

## Einiges über die Augen der Tiere.

Die Welt des Grossen bietet uns so viel des Schönen, Erhabenen, Unbegreiflichen, dass das Laienauge, gesättigt von all dem Gebotenen, achtlos und verständnislos an dem vorüberzieht, was des Forschers ganze Kraft gefangen nimmt, was — ungeachtet aller Mühen — oft den Gedankeninhalt seines ganzen Lebens ausfüllt: die Enträtselung der nicht weniger wundervollen Welt des Kleinen.

Was etwa die Einführung der Wage in der Geschichte der Chemie bedeutet, das ist der zoologischen Wissenschaft in der Anwendung von Mikroskop und Seziermesser entstanden, die sie weit über den Standpunkt einer oft geisttötenden Systematik emporhoben.

Die Naturwissenschaft ist an und für sich trotz der wunderbaren Errungenschaften des verflossenen Jahrhunderts keineswegs ein Lieblingskind der grossen Menge geworden. Wir gehen an den von ihr zum Teil schon entschleierte Geheimnissen, an all den biologischen und physiologischen Wunderwerken gerade so kalt vorüber, wie in den Zeiten mittelalterlichen Dunkels, meist völlig befriedigt, wenn unser naturhistorisches Erkennen schon Triumphe im Deuten des Unterschiedes zwischen Hirschkäfer und Ameise feiert, während uns ein wohlthuend Gruseln erfasst, wenn der liebe Nächste eine für die Menschheit natürlich hochwichtige (!) Schlacht am Dingsda vor knapp 3000 Jahren um einige Jahrhunderte zurück datiert — ein Kuriosum in der wundertätigen Zeit des Kampfes zwischen Bakterien und Mensch! —

Wenn wir etwa das Auge einer *Helix*, zum Beispiel der so bekannten *Weinbergschnecke*, genauer untersuchen, so finden wir seltsamerweise schon hier die rohe Grundform unseres eigenen Auges in Form einer geschlossenen Kammer (Fig. III), vorn mit lichteinlassenden Zellen, hinten mit jener empfindlichen Schichte versehen, die wir allgemein als *Netzhaut* oder *Retina* bezeichnen. Wir begreifen, dass eine höhere Ausbildung, sagen wir ein gewisses Ueberschneckentum, schon zu jenem köstlichen Apparate führen kann, den uns das

Wirbeltierauge vorstellt, vergleichbar etwa einem modernen photographischen Apparate im Gegensatze zur einfachen Kammer von Porta. Das Helixauge ist aber schon eine höhere Form des Kamera-Typus; während es uns eine völlige Abschnürung des Gallertkörpers zeigt, ist das Auge von *Haliotis* (Seeohr) — einer Schnecke mit perlmutterschimmerndem Gehäuse — bloss eine Einstülpung unter der Oberhaut (Fig. II), das Auge der Napfschnecke (*Patella*) gar nur eine einfache Sehgrube, ausgefüllt mit Zellen, welche zum Teil in pigmentierte Sehzellen (*Retina*) umgewandelt sind (Fig. I).

Und es ist eine wunderbare Erscheinung der an solchen Schätzen so überreichen Kleinwelt, dass dieselbe stufenweise höhere Entwicklung, wie sie uns die Augenformen *Patella*—*Haliotis*—*Helix* zeigen, auch in den verschiedenen Altersstufen des Helixauges selbst wieder erscheint. Das Auge einer Weinbergschnecke ähnelt in seinen Jugendzuständen erst dem einer Napfschnecke, dann dem eines Seeohres. Wir haben hier eine schöne Bestätigung für Häckels biogenetisches Grundgesetz, für die Wiederholung der Stammesgeschichte in der Geschichte des Einzelwesens, der Philogenie in der Ontogenie, wie ja etwa auch die Kiemenandeutungen an einem Kalbsenbryo verblasste Blätter aus dem Ahnenarchive alluvialer Rinder sind.

Ich meine, so ein gewisses Achtungsgefühl fasst uns schon jetzt — die drei unscheinbaren eklen Schnecken zeigen in aufsteigender Reihe schon völlig Anklänge an den Bau des machtvollen Menschauges; sie weisen schon — ein prächtiger Lohn wissenschaftlicher Kleinarbeit — auf jenes wunderbare Entwicklungsgesetz Häckels hin.

Man hat den Camera-Augentypus mit Recht mit einem photographischen Apparate verglichen: die Kammer mit dem Augapfel, die photographische Linse mit unserer Krystalllinse, die sensible Schichte (Platte) mit der *Retina*, die Akkomodationsfähigkeit der Linse mit dem wechselnden Balgauszug, die Erweiterungsfähigkeit der Pupille endlich mit der Wirkung der photographischen Blende (Irisblende!).

Wir finden tatsächlich, dass jedes höhere Auge aus einem dioptrischen Teile und aus einem aufnehmenden, perzipierenden (*Retina*) in verschiedenartiger Feinheit aufgebaut ist.

Wir möchten wohl denken, solch hohe Vollendung der Sehapparate, wie etwa beim Menschen, bloss bei entsprechend hochstehenden Tieren zu finden. Das ist jedoch keineswegs der Fall. Es gibt, uns meist wenig bekannt, im Ozean eine gewisse Sorte von Würmern, die *Borstenwürmer*, ferne Vettern unseres soliden Regenwurmes, freche Schnapphähne und Raubritter, welche bereits hochorganisierte Augen besitzen. Sie bedürfen zur Befriedigung ihrer Raubgelüste auch entsprechend scharfer Sehorgane. So sitzen die grossen, kugelig vorspringenden Augen der *Alciopiden* zu beiden Seiten des Kopfes und enthalten eine *Retina*, deren nervöse Elemente im Hintergrunde des Auges die Sehstäbchen bilden, während sie vorne in eine Art *Iris* übergehen. Das Innere ist schon — wie bei uns — hinten von einer Flüssigkeit, vorne von einer Art Gallertlinse ausgefüllt. Auch bei manchen Quallen finden wir eine solche Linse vor (*Bentelquallen*).

Und der Mantelrand von *Pecten Jacobaeus*, der genugsam bekannten Jakobspilgermuschel, zeigt smaragdgrüne Augen, deren *Bulbus* (*Augapfel*) schon in eine Kapsel eingeschlossen ist und ebenfalls eine *biconvexe Linse* besitzt.

Die *Alciop*e und ihre nächsten Verwandten, die *Röhrenwürmer*, beweisen auch, wie Gebrauch und Nichtgebrauch, Uebung und Nichtübung bestimmend auf die Zahl, Art und Ausbildung der Sinnesorgane gewirkt hat: Die räuberische, freibewegliche *Alciop*e besitzt hochentwickelte Augen, weil sie dieselben nötig hat; der stabile, sesshafte *Röhrenwurm* hat keine; die sich im Wasser tummelnde *Aszidienlarve* bedarf der Augen, das festsitzende Manteltier nicht mehr u. s. w. Es sind dies Erscheinungen, die im Rückgange der Sinnesorgane innerlicher Parasiten ihr schönstes Beispiel finden.

Die höchste Vollendung hat das Auge der *Wirbellosen* wohl bei gewissen *Kopffüsslern*, so beim bekannten *Tintenfisch* (*Sepia*) erreicht, der schon eine dickere *Retina*, *Linse*, *Iris* und öfters sogar eine Art *Augenlid* besitzt. Doch unter-

scheiden sich selbst diese Augen, die dem Laien schon völlig dem der Wirbeltiere zu gleichen scheinen, u. a. durch die Lage der Sehstäbchen von dem letzteren, was sich wohl am besten durch Betrachtung der Entwicklung beider (Fig. VI und VII) klarlegen lässt. Die Augen der wenigen hier betrachteten Wirbellosen bieten nacheinander, etwa von der Napfschnecke an, eine Art Illustration dazu.

Es ist eine längst feststehende Tatsache, dass der Tierkörper ein Zellstaat ist, in welchem durch gleichartige Differenzierung von Zellen zu Geweben, durch Vereinigung von Geweben zu Organen eine ideale Art von Arbeitsteilung durchgeführt erscheint, indem die einzelnen Organe, mit weniger und dann bedeutend höher ausgebildeten Funktionen bedacht, eben jene höhere Gesamtleistung erreichen können, die wir am höheren Tiere beobachten. Bei dieser Arbeitsverteilung fiel nun dem *Hautgewebe* oder Epithel nebst seiner Eigenschaft als Schutzdecke nach aussen, als stoffabsonderndes Gewebe besonders die Rolle der Sinnesvermittlung zu. Beim Protozoon, dem winzigen Urtierchen, ist es möglich, dass dieselbe eine Zelle die Summe aller jener einfachen Arbeiten auszuführen vermag, die ein Protozoonleben ausmachen; nicht so bei höheren Lebewesen: das rastlose Treiben moderner Grosstädte kann eben nur in strenger Arbeitsteilung höhere Leistungsfähigkeit des Ganzen, Vollendung im Einzelnen und des Einzelnen bringen.

So hat das Hautgewebe durch Umgestaltung gewisser Partien in besondere Sinneszellen, durch Ausbildung peripherer, der Aussenwelt zugekehrter Endigungen (Stäbchen etc.) und endlich durch eine nervöse Verbindung mit dem Zentralorgane, dem Gehirne, speziell die Sinnesvermittlung übernommen: als Riechepithel in der Nase, als Tastkörperchen in der Haut, als Netzhaut oder Retina im Auge. Es ist dabei vielleicht gestattet, das Sinnesepithel (recht roh freilich) als ein Stück modifizierter Haut zu bezeichnen, durch feinste Klaviatur (Stäbchen u. s. w.) in Fühlung mit der Aussenwelt, durch feine Nerven à la Telegraphendraht mit dem Gehirne nach innen verbunden.

Jetzt dürfte es uns auch klar sein, dass wir in den besprochenen Augenformen nichts als stetig tiefer werdende *Haut*

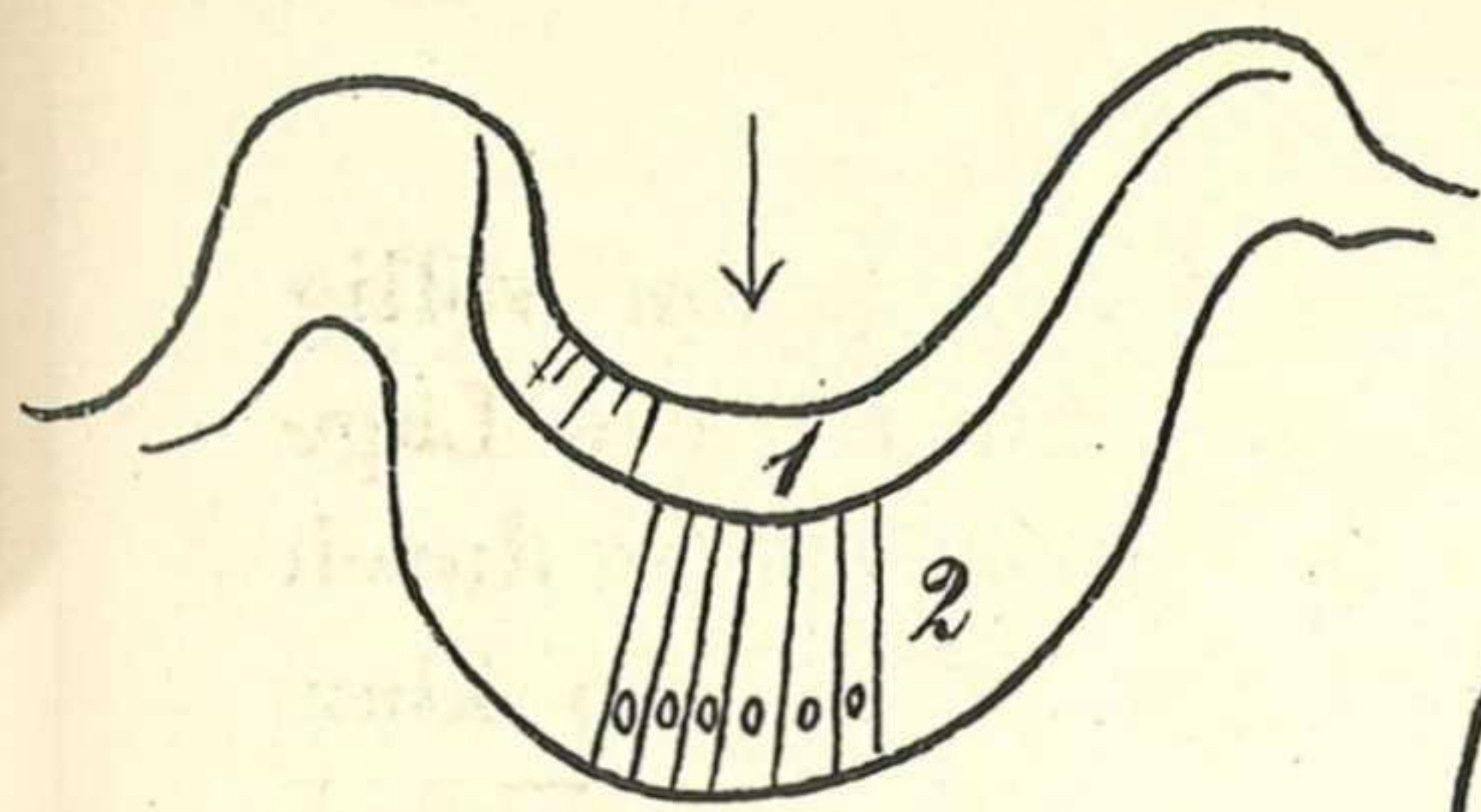


Fig. I

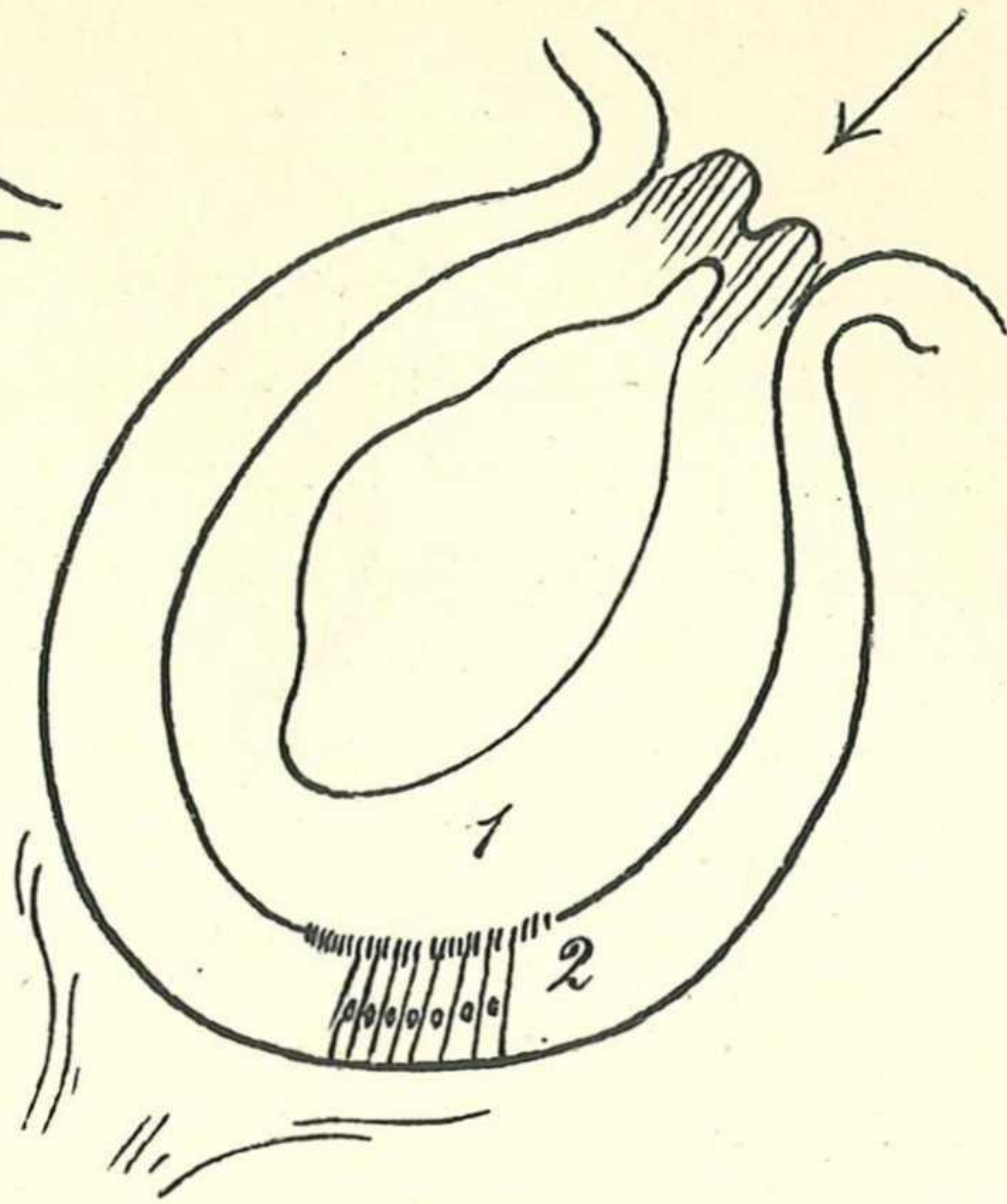


Fig. II

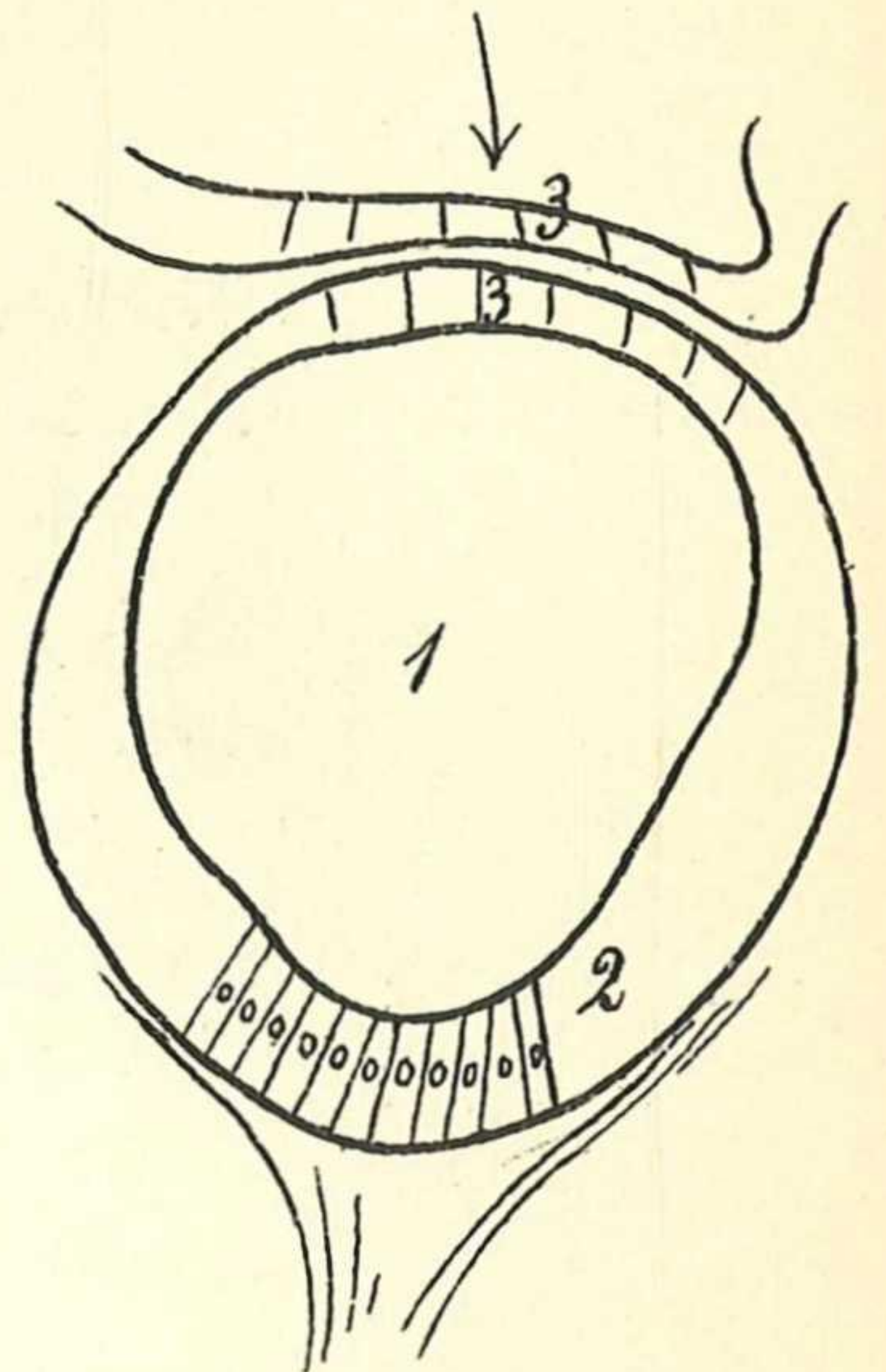


Fig. III

*Schnitt durch das Auge.*

*I einer Napfschnecke, II des Seeohres, III einer Weinbergsschnecke.*

*1 Gallert Körper, 2 Retina, 3 Hornhaut,*

*I offene Sehgrube, II unvollständige, III vollständige Einschnürung.*

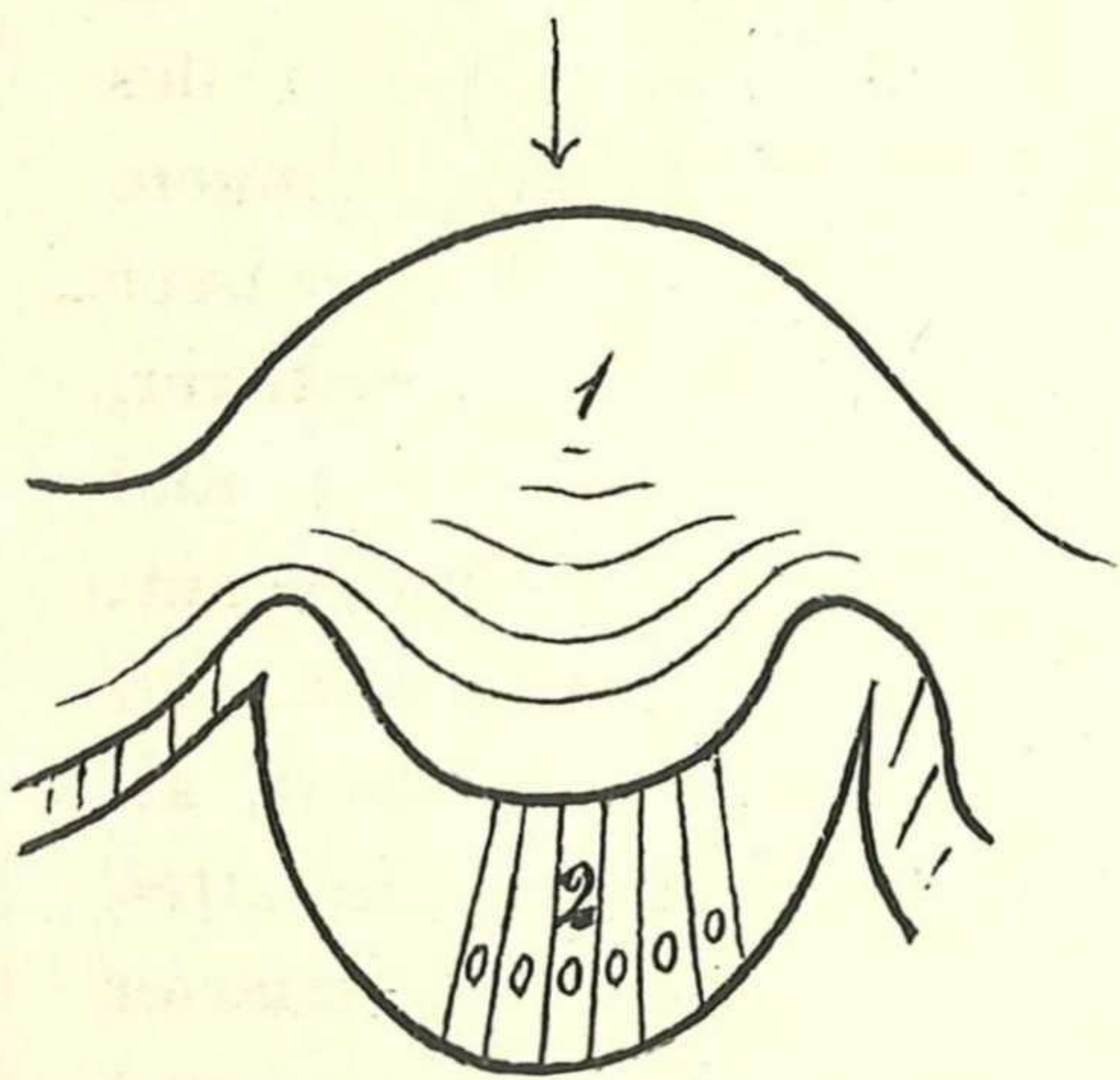


Fig. IV

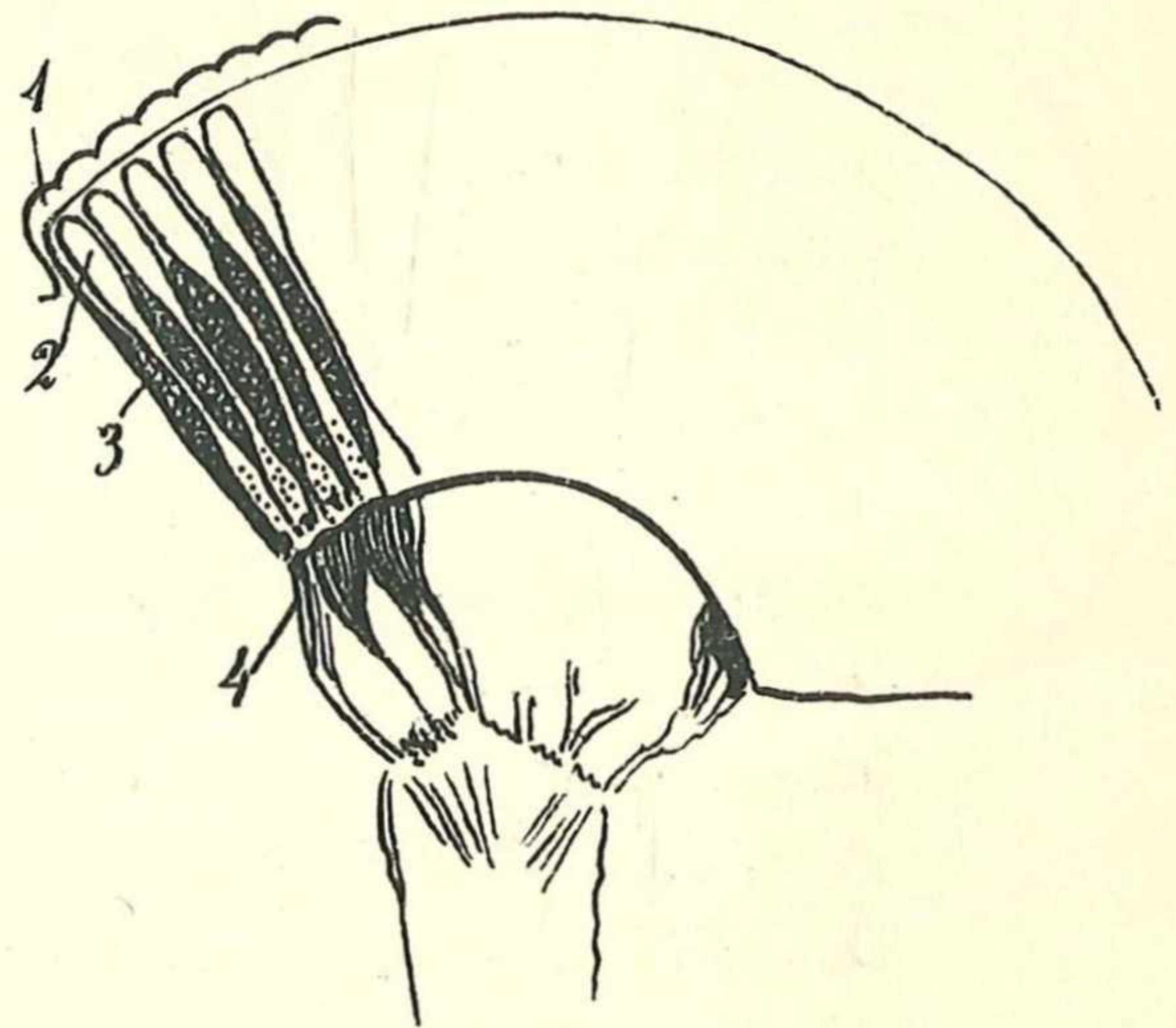


Fig. V

*Schnitt durch ein Seitenaugen des Skorpions.*

*1 Chitinlinse, 2 Retina.*

*Schema eines Facettenauges.*

*1 Hornhaut, 2 Krystallkegel, 3 Retinula, 4 Nervenstränge,  
1, 2, 3, Einzelaugen.*

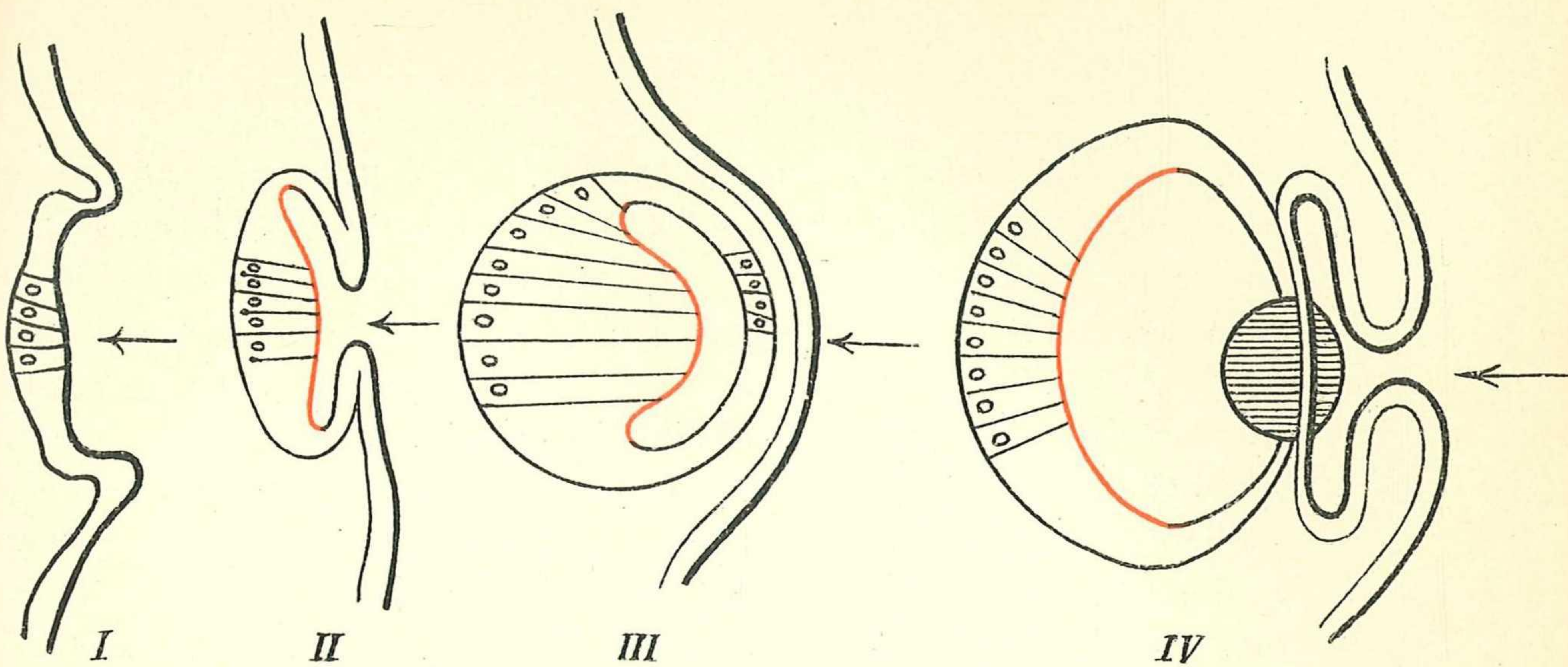


Fig. VI

Entwicklung des Auges eines Tintenfisches.

I Beginn der Einstülpung, III Augenblase geschlossen und abgeschnürt, IV Anlage der Linse.  
Die rote Linie bedeutet das nach außen gerichtete Stäbchenende der Sehzellen.

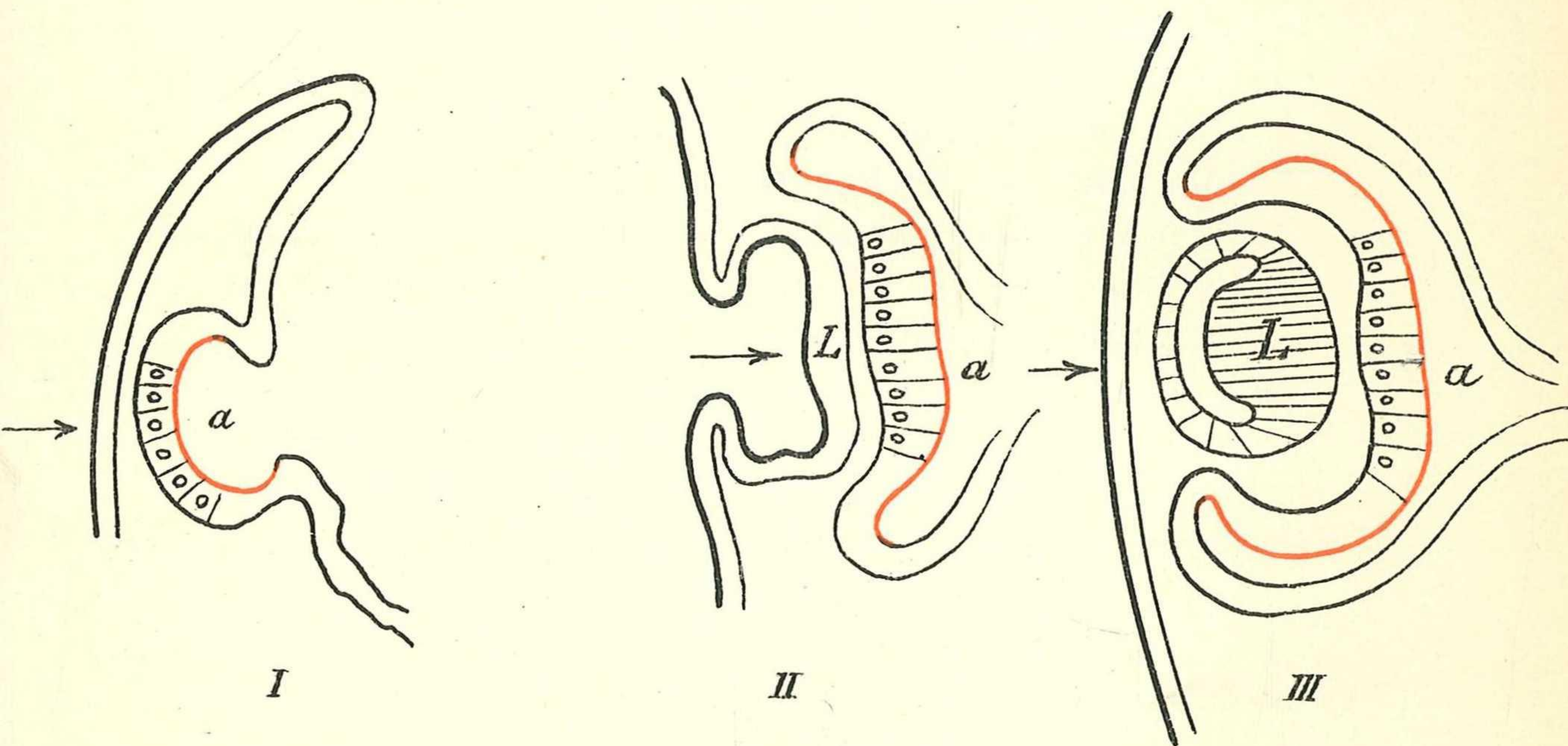


Fig. VII

Entwicklung des Wirbeltierauges.

Ia Augenblase nach der Einstülpung, II Augenblase nach der sich von der Körperoberfläche her einsenkenden Linsenanlage L, III Augenbecher mit Linse.  
Die rote Linie zeigt das hier nach innen gerichtete Stäbchenende.

einstülpungen zu erblicken haben, verbunden mit der nötigen Umformung gewisser Zellen für den Sinnesdienst und in steigender Vervollkommnung mit mannigfachen optischen Hilfsapparaten ausgerüstet. Das Auge der Wirbellosen ist ganz in der Haut entstanden.

Anders ist es bei den Vertebraten, den Wirbeltieren. Da ist das Auge genetisch ein Hirnteil, indem sich zwei Ausstülpungen der Hirnblase abschnüren und nur durch den optischen Nerv mit dem Gehirne selbst in Verbindung bleiben. Diese Augenblasen werden nun unter die Haut vorgeschoben und durch Einstülpung ihrer Vorderwand in Augenbecher verwandelt, wobei eben diese Vorderwand die Retina bildet, deren Stäbchen jetzt natürlich nach innen (vom Lichte ab) gewendet sind — der Hauptunterschied zwischen dem Auge der Wirbellosen und dem der Wirbeltiere (siehe Fig. VI und VII).

Es gibt aber unter dem tierischen Kleinbürgertume eine ganz grosse Zahl von Angehörigen, die auch Augen, ja ganz wunderbare Augen besitzen, ohne dass dieselben in die Kategorie der Cameraaugen gehören, deren Beginn, wie wir wissen, als eine Einstülpung zu bezeichnen ist. All die treulosen Blumenrippler, Apoll und Admiral und alle anderen, und das fleissige Bienlein und die staatskluge Ameise und all das tausendfache Insektenproletariat — von dem wir meist nur kennen, was sticht oder nützt — sind hier anzuführen. Es ist nicht meine Absicht, in diesen Zeilen recht viel anatomische Weisheit zu häufen; ich begnüge mich damit, einiges von dem Schönen, Wunderbaren unter all dem Unbekannten oder Verachteten herauszusuchen.

Holen wir also einige aus der summenden Schar all der unzähligen Gliedertiere heraus. Gerade da beginnt jener grosse Formenreichtum, von dem der Physiologe Exner so begeistert sagt: „Das Auge der Wirbellosen ist ein Proteus im Vergleiche zum Auge der Wirbeltiere, ja letzteres könnte jeden langweilen, der den Reichtum des ersteren kennen gelernt hat.“

Das Seitenauge des Skorpions, ein sogenanntes Stemma oder Punktauge, zeigt uns (Fig. IV) die durch Verdickung des Chitinpanzers gebildete Linse, dann eine Schichte gestreckter Nervenzellen mit lichtbrechenden Stäbchen (Retina)

— gewiss nicht zu leise Anklänge an das, was uns vom Schneckenauge in Erinnerung blieb. Solcher Augenformen gibt es nun gar viele; wir wollen nur eine gar merkwürdige Art noch hervorheben — das Fächer- oder Fazettenauge (Fig. V).

Wer einmal das Auge unserer Stubenfliege im Mikroskope betrachtete, sah ein seltsam sechseckiges Gefäfel, etwa wie Honigwaben. Man bemerkt wohl auch ohne Lupe und Glas, dass es eine Art vorgewölbte Halbkugel bildet. Tatsächlich gehört ein solches Fliegenauge zu dem Wunderbarsten, was die an Augenwundern so reiche Natur dem staunenden Forscher offenbarte. Ein solches Auge ist nämlich anatomisch eine Augenkolonie, ein Zusammentreten von vielen Einzelkegelaugen zu einem Gesamtauge — gleichsam ein Entwurf zur Integration des Kugelvolumens. Jeder dieser Kegel — Augenkeile oder Ommatidien — besteht aus einem Stücke Chitinlinse, einem aus mehreren (4) Zellen gebildeten Kristallkegel und der sogenannten Retinula, einem aus meist 7 Nervenzellen zusammengesetzten Nervenstab; jeder Kegel lässt sich also anatomisch als ein Auge auffassen. Die Retinuale aller Einzelaugen bilden wieder die halbkugelige gemeinsame Retina. Die äussere Fazettierung ist nur eine Folge der durch gegenseitigen Druck polygonal geformten Cornea-Linsen und hat mit dem Sehakte jedenfalls nichts gemein.

Ueber die Funktionen der tierischen Sinnesorgane können wir wohl meist nur (wenige Experimente ausgenommen) nach Analogieschlüssen aus unseren eigenen Erfahrungen einige Deutung geben, die natürlich vielfach recht fragmentarisch sein muss. Dass das hoch entwickelte Auge der Alciopiden oder der Tintenfische ein ziemlich deutliches Sehen gestattet, ist nach dem Gesagten wohl wahrscheinlich; anderseits dürften die „Sehgruben“ der Napfschnecke bei dem gänzlichen Mangel jedes dioptrischen Hilfsapparates über die einfachste Lichtempfindung (hell und dunkel) nicht hinausgehen (von einer Bilderzeugung kann wohl nicht die Rede sein) und nicht gar viel höher als zum Erkennen grober Bewegungen scheint das einfache Camera-Auge der Weinbergschnecke ausgebildet zu sein: Das Tier stösst ja empfindlich mit den Fühlern an, wenn man ihm La ng s a m



einen Gegenstand nähert, trotzdem gerade die Fühler an der Spitze die Augen tragen.

Das „Punktauge“ der Insekten ist durch den Besitz fester, geformter Linsen jedenfalls schon zur Bilderzeugung geeignet, wahrscheinlich aber — wie die starke Krümmung der Linse zeigt — vorzüglich für die Gesichtsvermittlung in der Nähe eingerichtet.

Das interessanteste und strittigste Auge ist wohl das Fazettenauge der Gliedertiere. Da es anatomisch eine Vereinigung vieler Einzelaugen darstellt, sollte man meinen, jede Fazette wirke auch physiologisch als ein Auge, d. h. die Gliedertiere mit Fazettenaugen sehen einen Gegenstand viel tausendmal (Bildchentheorie!).

Dem ist aber nicht so. Wie unser eigenes Auge entwirft nämlich auch das Fazettenauge nur ein einziges Bild. Sämtliche Nervenstäbe liegen hier nebeneinander und empfangen Fasern von dem Sehnerv. Da aber jedes Stäbchen nur einen Lichtstrahl empfängt (die anderen werden durch ein Pigment ausgelöscht), so bildet es auch nur einen Punkt des Gegenstandes ab, der also in Form einer Mosaik aus einzelnen Punkten erscheint (musivisches Sehen, Joh. Müller). Exner hat dieses Bild auch experimentell-mikroskopisch beim Leuchtkäferchen nachgewiesen.

Da jedoch infolge der radiären Stellung der Augenkeile die Zahl der nach einer Richtung gewendeten Einzelaugen nicht sehr gross ist, so muss das Bild namentlich bei grösserer Entfernung des Gegenstandes — durch weniger Punkte bestimmt — bedeutend an Schärfe einbüssen. Exner meint daher: „Meine Ansicht geht dahin, dass der Typus des Wirbeltierauges in vollkommenerer Weise dem Erkennen von Formen der äusseren Objekte, der Typus des fazettierten Auges dem Erkennen von Veränderungen (Bewegungen) an den Objekten dient.“

Jeder Schmetterlingsfänger weiss, dass ein vorsichtig genähertes Netz den Falter nicht aufschreckt — dieser kennt seine Feinde eben weniger nach den Formen als nach den Bewegungen, eine Erscheinung, die man übrigens auch bei niederen

Wirbeltieren beobachten kann: die stillsitzende Fliege ist vor dem Laubfrosche völlig sicher.

Schliesslich sei nur erwähnt, dass uns auch Versuche vorliegen, welche die Farbenempfindungen der Tiere deuten sollen. Versuche Lubbocks an künstlichen Blumen ergaben, dass z. B. Bienen Farbenunterschiede wahrnehmen können, indem sie unter vielen farbigen Papierblumen auch dann zuerst etwa die blauen aufsuchten, wenn man in dieselben keinen Honig mehr gab. In welcher Form, in welcher Farbe ihnen die uns bewusste Welt erscheint — wer vermag's zu deuten!

Prof. H a n n s H a s e l b a c h.

## **Gletscherbeobachtungen im Ankogel-Hochalpenspitzgebiete im Sommer 1903.**

Von Dr. Hans Angerer.

### **A. Vorbemerkungen.**

Im Jahre 1898 hatte ich zufolge einer Anregung des Herrn Professors Penk an drei Gletschern der Ankogel-Hochalpenspitzgruppe, dem Hochalm-, Grosseled- und Kleinelledkees, die ersten Marken gelegt und dieselben seither mit Unterstützung des D. u. Oe. Alpenvereines, wofür ich dem löblichen Zentralausschusse auch an dieser Stelle den wärmsten Dank ausspreche, alljährlich — mit Ausnahme des Jahres 1899, wo ein heftiger Schneefall die Durchführung der Arbeiten unmöglich machte — nachgemessen und die Ergebnisse in der „Carinthia II“\*) und den „Mitteilungen\*\*“) des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereines“ veröffentlicht. Auch im Sommer 1903 zog ich wieder in dieses Gebiet und zwar

\*) „Carinthia II“, 1901, S. 217: Die Gletscherbeobachtungen in der Glockner- und Ankogelgruppe im Jahre 1901. (Dieser erste Bericht enthält auch die Beobachtungen in den Jahren 1898 und 1900.)

„Carinthia II“, 1903, S. 205: Gletscherbeobachtungen im Ankogel-Hochalpenspitzgebiete im Sommer 1902. (Literaturbericht nach dem Aufsätze in den Alpenvereins-Mitteilungen.)

\*\*) „Mitteilungen“, 1903, Nr. 12, S. 149: Gletscherbeobachtungen im Ankogel-Hochalpenspitzgebiete im Sommer 1902.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carinthia II](#)

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [94](#)

Autor(en)/Author(s): Haselbach Hans

Artikel/Article: [Einiges über die Augen der Tiere 133-140](#)