber aus ökonomischen Gründen meist in einem kleineren Maassstabe ausgeführt.

### Tafel XXVIII.

Fig. 1. *Alciope Contrainii* Delle Chiaje. Meridionalschnitt durch das Gesammtauge und zwar in transversaler Richtung (von rechts nach links). Osmiums. abs. Alcohol. Glycerin. Cam. luc. Vergr. 140/1.

A äussere, I innere (der Mittel-Längsaxe des Körpers zugewendete) Seite.

lk Kern-, lm Mittel-, lr Rindenschicht des von drei radiären und vielen anderen Sprüngen durchzogenen Linsenkörpers. pg braungelb pigmentirte Mittelzone der Pallisadenschichte.

An der Aussenseite (A) beachte man, dass die integumentale Hypodermis (Hp<sub>1</sub>) der Retinahülle (sc) sehr nahe kommt; es liegt aber doch eine dünne Bindegewebslage dazwischen.

Fig. 1\*. *Alciopoe Contrainii* Delle Chiaje. Stärker vergrössertes Stück desselben Schnittes nach Aufhellung in Kalilauge, um das Epithel (Hp) zwischen dem Aussenrand der Linse (li) und der cornealen Cuticula (Cu) zu zeigen. z Auffallend grosse und resistente Zellen im Umkreis der Linse, möglicherweise Muskelemente, die eine Art auch von Greeff erwähnten Ciliar-Körper bilden. (Entspricht der Region z in Fig. 1.) Zellen des Glaskörpers (gl) fast nur durch kleine Kerne angedeutet.

Fig. 2. *Alciopoe Contrainii* Delle Chiaje. Partie eines Tiefenschnittes der Retina und zwar vom Rande der tellerartigen Grube (Fig. 1 ak), nach Tinction mit Borax-Carmin und theilweiser Auflockerung der Pallisaden. Vergr. 500/1. Im pigmentirten Mitteltheil der Schläuche sieht man bei b und d den Kern durchschimmern. fa Uebergang einer Opticus-Faser in den ganglienzellenartigen Basaltheil des Retinalschlauches. In der granulären Rindenschicht des Linsenkörpers (li) sieht man stellenweise nucleoid-kernähnliche Ballen.

Fig. 3. *Alciopoe Contrainii* Delle Chiaje. Ein ähnliches Retina-Stück nach Entfernung des Pigments durch Kalilauge, Tinction mit Borax-Carmin und Aufhellung in Kreosot. Vergr. 340/1.

Fig. 4. *Alciopoe Contrainii* Delle Chiaje. Ein ähnliches Retinastück, wobei aber mehrere Ansichten in ein Bild vereinigt sind. Man beachte die durch Kalilauge entfärbte und stark aufgehellte Mittelzone (mk<sub>1</sub>) und darin die blassen rechts mit Alaun-Carmin tingirten Kerne.

st eine isolirte Pallisade, an der das Röhren-Stäbchen aussen im optischen Durchschnitt, innen (hinten) von der Oberfläche gezeichnet ist. st<sub>1</sub> ein schief liegendes Stäbchen, an dem man die hintere polygonal begrenzte Endfläche sieht. st<sub>2</sub> Von der Mittelzone abgerissene Stäbchen hinten mit fadenförmigen Anhängen (xf).

Fig. 4\*. *Alciopoe Contrainii* Delle Chiaje. Röhren-Stäbchen aus dem centralen Theil der Retina nach Behandlung mit Osmiumsäure und Alcohol cca. um ein Drittel der Länge verkürzt. w stark lichtbrechende durch das Osmium gelblich gefärbte Wand- oder Stäbchen-substanz. i protoplasmatischer Inhalt mit Axenfaden (xf). Vergr. 1200/1.

Fig. 5. *Alciopoe Contrainii* Delle Chiaje. Querschnitte durch die Stäb-

chen. A durch den cylindrischen Vorder-, B durch den prismatischen Hintertheil. Vergr. 1800/1.

- Fig. 6. *Alciope Contrainii* Delle Chiaje. Flächenansicht der mediären pigmentirten Retinaschichte. Osmium, Alcohol, Creosot. Vergr. 1500/1.
- Fig. 7. *Eunice vittata* Delle Chiaje. Oberflächliche Ansicht des Auges bei auffallendem Licht. Zeiss C. Vergr. 100/1.
- Fig. 8. *Eunice vittata* Delle Chiaje. Transversaler Meridionalschnitt<sup>1)</sup> durch das Auge. Vergr. 150/1. Cam. luc.
- Fig. 9. *Eunice Harassii*. Keilförmiger Median-Schnitt durch das Auge, in seiner natürlichen Färbung, nach Aufhellung in Kreosot und Kerntinction mit Karmin. Vergr. 170/1.
- Fig. 10. *Eunice Harassii*. Transversaler Meridionalschnitt durch das Auge nach völliger Entfärbung mit Kalilauge, Kerntinction mit Borax-Carmin und Aufhellung in Kreosot. Cam. luc. Vergr. 230/1.
- Man beachte die drei Kernschichten der Retina. c centraler und verdünnter Abschnitt derselben.
- Fig. 11. *Eunice Harassii*. Peripherische Partie der Retina (Tiefenschnitt) links im natürlichen Zustand, rechts nach Entfärbung mit Kalilauge und darauf folgender Behandlung mit schwacher Salzsäure, die den gelösten Farbstoff an die Kerne bindet. Vergr. 800/1.
- Fig. 12. *Eunice Harassii*. Centrale Partie der Retina und des angrenzenden dioptrischen Körpers aus dem gleichen Präparate. Man bemerkt gegen die Mitte zu die Längenabnahme der Pallisaden und der Mittelkerne. Linsenschichten schematisch ergänzt. Vergr. 800/1.
- Fig. 13. *Eunice Harassii*. Zwei Retinalschläuche aus dem Schnitt Fig. 9 in ihrer natürlichen Färbung. Der links zeigt im optischen Durchschnitt das mit Pigment erfüllte dickwandige Röhrenstäbchen (st) sammt Axenfaden (xf), sowie, wegen der dichten Pigmentirung allerdings nur undeutlich, den oblongen Mittelkern mk. Gegen den etwas verkürzt gezeichneten Basaltheil zu werden die Pigmentkörnchen spärlicher. Vorne bei xf sieht man eine Partie der Stäbchenschichte von der Fläche, und erkennt in jedem der kleinen Felder der Mosaik einen winzigen gelben Kreisfleck (xf), den ich als optischen Querschnitt des Axenfadens deute. Vergr. 1200/1.

#### Tafel XXIX.

- Fig. 14. *Nephtys margaritacea*. Oberflächliche Ansicht des Auges bei auffallendem Licht. Vergr. 27/1.
- Fig. 15. *Nephtys margaritacea*. Medianer Meridionalschnitt durch das

---

1) Diese wie alle folgenden Schnitte stammen von Alcoholpräparaten.

Auge (in der Richtung xx der Fig. 14). Der Pfeil bezeichnet die Richtung der Hauptaxe. v Vorder-, h Hinter-Region. Cam. luc. Vergr. 1200/1.

Fig. 16. *Nephtys margaritacea*. Derselbe Augenmedianschnitt nach Entfärbung mit Kalilauge, Neutralisirung mit Salzsäure und Aufhellung in conc. Glycerin. pg gelbbraune Pigmentkörper der Hypodermis. Cam. luc. Vergr. 200/1.

Fig. 17. *Nephtys margaritacea*. Partie Retina-Tiefenschnitt sammt angrenzendem dioptrischen Gewebe nach mehrtägiger Macerirung in schwach angesäuertem und stark mit Wasser verdünntem Glycerin. Man beachte vor Allem die wohl in Folge der Säureeinwirkung mit dem retinalen Farbstoff tingirten und sehr deutlichen Aussenkerne (ak). Die Wand der Retinaschläuche, in Folge der Schrumpfung, stellenweise wohl querstreifig. Vergr. 600/1.

Fig. 18. *Nephtys margaritacea*. Zwei durch Maceration und Zerkupfung isolirte, dann mit Kalilauge entfärbte und schliesslich mit Haematoxylin tingirte Retinaschläuche der peripherischen Region.

Während die übrigen Theile nur schwach gefärbt sind, erscheint sowohl der basale als der apicale Kern tiefblau.

Am Stäbchen links (optischer Durchschnitt) sieht man den körnigen Inhalt sammt Axenfaden (xf), an dem rechts (oberflächliche Einstellung) die Querstreifung der einzelnen Seitenwände. Vergr. 1100/1.

Fig. 19. *Hesione pantherina* Risso. Oberflächliche Ansicht des vorderen (v) und hinteren (h) Auges der linken Kopfseite mit Zeiss C. bei auf fallendem Licht. Vergr. 33/1.

Fig. 20. *Hesione pantherina* Risso. Medianer Meridionalschnitt durch die genannten Augen in der Richtung xx der Fig. 19. V Vorder-, H Hinterauge. Mit Zeiss C. Vergr. 140/1. Cam. luc.

Fig. 21. *Hesione pantherina*. Derselbe Augen-Medianschnitt nachschwacher Entfärbung der Retina, aufgeheilt in Canadabalsam.

b grosszellige Rinde, a feinfaseriger Centraltheil des Gehirns. Die Hauptcontouren der Augenschichten sind mit der cam. luc. gezeichnet. An beiden Augen hat sich der Glaskörper sammt der Grenzlamelle stellenweise etwas von der Retina abgehoben. Vergr. 250/1.

Fig. 22. *Hesione pantherina*. Partie eines Retina-Schnittes sammt angrenzendem Glaskörper nach Behandlung mit Kalilauge-Salzsäure. Retinale Aussenkerne (ak) ungemein deutlich. Vergr. 600/1.

### Tafel XXX.

Fig. 23. *Polynoe elegans* Grube. Etwas schiefer Aequatorialschnitt eines Auges. Zeiss C. Vergr. 120/1.

- Fig. 24. *Polynoe elegans* Grube. Tiefenschnitt durch das Integument hinter den Augen nach Aufhellung mit Kalilauge. Die Hypodermiszellen sind auffallend gross und deutlich. Ihre Wandung ist sehr derb und mit unregelmässigen z. Th. netzartigen Verdickungsleisten (zl) versehen. Der Inhalt ist ausserordentlich hell und der kleine von etwas Körnerplasma umgebene Kern (k) ganz excentrisch. Das Gewebe erinnert sehr an eine pflanzliche Epidermis. Vergr. 240/1.
- Fig. 25. *Polynoe elegans* Grube. Partie eines Tiefenschnittes durch die Retina und den anliegenden Glaskörper nach Aufhellung mit Kalilauge. Vergr. 700/1.
- Fig. 26. *Polynoe elegans* Grube. Dicker Querschnitt durch einige der schlauchartigen Glaskörperzellen. Vergr. 1000/1.
- Fig. 26\*. *Polynoe elegans* Grube. Flächenschnitt durch die basale Zone der Retina nach Tinction mit Borax-Karmin. Vergr. 1000/1.
- Fig. 27. *Hermione hystrix* Blainv. A. Längsschnitt durch das Auge und seinen Träger nach starker Aufhellung mit Kalilauge, etwas schematisirt. B. Querschnitt in der Richtung xx der früheren Figur. Schwach vergr.
- Fig. 28. *Nereis Costae* Grube. Isolirter Weichkörper des relativ stumpfen Vorderauges. Der lichtbrechende Körper ist etwas aus dem Netzhautbecher herausgehoben. Vergr. 50/1.
- Fig. 29. *Nereis Costae* Grube. Dasselbe Vorderauge mehr von oben gesehen um die irisartige Pigmentlage (ir) und die Pupille (pu) zu demonstrieren. Vergr. 90/1.
- Fig. 30. *Nereis Costae* Grube. Isolirter lichtbrechender Körper des relativ spitzen Hinterauges im auffallenden Licht. Vergr. 40/1.
- Fig. 31. *Nereis Costae* Grube. Medianer Tiefenschnitt durch das Vorder- (V) und Hinterauge (II). Die Hauptconturen sind mit der Cam. luc. gezeichnet; die Detailausführung ist aber behufs grösserer Deutlichkeit etwas schematisch gehalten. Am Hinterauge sieht man die Stäbchenschichte in ihrem natürlichen pigmentirten, am Vorderauge im entfärbten Zustand. Die Hypodermis (Hp) schwillt in der Augengegend zu einem dicken Polster (stü) an, in welchem diese Organe eingesenkt sind. Vergr. 100/1.
- Fig. 32. *Nereis Costae* Grube. Medianschnitt durch das Vorderauge nach starker Aufhellung mit Kalilauge und mit möglichster Naturtreue wiedergegeben.

sp Stelle, an welcher der Glaskörper in Folge seiner durch die Härtung bedingten Zusammenziehung zerriss. Der an der Retina haftende Saum desselben ist rechts im Längendurchschnitt, links (a) mehr von der Fläche zu sehen. In der wie ein fibrilläres Bindegewebe sich ausnehmenden Hypodermis der Augengegend liegen, wie auch anderwärts lange korkzieherartig gewundene Drüsen (dr), die



sich durch weite Poren der Cuticula (Po) entleeren. Die Kerne der Hypodermis befinden sich fast unmittelbar unter der letzteren.

b Äquatoriale Region des Glaskörpers, in der die peripherischen in der Mitte stark nach aussen gekrümmten Schlauchzellen auch durch einen Medianschnitt z. Th. fast quer getroffen werden. Vergr. 300/1.

Fig. 33. *Nereis Costae* Grube. Partie eines schiefen Schnittes durch die Retina und den nächstliegenden Glaskörper nach kurzer Einwirkung von Kalilauge und Tinction mit Karmin.

Der Schnitt geht rechts in der Längsrichtung der Retinaschläuche, während letztere links (st\*) z. Th. schief und quer getroffen sind. Zwischen der Grenzlamelle und den Stäbchen glaube ich einmal eine besondere Kernlage gesehen zu haben, die ich aber auf dieser Figur wegliess. Vergr. 1000/1.

Fig. 34. *Nereis Costae* Grube. Querschnitt durch ein Bündel von Glaskörperzellen. Man beachte die am Schnitt dreieckigen Interzellularräume. Vergr. 1200/1.

Fig. 35. *Nereis Costae* Grube. Ziemlich dicker Flächenschnitt durch eine Partie der Stäbchenschichte nach schwacher Entfärbung mit Kalilauge.

a Bei der Einstellung auf die Oberfläche der Stäbchen. b Bei tieferer. ak Einstellung noch höher als bei a, wo man einen das Lumen des Röhrenstäbchens nicht ganz ausfüllenden Kern wahrnimmt. Vergr. 1000/1.