

Das Gehörorgan der Cyprinoiden mit besonderer Berücksichtigung der Nervenendapparate.

Von

Dr. **Gustav Läng.**

(Vorgetragen im ungarischen Naturforscher-Verein zu Pesth am 10. Dec. 1862.)

Mit Taf. XVII.

Das Gehörorgan beschäftigt in neuester Zeit eine ganze Reihe von Histologen und bezüglich des Labyrinthes haben bis jetzt die theils vergleichenden, theils den Bau der Nervenendapparate behandelnden Arbeiten von Reich¹⁾, Leydig²⁾, Kölliker³⁾, Max Schultze⁴⁾, Deiters⁵⁾ und Franz Eilhard Schulze⁶⁾ schon eine Fülle von aufklärenden Entdeckungen geliefert. Trotzdem glaubte ich mich an keine überflüssige Arbeit zu machen, wenn ich die bisherigen Erfahrungen einer controlirenden Bearbeitung unterzog und nachforschte, wie weit unser positives Wissen bezüglich des Baues des Labyrinthes reicht und welche Fragen als bisher noch unerledigt hingestellt werden müssen.

Meine bisher gemachten Untersuchungen beschränken sich zwar meiner geringen Geldmittel wegen bloß auf die Cyprinoiden; nachdem jedoch durch mehrere Autoren die Uebereinstimmung im Bau des Labyrinthes bei den verschiedensten Thiergattungen und Ordnungen erwiesen ist, so glaube ich den Erfolgen meiner Forschungen mit demselben Rechte eine Verallgemeinerung vindiciren zu dürfen, nach welchem man sich nicht scheut die Entdeckungen Max Schultze's oder Fr. E. Schulze's auf höhere Thierclassen zu übertragen.

Die von mir untersuchten Gattungen und Arten sind: *Barbus flu-*

1) R. Reich, Ueber den feineren Bau des Gehörorgans bei *Petromyzon* in A. Ecker's Untersuchungen zur Ichthyologie. Freiburg 1857.

2) Leydig, Histologie des Menschen und der Thiere.

3) Kölliker, Handbuch der Gewebelehre, 3. Aufl.

4) M. Schultze, Ueber die Endigungsweise der Hörnerven im Labyrinth. Müller's Arch. 1853.

5) Otto Deiters, Ueber das innere Gehörorgan der Amphibien. Du Bois' Arch. 1862.

6) Fr. Eilhard Schulze, Zur Kenntniß der Endigungsweise der Hörnerven bei Fischen und Amphibien. Du Bois' Arch. 1862.

viatilis, *Squalius dobula* Heck., *Cyprinus Carpio*, *Idus melanotus* und noch eine nicht näher bestimmte Gattung.

Bei dem bedingenden Zusammenhang, welcher nothwendigerweise zwischen dem Nervenapparate und den morphologischen Verhältnissen des Gehörorgans besteht, hielt ich es der Mühe werth nicht bloß den feinen Bau des ersteren, sondern auch die letzteren einer genauen Untersuchung zu unterziehen. Es sei mir daher gegönnt, dieser letzteren Untersuchungen mit wenig Worten zu gedenken.

Das Gehörorgan der Cyprinoiden besteht, wie bekannt, aus dem dem Gehirn anliegenden Vorhof (Vestibulum) mit den dazu gehörigen halb-zirkelförmigen Canälen und aus dem Sack (Saccus), welcher gleichsam ein Anhängsel des ersteren bildet. *E. H. Weber* lässt in seiner classischen Arbeit: »*De aure animalium aquatilium*« nicht nur die eben genannten Gehörtheile unter einander in offener Verbindung stehen, sondern er lässt auch den unpaaren Sinus in das Gehörorgan einmünden. Dieser Ansicht *Weber's* haben sich die späteren Autoren angeschlossen. Dass die halb-zirkelförmigen Canäle offen in den Raum des Vorhofs einmünden, unterliegt keinem Zweifel. Jedoch bezüglich der Stellung und Einpflanzung jener in den Vorhof sind die Verhältnisse nicht ganz der Beschreibung und Darstellung *Weber's* entsprechend. Die Ampullen des vorderen und äusseren Bogenganges münden am vorderen Rande des Vorhofs ein; die Ampulle des hinteren Bogenganges hingegen sammt den Ursprüngen der Bogengänge münden ganz rückwärts ein und zwar so, dass die äussere Wand des Vorhofes vor dieser Einmündung in das Innere einen Vorsprung bildet, womit sie gleichsam den Vorhof in eine vordere grosse und in eine kleine hintere Abtheilung trennt. Vollständig ist jedoch diese Trennung nicht, indem die in den Vorhofraum einspringende Leiste der nach aussen zu gelegenen Wand nicht die entgegengesetzte innere Wand erreicht, so dass zwischen den hinteren Einmündungsstellen und der vorderen grossen Abtheilung des Vorhofs noch immer eine Spalte zum Communiciren der Endolympha übrig bleibt.

Von der zwischen Vorhof und Sack bestehenden Communication behauptet *Weber*: »*a margine inferiori medii vestibuli ductus membranaceus ad saccum descendit, qui canaliculum sinus imparis recipit ita, ut vestibulum membranaceum hoc ductu partim cum sacco, partim cum sinu conjungatur*« — und an einer andern Stelle: »*saccus, ... canale membranaceo aqua repleto, cum vestibulo et sinu impari commercium habet, ita tamen ut argentum vivum vestibulo immissum septo forte aut valvula impediatur, quominus e vestibulo in saccum descendat.*« *Weber* ist es daher nicht gelungen, trotz der behaupteten Communication, Quecksilber aus dem Vorhof in den Sack zu bringen. Er sieht als Ursache dieses Nichtgelingens die wahrscheinliche Existenz einer Klappe an; mit welchem Recht, werden wir sogleich sehen. Untersucht man das zwischen Vorhof und Sack gelegene Verbin-

dungsstück, indem man es unter der Loupe mit Nadeln bearbeitet, so findet man, dass dieser Theil keine Röhre darstellt, sondern ein dichtes, knorpelhartes, faseriges Gewebe, welches, vom unteren und hinteren Theil des Vorhofes ausgehend, später zum Grundpfeiler für das Raumsystem des Sackes wird. Zwischen Vorhof und Sack besteht demnach keine freie Communication.

Wie wir schon einmal bemerkt haben, besteht nach *E. H. Weber* auch noch eine andere Communication zwischen dem unpaarigen Sinus und dem den Vorhof mit dem Sack verbindenden Rohre. Nachdem wir gezeigt haben, dass dieses Rohr kein Rohr, sondern ein fester Strang sei, fällt wohl die Behauptung *E. H. Weber's* von selbst. Aber *E. H. Weber* selbst war auch nicht im Stande diese Communication zu demonstrieren, denn nach seinen eigenen Worten: »membrana qua (sinus auditorius impar) constat, pellucida membranae vestibuli cui continua est, plane similis reperitur, attamen cum tenuior sit quam membrana vestibuli, mercurii injecti vim minus fert faciliusque dilaceratur.«

Vorhof sammt Bogengängen, Sack und unpaarer Sinus sind demnach drei solche Theile, deren innere Räume gänzlich von einander geschieden erscheinen.

Vom Standpunkte der Vertheilung der Gehörnerven und der Lagerungsverhältnisse der Endapparate aus kann man das Gehörorgan der Cyprinoiden in drei gesonderten Abtheilungen betrachten. Die erste dieser drei Abtheilungen umfasst die Ampullen, die zweite den Vorhof und die dritte den Sack. Bevor wir zur gesonderten Untersuchung dieser drei Abtheilungen übergehen, wollen wir noch kurz die gegenseitigen Lagerungsverhältnisse der Gehörnervenäste betrachten. Vom Gehörnerven *κατ' ἔξοχὴν* erhalten blos die Ampullen und der Vorhof Zweige, die Nervenäste des Sackes zweigen sich vom Trigeminus ab. Am vorderen Rande des Vorhofes steigt ein Ast zur vorderen Ampulle, auf der äusseren Wand mehr nach rückwärts einer zur mittleren Ampulle; zwischen diesen beiden schmalen Aesten bleibt an der nach aussen gekehrten Wand des Vorhofes eine breite Stelle frei, auf welche sich flach der Nervenast des Vorhofes legt und emporsteigt, um nahe zu den Ampullen plötzlich mit scharfer Linie aufzuhören. Ich will diese Linie die äussere Grenzlinie nennen. Von den übrigen Nervenästen ist nichts Besonderes zu bemerken.

Nach diesen kurzen allgemeinen Betrachtungen kehren wir nun zur speciellen der einzelnen Gehörs-Abtheilungen zurück.

Ampullen.

Im Innern der Ampulle hebt sich von jener Stelle, wo der herabtreteude Nervenast sich anheftet, eine Querleiste ab, welche beiläufig bis zur halben Höhe des Ampullenlumens emporreicht und hier mit einem

dreispitzigen freien Rande so endigt, dass die beiden seitlichen Spitzen mit den Seitenwänden der Ampulle verschmelzen, die mittlere im Centrum des Lumens steht. Diesem dreispitzigen freien Rande dieser Querleiste (Crista acustica) liegt das Organ auf, in welches schon *Steifensand*¹⁾ die Endigung der Nerven verlegt hatte und dessen genaue histologische Beschreibung wir *M. Schultze* verdanken. Ich will dieses Organ nicht mit dem bisher geläufigen Namen einer Epithelial-Verdickung benennen und zwar aus demselben Grunde nicht, aus welchem wir der Netzhaut die Eigenschaft eines selbstständigen Organs zuerkennen, sondern ich will mich im Verlauf meiner Arbeit des Ausdruckes »Endapparat« bedienen. — Bekanntlich hat *M. Schultze* in dem Gewebe dieses Endapparates dreierlei Elementarformen unterschieden, nämlich 1) mit Kernen versehene cylindrische Zellen, 2) starre Härchen von 0,04''' Länge über dem Niveau der cylindrischen Zellen und 3) sehr kleine rundliche oder ovale Zellen mit entgegengesetzten Fortsätzen, deren einer im Niveau der cylindrischen Zellen wie abgeschnitten zu enden scheint und deren zweiter der Crista acustica zustrebt.

Zu diesem Endapparate gelangen nach *M. Schultze* bei Rajen die Nerven durch die Crista, an deren freiem Ende sie nach Verlust ihrer Scheide in viele feine Aestchen zerfallend im Endapparate unbestimmt endigen. *Fr. E. Schulze* hat in neuester Zeit die Angaben *M. Schultze's* nicht bloß bestätigt, sondern er behauptet sogar, sich bei jungen *Gobius*-Exemplaren die Ueberzeugung verschafft zu haben, dass die sogenannten Hörhärchen die directen Fortsetzungen der in den Endapparat gedrunghenen Nervenästchen seien.

Nach dieser kurzen Orientirung will ich auf meine eigene, vielen Beobachtungen entnommene Erfahrung zurückkommen.

Der Ampullennerv theilt sich, an der Ampulle angelangt, in zwei Zweige, deren jeder einer anderen Seitenwand anliegt und zu der bezüglichlichen seitlichen Spitze der Gehörleiste läuft. Auf diesem Wege trennt sich von jedem Zweig ein grosser Theil von Fasern ab, um in die Substanz der Crista zu dringen und hier dann ohne Scheide zu einander parallel dem freien Rande zuzuziehen. Die in den Zweigen verbliebenen Fasern erreichen in noch ansehnlicher Menge die seitlichen Spitzen der Crista und breiten sich hier — entsprechend dem ihnen aufliegenden Endapparate — ein wenig fächerförmig aus.

Der Endapparat wurde bisher wohl auf seine Elementarformen, nicht aber auf seine Gestaltung im Ganzen untersucht und doch ist die Kenntniss der Gestalt von nicht geringer Wichtigkeit. Die natürliche Ursache dieses Uebergehens der Gestalt mag wohl in der Methode gelegen sein, nach welcher man sich bis jetzt bei Untersuchung des Gehörs hauptsächlich der Chromsäure-Präparate bedient hatte. Bei dieser Methode — der Härtung durch Chromsäure — erlangen zwar die Gestalten der Ele-

1) *Steifensand*, Das Gehörorgan der Wirbelthiere. *Müller's Archiv* 1835.

mentarformen eine grössere Festigkeit, aber es haftet auch in Folge derselben der ganze Apparat der Crista besser an, so dass man mit der Nadel wohl grössere und kleinere Theile desselben abbrechen kann, aber das Abheben des Apparates in toto nicht gelingt. Um dies Letztere zu erreichen, stand ich vom Härten mit CrO_3 ab und behandelte die vom Vorhof abgetrennten Ampullen in verschiedenen Flüssigkeiten, namentlich: in reinem Wasser, in Zucker und Salzlösungen, in *Moleschott'scher* Flüssigkeit — aber umsonst. Endlich gelang es mir mein Ziel zu erreichen, indem ich die Ampullen zuerst durch 5 Minuten in mit NO_2 schwach angesäuertes Wasser legte und darauf in mit $\frac{1}{4}$ Vol. Alcohol versetztes Wasser übertrug. Nach dieser Behandlung gelang es mir immer bei gehörig behutsamem Vorgehen mit einer feinen Nadel den ganzen Endapparat unverändert von der Crista abzuheben. Die Erfolge einer derartigen Untersuchung des Endapparates sind überraschend, denn abgesehen davon, dass sie ein klares Bild dieses complicirten Organes geben, lassen sie uns auch ein Gebilde erkennen, welches bisher wahrscheinlich nur in seinen Rudimenten gekannt auf die Entdeckungen *Schultze's* ein neues Licht wirft.

Um uns die Gestaltung des Endapparates klar zu machen, ist es am besten, den ganzen Apparat in drei Theile zu theilen. Den ersten Theil bildet jene im frischen Zustande weisse Schicht, die unmittelbar dem freien Rande der Crista aufliegt, im Ganzen die Gestalt dieser letzteren wiederholend. Der zweite Theil steigt gleichsam aus dem ersten empor und bildet eine unendlich zarte, feinstreifige Kuppe, welche von beiden Seiten nach der Spitze zu an Höhe zunimmt und eine Höhe von 0,4 mm. erreicht. Unmittelbar an der Uebergangsstelle dieser Endkuppe (*Cupula terminalis*), in dem ersten Theile, wird ihre feine Streifung lichter und es entsteht dadurch ein lichter Streifen. Den dritten Theil des Endapparates bilden die beiden »*plana semilunaria*« *Steifensand's*, welche in der Ampulle den Seitenwänden derselben aufliegen und die Endkuppe zwischen sich fassen. Die 5. Fig. der Taf. XVII. giebt ein getreues Bild der eben geschilderten Appartheile und des gegenseitigen Verhältnisses derselben zu einander.

Betrachten wir nun die drei Theile des Endapparates getrennt bezüglich ihres feineren Baues.

Der erste Theil ist jener, dem bisher die Histologen ihre grösste Aufmerksamkeit zugewendet haben. An gelungenen Präparaten sieht man deutlich, dass die oberste Schicht dieses Theiles aus einer Lage dicht stehender Cylinderzellen besteht. Die Zellen messen in ihrer Breite 0,0034—0,0057 mm., in ihrer Länge (Höhe) 0,0171—0,0180 mm. Unter dieser Schicht machen sich ziemlich grosse runde, ovale oder biscuitförmige Hohlräume bemerkbar, deren Umgrenzung mir bisher nicht klar werden konnte und zwischen denen man deutlich die Fortsetzungen der

aus der Crista herausgetretenen Axencylinder wahrnehmen kann. Unmittelbar unter der Zellschicht angelangt, hören plötzlich die scharfen Contouren der Axencylinder auf, ob dies aber die Folge einer unendlich feinen Verästelung sei oder nicht, das konnte ich bisher nicht eruiren. Von der Schicht der Cylinderzellen ragen nach *Reich* und den beiden *Schulze's* die feinen Härchen in das Innere der Ampulle empör. Diese Härchen sind nun allerdings sichtbar an Präparaten, die durch längere Zeit in Chromsäure gelegen hatten und an denen in Folge dessen eine beträchtliche Sprödigkeit der Gebilde eingetreten ist. Wenn ich jedoch bedenke, dass von diesen Härchen keine Spur bemerkbar wird, wenn man an Präparaten, die nach der oben geschilderten Methode erhalten wurden, die Endkuppe ablöst, und wenn ich andererseits die Erfahrung im Auge behalte, dass die Endkuppe um so mehr schrumpft und endlich zerstört wird, je länger sie in Chromsäure liegt, so glaube ich mich zu der Annahme berechtigt, dass die *Reich-Schulze'schen* Härchen nichts Anderes als die Ueberreste jener Endkuppe seien. Um sich von der Richtigkeit meiner soeben gemachten Angabe zu überzeugen, ist es am besten, den aus der Ampulle genommenen Endapparat durch etwa 24 Stunden in Chromsäure zu legen und dann das Gebilde unter einem Arbeitsmikroskop zu behandeln.

Nach Allem was ich bisher über die Structur des Endapparates angeführt habe, wird es mir zweifelhaft, ob die Angabe *Fr. Eilh. Schulze's* bezüglich des directen Ueberganges der Nervenfaserrästchen in die Härchen richtig sind. Denn indem *Fr. E. Schulze* ganze Exemplare von sehr jungen Meergrundeln (*Gobius*) unter das Mikroskop legte, um durch äussere Bedeckung und Wandung des Gehörorgans hindurch die Endigungsweise der Ampullennerven zu sehen, bekam er gewiss sowohl die Schicht der Cylinderzellen als jene der Härchen nicht bloß in einer Reihe vor das Auge, sondern in einem Nebeneinander, wie es nur bei der Flächenausdehnung dieser beiden Theile möglich ist. In einem solchen Complexe von Formelementen aber unter dem Mikroskope richtig zu sehen, was sich vereinigt und was nicht, dürfte wohl kaum ein Histolog behaupten. *Fr. E. Schulze's* Angabe über die Endigung der Nervenfasern hätte nur dann Anspruch auf Glaubwürdigkeit, wenn er früher bewiesen hätte, dass die Cylinderzellen und Härchen nur eine einzige der Crista aufsitzende Reihe bildeten. Aus den eben angeführten Gründen kann ich auch die hiehergehörige Abbildung *Fr. E. Schulze's* bloß als Schema betrachten.

Die Endkuppe erscheint bei starker Vergrößerung als ein aus sehr feinen, das Licht stark brechenden aufrechten Fäden zusammengesetztes Gewebe. Die einzelnen Fäden scheinen unter sich durch noch viel feinere Seitenästchen zusammenzuhängen. Das ganze Gewebe verjüngt sich

gegen die Spitze so sehr, dass es hier den höchsten Grad von Feinheit erlangt und ein sicheres Beobachten der Verhältnisse dieses obersten Theils unmöglich macht. In welchem Verhältniss diese Endkuppe zum übrigen Endapparat, zu dessen Formelementen steht, konnte ich bisher nicht ergründen.

Die »Plana semilunaria« *Steifensand's* sind schon durch die Wandung der Ampullen sichtbar und zwar als fein punktirte, haldmond-förmige Flächen. Um den feineren Bau derselben kennen zu lernen, ist es am zweckmässigsten in Chromsäure gehärtete Ampullen der Länge nach entzweizuschneiden und dann die »plana« von der innern Fläche der Wandungen abzulösen. Von oben (Inneres der Ampulle) betrachtet, bieten diese Plana eine schöne, schachbrettförmige Zeichnung, deren eckige Felder sich bei tieferer Einstellung des Mikroskopes in runde verwandeln. Die Anordnung der Felder geschieht nach einem gewissen radiären Typus und es misst jedes Feld im Durchmesser 0,0090 mm. Trennen wir ein Stück durch Nadeln oder durch leichtes Hin- und Herschieben des Deckgläschens in seine Formelemente, so bekommen wir zahlreiche grosskernige Cylinderzellen unter das Mikroskop. Diese Cylinderzellen stimmen jedoch nicht mit den vorher beschriebenen überein, sondern sie unterscheiden sich von denselben auffallend durch ihre Dimensionen, indem ihre Länge 0,0270—0,0225 und ihre Breite 0,0090 mm. ausmacht, als auch durch ihre grossen runden Kerne, deren Durchmesser 0,0084 mm. beträgt. Besonders auffallend ist an diesen Kernen der nach unten gerichtete Theil ihrer Peripherie durch sein Vermögen das Licht sehr stark zu brechen. Zuweilen schien es mir, als sässe über den ebengenannten Kernen noch ein kleiner von der Form einer halben Scheibe und von körnigem Aussehen. So wahrscheinlich es nach einer Betrachtung mit der Loupe erscheint, dass ein Theil der Ampullennerven im *Planum semilunare Steifensand's* seine Endigung findet, so konnte ich doch niemals einen Zusammenhang zwischen den Cylinderzellen desselben und den Nervenfasern darstellen.

In der Ampulle ist der ganze Endapparat so gelagert, dass er mit seiner Endkuppe beinahe das ganze Lumen verschliesst und somit gewiss jede durch die Ampulle gehende Schallwelle die Endkuppe trifft.

Vorhof (Vestibulum).

Sowie in den Ampullen der Endapparat einer genau begrenzten Stelle aufsitzt, so finden wir auch im Vorhof eine schon durch ihr äusseres Ansehen ausgezeichnete umgrenzte Partie, in der wir die Enden der Nervenfasern zu suchen angewiesen sind. Es entspricht die Ausdehnung dieser Partie beiläufig jener, die der Vorhofsnerv vor seinem Einsenken an der äusseren Vorhofswand zeigt, und sie kennzeichnet sich durch ihre milchweisse Farbe. Die Betrachtung der diese Schicht zusammensetzenden Zellgebilde zeigt eine so gänzliche Verschiedenheit vom übrigen Epi-

thel, dass es auch hier gerechtfertigt erscheint, an die Stelle der gebräuchlichen Epithelverdickung den Namen »Endapparat« zu gebrauchen. Der Theil der Vorhofswand, welcher diesen Endapparat trägt, ist nach aussen zu ausgebaucht, bildet gleichsam eine Nische, welche Nische an der Uebergangsstelle in den übrigen Vorhof durch einen vorspringenden Rand umgeben ist. Der Otolith füllt den ganzen Raum der Nische aus und scheint der Umrahmung durch jenen vorspringenden Rand seine feste Stellung zu verdanken. *M. Schultze* suchte in Ermangelung einer befestigenden Membran die Ursache der festen Stellung des Otolithen in einem mit der Endolympha gleichen spec. Gewicht. Dass jedoch die Gleichheit des spec. Gewichtes nicht besteht, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man einen möglichst behutsam herausgenommenen Vorhof umherwendet; so lange wir den Otolithen nicht aus seiner ursprünglichen Lage gebracht haben, bleibt er immer fest an einer und derselben Stelle und folgt der Lage dieser, sobald wir aber durch einen durch die Wand ausgeübten Stoss den Stein aus seiner ursprünglichen Lage gehoben haben, nimmt er auch bei Wendungen immer die tiefst gelegene Stelle ein. Aber auch die Behauptung, als fände sich am Otolithen keine Membran, muss ich für irrig erklären, denn der Otolith trägt immer an seiner dem Endapparate zugekehrten Seite eine äusserst zarte Membran. Dass diese Membran nicht im Stande sei, den Stein zu befestigen, will ich jedoch gern zugestehen, um so mehr, als ich bisher nicht im Stande war, einen Zusammenhang zwischen ihr und der Vorhofswand aufzufinden. Die Membran wird nämlich immer mit dem Stein zugleich entfernt und ich konnte ihre Gegenwart nur an frischen Exemplaren beweisen, indem bei allen Präparaten, die mit Säuren behandelt worden waren, die theilweise gelösten Otolithen immer Ueberbleibsel von zweifelhafter Deutung hinterliessen, die jede sichere Beobachtung unmöglich machten. Es ist daher am besten, diese Membran an solchen Präparaten zu suchen, die blos in schwach alkoholigem Wasser gelegen hatten, und erst nach der Isolirung der Membrana diese in Chromsäure zu legen, damit sie mehr Festigkeit erlange. Unter dem Mikroskop zeigt die Membran ein dichtes Balkengewebe, dessen Zwischenräume gegen die Mitte der Membran am kleinsten und rund sind, während die nach der Peripherie zu gelegenen immer grösser und unregelmässiger werden. *Deiters* beschreibt in seiner Arbeit über das Gehörorgan der Batrachier eine ganz ähnliche Membran, aber bildet sie auch ab; er heisst sie die »gefensternte Membran« — an welchen Ausdruck auch ich mich halten werde —, behauptet aber, diese Membran aus einem Theil des Gehörorgans gewonnen zu haben, den er weder als ein Analogon des Vorhofes der Fische, noch als ein Zugehör zu den von ihm demonstirten Schneckenrudimenten ansehen konnte. Die Thatsache, dass ich eine ganz ähnliche Membran im Vorhofe der Fische gefunden habe, dürfte wohl den Schlüssel an die Hand geben zur Deutung des von *Deiters* in Zweifel gelassenen

Gehörtheiles. Beim Untersuchen der gefensterten Membran gelangten mir immer Bruchstücke eines Gebildes unter das Mikroskop, die in ihrer Textur der Endkuppe sehr ähnlich waren; ich konnte jedoch betreffs der Ausdehnung, Lagerung und Verbindungen dieses Gebildes nie zu einem Resultate gelangen, obwohl dies bei der Lage, die es zwischen gefensterter Membran und Endapparat einzunehmen scheint, von grossem Belange wäre.

Unter dem Otolithen und der gefensterten Membran liegt der Endapparat¹⁾, durch seine weisse Farbe überall sich vom Epithel abhebend. Nach vorn und oben ist seine Grenzlinie besonders scharf und entspricht genau der »äusseren Grenzlinie«, wesshalb ich sie die »innere Grenzlinie« nennen will. Der ganze Apparat nimmt gegen die Grenzlinie hin an Dicke zu. An der Peripherie des Endapparates — den Theil über der inneren Grenzlinie ausgenommen — liegt ein Netz, das entsteht, indem unregelmässig gestaltete Gebilde nach allen Seiten zu durch zahlreiche Fortsätze in Verbindung treten. Ob diese Gebilde für Bindegewebskörperchen zu betrachten seien, wage ich nicht zu entscheiden, da ich nie im Innern derselben Kerne zu unterscheiden im Stande war. Im frischen Zustand sind sie übrigens von körnigem Aussehen, in Chromsäure gehärtet werden sie gelb und stechen dann besonders durch ihre Farbe von den etwas tiefer liegenden platten Epithelzellen ab (Taf. XVII. Fig. 2.). Der centrale Theil des Endapparates zeigt schon bei Loupenvergrösserung eine gewisse radiäre Anordnung. Von oben betrachtet, erscheint er als eine Lage dicht aneinander gestellter rundlicher Felder, von denen es schwer fällt zu behaupten, ob sie Zellen oder Kernen angehören. Zwischen diesen runden Feldern liegen kürzere, längere, stärker lichtbrechende Stäbchen oder Leistchen, die eben die Ursache jenes radiären Ausdruckes sind. Die Frage, ob wir es hier mit Zellen oder Kernen zu thun haben, findet ihre Erledigung, sobald wir ein Stück des gut gehärteten Endapparates durch das leise Hin- und Herschieben des Deckgläschens zertheilen. Es gelingt auf diese Weise oft, das ganze Stück in lauter Reihen von cylindrischen Zellen aufzulösen, welche Reihen, indem sie sich auf die Seite legen, eine nähere Beobachtung der Zellen möglich machen. Die einzelnen Zellen besitzen eine cylindrische oder vielmehr conische Gestalt. Nach oben zeigen sie, in Reihen betrachtet, einen stark lichtbrechenden Rand, welcher wahrscheinlich den früher erwähnten Leistchen entspricht; nach unten haben sie ein fransiges, abgerissenes Aussehen und sind auch verschieden lang. In jeder Zelle liegt ein ovaler Kern, der leicht aus der Zelle gedrückt werden kann, so dass man in

1) Es ist leicht möglich, dass jener Theil, für den ich den Namen »Endapparat« gebrauche, nicht der ganze Endapparat ist, indem es mit der Zeit gelingen dürfte zu beweisen, dass das erwähnte zweifelhafte Gebilde, die Membrana fenestrata und selbst der Otolith integrierende Bestandtheile des ganzen Endapparates darstellen.

Folge dessen häufig genug die Fetzen der Zelle und den Kern neben einander liegen sieht. Ausserdem trägt jede Zelle an ihrem oberen Ende ein ebenfalls stärker lichtbrechendes Härcchen. Die Länge der Zellen entspricht jener der in den Ampullen sub 1. angeführten Zellen, sie ist nämlich = 0,0174; ebenso die Breite = 0,0054—0,0057; die Härcchen der Zellen haben eine Länge von 0,0045—0,0090 mm.

Wenn wir den sorgfältig abgelösten Endapparat umgekehrt unter das Mikroskop bringen, so dass dessen der Vorhofswand aufsitzender Theil zu oberst zu liegen kommt, so sehen wir ein grossmaschiges Netz in der Form wie es Taf. XVII. Fig. 12. zeigt. Es scheint mir dieses Netz die Fortsetzung jenes zu sein, das wir an der Peripherie des Endapparates kennen gelernt haben. Ob es als Netzgewebe zu betrachten sei, kann ich bisher noch nicht entscheiden.

Bezüglich der Structur der inneren Grenzlinie habe ich schon bemerkt, dass sie nicht mit jener der übrigen Peripherie übereinstimmt. Wir finden sie nämlich aus einer mehrfachen, dichten Lage von stark gekörnten, breiten Strängen oder Balken bestehend, die in einer von vorn und oben nach unten und hinten gerichteten Lage überhaupt dem centralen Theil des Endapparates zuzustreben scheinen. So sehr es auch — namentlich durch die den Balken eingestreuten Kerne — wahrscheinlich wird, dass diese Stränge nichts Anderes als die des Markes entblößten Fortsetzungen der Nervenfasern sind, so ist es doch nicht möglich, diese Wahrscheinlichkeit durch die Herstellung eines ununterbrochenen Zusammenhanges zur Gewissheit zu erheben und zwar einfach deswegen, weil die Nervenfasern ihr Mark während des Durchdringens der Vorhofswand verlieren, uns aber bisher die Mittel fehlen, um die Vorhofswand so zu entfernen, dass bloß die Nervenfasern in ununterbrochenem Zusammenhang ihrer Theile extra und intra Vestibulum zu erblicken. Angenommen, es seien die gedachten Stränge Fortsetzungen der Nerven, so können wir doch nicht die Grenzlinie als den einzigen Ort des Eindringens der Nerven ansehen, denn ein solches Eindringen findet auch vor der Grenzlinie statt. Ueber den Zusammenhang der Nervenfasern mit den Gebilden des Endapparates kann ich bisher nichts Bestimmtes sagen, obwohl das abgerissene untere Ende der cylindrischen Zellen leicht zu einem Schluss verleiten könnte.

Nicht weniger schwer ist es zu entscheiden, in welchem Verhältniss der Endapparat zur gefensterten Membran und zum Otolithen steht, und zwar hauptsächlich darum, weil hier Querschnitte durch alle genannten Gebilde auf einmal nicht möglich sind, sondern die Untersuchung schichtenweise vom Otolithen bis zum Endapparate vordringen muss.

Sack (Saccus).

Dass der Sack bei den Cyprinoiden mit dem Vorhof in keiner Communication steht, ist bereits erwähnt worden. Die Trennung dieser bei-

den Gehörtheile ist ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal für das Gehör der Cyprinoiden von jenem der Batrachier, bei welchen nach *Deiters* zwischen diesen Theilen eine weite Communication besteht. Aber nicht allein die Sonderung der genannten Räume ist charakteristisch für die Cyprinoiden, sondern auch das Trennen des Sackes in zwei Abtheilungen. Es lagern sich nämlich um den vom Vorhof kommenden verbindenden Strang zwei mit geschlossenen Wandungen begrenzte Hohlräume so, dass der eine nach vorn und innen vom Strang, der andere aber nach hinten und am Ende des Stranges liegt. Wo diese beiden Räume mit ihren Wandungen aneinanderstossen, bildet sich gleichsam eine Zwischenwand, die durch ein kleines ovales, nach unten gelegenes Fenster durchbrochen ist. Der vordere Abschnitt des Saccus ist länglich, nach vorn stumpf abgerundet endigend; er zieht sich wie das Schneckenhaus um die Säule, so um den Verbindungsstrang von vorn und oben nach rückwärts und unten, wo sein Raum durch das ovale Fenster mit dem grossen mehr ovalen als runden hinteren Abschnitt communicirt. Es ist somit am Saccus gewiss eine schneckenförmige Anordnung vorhanden, ich will jedoch mit dieser Behauptung nicht etwa wie *Huschke* eine Analogie zwischen Saccus und Schnecke befürworten, wogegen schon die nach rückwärts gerichtete Lage des Saccus spricht. Zu jeder Saccus-Abtheilung geht ein Nervenast. Es muss somit auch jede Abtheilung ihren Endapparat besitzen. In der hinteren Abtheilung ist auch die Aufsichtung desselben mit gar keiner Schwierigkeit verbunden; denn er haftet, durch seine weisse Farbe hinreichend gekennzeichnet, an der Scheidewand der beiden Abtheilungen. Er ist in seiner Textur so vollkommen übereinstimmend mit dem Endapparat des Vestibulums, dass man alle dort erwähnten Befunde bloß auf ihn zu übertragen braucht. Auch hier lagert zwischen dem Endapparat und dem Otolithen (*Asteriscus*) eine gefensterete Membran. Der Nervenast für diesen Endapparat zerfällt in der Scheidewand in zahlreiche Aeste, die ein schönes Bild geben. — Viel schwerer als im hinteren Theil ist es im vorderen Theil des Saccus den Endapparat aufzufinden, hauptsächlich wegen der unendlichen Zerreiblichkeit seiner mit der Hirnhaut theilweise verwachsenen Wandung. Nach meinen bisherigen Untersuchungen kann ich nur so viel behaupten, dass sich auch an Otolithen (*Sagitta*) dieser Abtheilung eine Membran findet, welcherlei Structur jedoch diese besitze, habe ich bisher noch nicht untersucht. Ausserdem gelang es mir, von der Wand ein ähnliches Netz von mit Fortsätzen versehenen Gebilden zu erhalten wie im Vorhof.

Die Reflexionen, die wir aus dem Vorhergehenden für die Schalleitung im Gehörorgan der Cyprinoiden ziehen, können wir kurz fassen. Das Labyrinth — unter dem ich Vorhof + Bogengänge verstehe — liegt bei den Cyprinoiden grösstentheils in der Schädelhöhle und nur die höch-

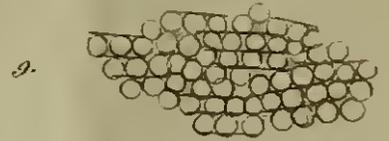
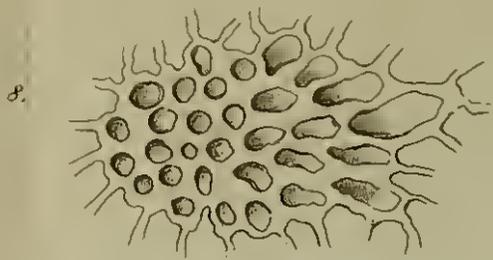
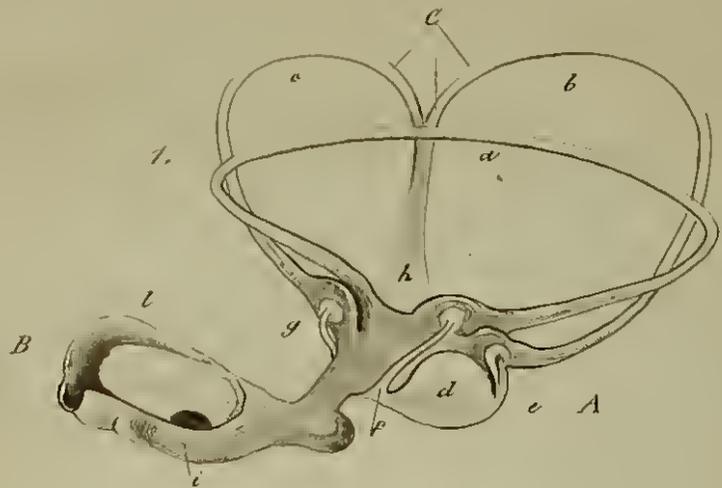
sten Partien der Bogengänge sind in ringsum geschlossene Knochencanäle gefasst. Diese höchsten Partien sind aber auch bei den Fischen die der Oberfläche des Thieres zunächst gelegenen Ohrtheile und müssen — da bei den Fischen ausser der Knochentheilung keine andere besteht — die ersten der herandringenden Schallwellen in Empfang nehmen und zwar zufolge der Lage der drei Bogengänge in jedweder Richtung. Von dem periphersten Theil jedes Bogenganges breitet sich dann der Schall durch beide zum Vestibulum führende Bogenschenkel gleichmässig fort und nachdem die Ampulle zur höchsten Stelle des Bogenganges näher liegt als dessen Einmündung, so wird die Ampulle immer früher die Impulse erhalten als der Vorhof. In den Ampullen werden die Schallwellen durch die Endkuppe aufgefangen; im Vorhof können wir noch nichts Bestimmtes darüber sagen, ob die Schallwellen von der Endolympha unmittelbar auf den Endapparat treffen oder mittelbar durch den Otolithen.

Im Saccus stemmt sich der Asteriscus so an die knöcherne Kapsel, die den Saccus umgiebt, dass der Schall hier gewiss leichter und früher vom Knochen auf den Asteriscus als auf die Endolympha übergeht. Damit will jedoch noch nicht behauptet sein, dass der Asteriscus der unmittelbare Ueberträger des Schalles auf die Nervenenden sei. Wie sich im vorderen Theile des Saccus die Schallleitung gestaltet, ist mir noch völlig unklar, obwohl es mir schien, als stosse ein kleiner Fortsatz des Asteriscus durch das ovale Loch auf die Sagitta, wodurch natürlich eine eminente Knochenleitung zu Stande käme.

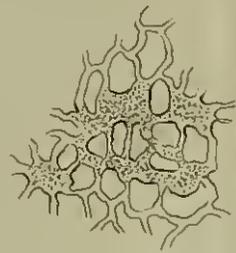
Dies sind die Resultate einer langwierigen und schwierigen Arbeit, die, wenn sie auch noch immer nicht das Ende der Nervenfasern darzulegen im Stande, doch gewiss nur gewissenhaften und genauen Untersuchungen entnommen und vielleicht nicht jedes Interesses baar sind. Bevor ich jedoch von meinem Gegenstande scheidet, kann ich nicht umhin, den hochgeschätzten Herren Professoren *Brücke* und *Jendrásik* meinen Dank zu sagen für die freundschaftliche Unterstützung, die sie mir in meinen Arbeiten angedeihen liessen.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XVII.

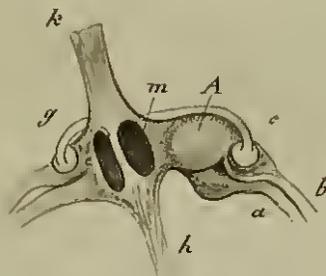
- Fig. 1. *A* Vorhof. *B* Saccus. *C* Bogengänge. *a, b, c* Aeusserer, vorderer und hinterer Bogengang. *d* Vorholnerv. *e, f, g* Ampullen-Nerven. *h* Vereinigter Ursprung des vorderen und hinteren Bogenganges. *k* Verbindungsstück zwischen Vorhof und Sack. *i, l* Vordere und hintere Abtheilung des Sackes; von letzterer ist ein Theil der Wandung und der Stein entfernt, sodass der weisse Endapparat und das ovale Loch sichtbar werden.
- Fig. 2. Der Vorhof sammt den einmündenden Bogengängen von der dem Gehirn anliegenden Seite her gesehen. An der Stelle der hinteren Einmündungen ist ein Stück der Wandung herausgeschnitten, um die Leiste zu zeigen, die sich von der nach aussen zu gelegenen Wandung des Vorhofs in das Innere desselben erhebt und den Vorhofsraum gleichsam in zwei Theile theilt. Die Buchstaben haben dieselbe Bedeutung wie in der vorhergehenden Figur; *m* ist die Leiste. Im Vorhof sieht man den Stein durchschimmern.
- Fig. 3. Eine Ampulle vom Vorhof aus gesehen. *a* Die Querleiste (*Crista acustica*), von welcher der Endapparat herabgenommen ist und die ihren dreispitzigen freien Rand zeigt. *b* Die beiden Aeste der Ampullennerven. *c* Innerer Raum der Ampulle.
- Fig. 4. Eine Ampulle der Länge nach aufgeschnitten und auseinandergelegt, sodass man von oben auf den Endapparat blickt. *a, a* Ampullenwand. *b* Die dem freien Rande der Querleiste aufliegende Zellschicht, die Endkuppe fehlt. *c* Ampullennerv. *d* Die *Steifensand'schen* *Plana semilunaria*.
- Fig. 5. Der ganze Endapparat aus der Ampulle herausgenommen. *a, a* Die der Querleiste aufliegende Schicht. *b, b* Die *Plana semilunaria Steifensand's.* *c* Die Endkuppe (*Cupula terminalis*). *d* Der lichte Saum derselben.
- Fig. 6. Ein kleines Stück eines *Steifensand'schen* Planums vom Innern der Ampulle aus (oben) betrachtet und zwar: *a* bei höchster, *b* bei tieferer Einstellung des Mikroskops.
- Fig. 7. Grosse Cylinderzellen des *Planum Steifensand's* mit ihren grossen stark lichtbrechenden Kernen.
- Fig. 8. Gefensterte Membran aus dem Vorhof.
- Fig. 9. Ein Stück des centralen Endapparates von oben gesehen. Runde Felder, zwischen welchen stark lichtbrechende Leistchen liegen.
- Fig. 10. Peripherer Theil eines Endapparates aus dem Vorhofe. Vielfach durch Fortsätze zusammenhängende Gebilde.
- Fig. 11. Reihe von Cylinderzellen aus dem Endapparate des Vorhofes. Sie führen längliche Kerne, nach unten zu erscheinen sie wie abgerissen, nach oben zu tragen sie hächenähnliche Fortsätze. Ganz nach rechts sieht man die Reste einer Zelle neben dem herausgefallenen Kern.
- Fig. 12. Das Netz, welches man sieht, wenn man den Vorhofsapparat von unten (der der Wand anliegenden Fläche) her betrachtet.
- Fig. 13. Querleiste sammt der darauf liegenden Endapparatschicht, jedoch ohne Endkuppe. *A, A* Querleiste. *B, B* Die darauf liegende Endapparatschicht. *a, a* In die Querleiste eingebettete Nervenfasern. *b* Centrales Blutgefäss. *c, c* Schicht der Cylinderzellen. Unter dieser Schicht sieht man die aus der Leiste herausgetretenen Nervenfasern zuerst ungetheilt emporsteigen; zwischen den Fasern liegen die ovalen, unbestimmt begrenzten Hohlräume.



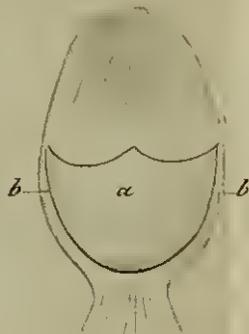
10.



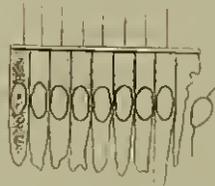
2.



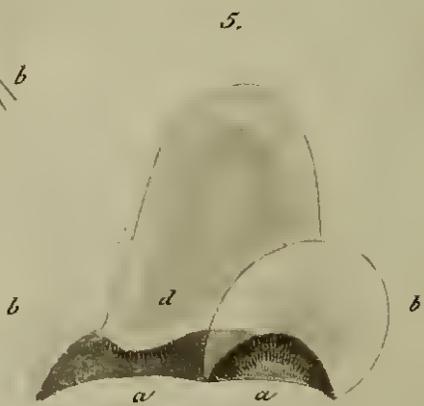
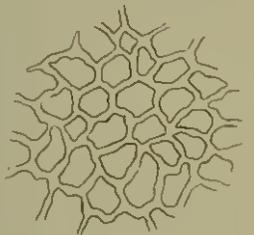
3.



11.

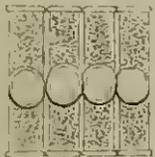


12.

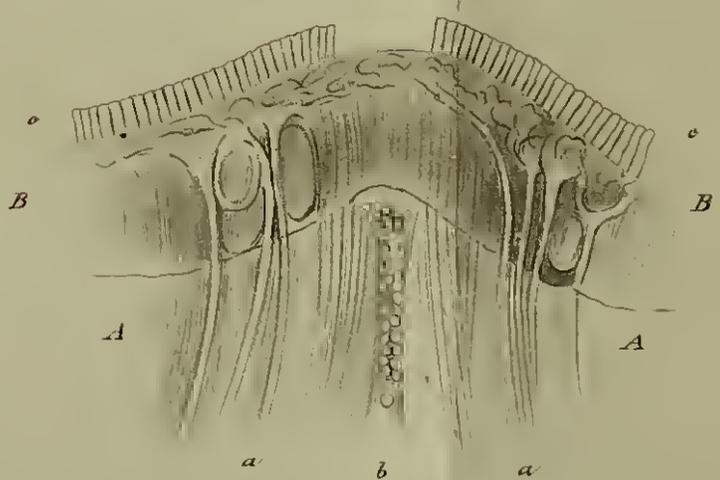
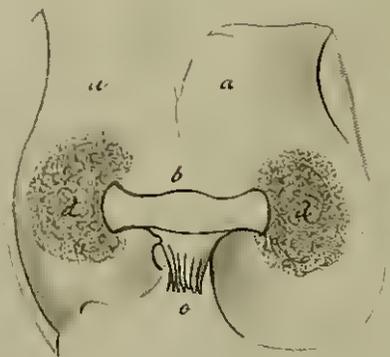
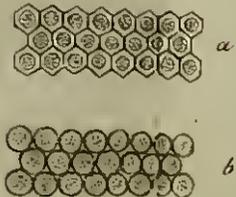


13.

7.



6.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1863

Band/Volume: [13](#)

Autor(en)/Author(s): Lang Gustav

Artikel/Article: [Das Gehörorgan der Cyprinoiden mit besonderer Berücksichtigung der Nervenendapparate. 303-315](#)