

2

ANATOMISCHE UNTERSUCHUNGEN

VON

GUSTAF RETZIUS

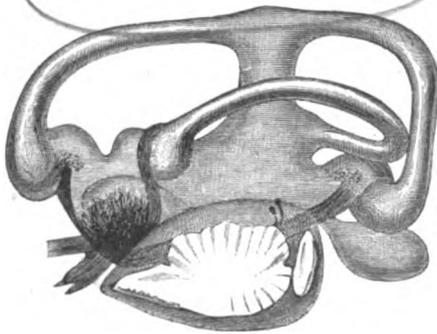
MED. DR., DOCENT DER ANATOMIE AM CAROLINISCHEN INSTITUT IN STOCKHOLM.



ERSTE LIEFERUNG.

MIT FÜNF TAFELN.

Anat. A. 1/4.



STOCKHOLM

KLEMMINGS ANTIQVARIAT

(P. NORDENSON & N. ESKILSSON).

AUSGEGEBEN IM MÄRZ 1872.

16507 c 10

ANATOMISCHE UNTERSUCHUNGEN.

ANATOMISCHE UNTERSUCHUNGEN

VON

GUSTAF RETZIUS

MED. DR. DOCENT DER ANATOMIE AM CAROLINISCHEN INSTITUT IN STOCKHOLM.

ERSTE LIEFERUNG.

Inhalt: Studien über den Bau des Gehörlabyrinthes.

Erste Abtheilung: Das Gehörlabyrinth der Knochenfische.

STOCKHOLM

KLEMMINGS ANTIQVARIAT

(F. NORDENSON & N. ENKILSSON).

MEINEM GEEHRTEN LEHRER UND FREUND

ERNST AXEL KEY

PROFESSOR DER PATHOLOGISCHEN ANATOMIE AM CAROLINISCHEN INSTITUT IN STOCKHOLM

GEWIDMET.

VORWORT.

Der Zweck dieser Arbeit, von welcher die erste Lieferung hier vorliegt, ist, in zwanglosen Heften über eine Reihe von Untersuchungen verschiedener anatomischer Gegenstände zu berichten. Ich veröffentliche sie in einer Sprache, die nicht meine Muttersprache ist, und zwar aus dem Grunde, weil derartige speciel-wissenschaftliche Untersuchungen, um etwaigen Nutzen zu bringen, ein grösseres Publicum suchen müssen, als solche im Schwedischen geschriebene Arbeiten finden würden. Ich wählte besonders die deutsche Sprache, weil die Wissenschaft der Anatomie jetzt in Deutschland am meisten cultivirt wird, und in Folge dessen die Terminologie in dieser Sprache am meisten entwickelt ist. Wenn Fehler der Sprachbehandlung in meinem Werke vorkommen, so werden sie hoffentlich dadurch entschuldigt, dass ich es in deutscher Sprache selbst geschrieben habe. Leider war es nicht möglich, hier in Schweden meine Tafeln in Kupfer gravirt zu erhalten; ich musste mich diesmal mit Crayonzeichnungen begnügen, wodurch nun allerdings die gut gezeichneten Figuren etwas verloren haben. — Es war eigentlich meine Absicht, auch ein Paar Abhandlungen über Retina dieser Lieferung beizufügen, wovon ich aber für diesmal abstehen muss.

Stockholm im November 1871.

GUSTAF RETZIUS.



Das Gehörlabyrinth der Knochenfische.

Seit Jahrhunderten ist, wie bekannt, das Studium über den Bau des Gehörorganes von den Anatomen mit besonderer Vorliebe erfasst worden. Aber erst während der letzten Decennien hat durch die Verbesserung der Untersuchungsmethoden und Mikroskope unsere Kenntniss von diesem wichtigen Sinnesorgane und besonders von der Endigungsweise der Gehörnerven wahre Riesenfortschritte gemacht. Durch die ausgezeichneten Untersuchungen von CORTI, DEITERS, BÖTTCHER, KÖLLIKER, ODENIUS, HASSE u. A. ist also der äusserst feine und interessante Bau des Gehörorganes des Menschen und der Säugethiere in vielen Beziehungen aufgeklärt worden, und die Lehre von demselben ist viel näher seiner Vollendung gebracht, als man vor einigen Jahrzehnten ahnen konnte. Schon lange hat man doch eingesehen, dass hier, wie überall in der Anatomie, nur ein umfassendes Studium der fraglichen Verhältnisse bei den übrigen Thieren zur vollständigen und sicheren Einsicht von dem Bau dieses so eingewickelten Organes führen kann. Deswegen sind auch schon in älterer Zeit weitläufige Arbeiten von solchen Forschern wie CASSERIUS, CAMPER, COMPARETTI, SCARPA u. A. dem Gehörapparat der Fische, Reptilien und Vögel gewidmet worden. In unserem Jahrhundert haben E. H. WEBER, BRESCHET und IBSEN umfassende Untersuchungen in dieser Richtung gemacht. Besonders aber durch die schönen, von einem genauen, mikroskopischen Detailstudium begleiteten Forschungen DEITERS' und HASSES über das Gehörorgan der Vögel, Reptilien und Batrachier — an welche Forschungen in letzter Zeit auch die sehr werthvolle Arbeit CLASONS über das Gehörorgan der Eidechsen sich anschliesst — hat unsere Kenntniss vom Gehörapparat dieser Thiere nicht nur einen festen und sicheren Grund erhalten, sondern ist auch in mehrfacher Hinsicht der Lehre vom Innerohr der übrigen Vertebraten voraus geeilt.

Das Gehörorgan der Fische, wenn auch mehrmals Gegenstand von Bearbeitungen, ist noch nur lückenhaft gekannt, und wesentliche Unrichtigkeiten sind gewiss in die Auffassung desselben eingeschlichen. Durch die ältesten Untersuchungen darüber, wie die von CASSERIUS, CAMPER, VICQ-D'AZYR, GEOFFROY, MONRO, SCARPA, COMPARETTI u. A. wurden zwar manche gute Beobachtungen zur Morphologie desselben gemacht¹, aber zu der Zeit konnte man doch nicht tief in die Structur desselben eindringen. Unter den genannten Forschern war indessen besonders SCARPA in seiner ausgezeichneten Arbeit »De auditu et olfactu« so weit wie es mit den damals

¹ Es ist nicht meine Absicht hier näher auf die ältere Historik einzugehen; man findet sie zum Theil in dem hier unten citirten Werke von E. H. WEBER zusammengestellt. Dagegen werde ich die spätere Litteratur etwas ausführlicher besprechen.

gekannten Methoden möglich war, vorgeschritten; ihm gebührt sogar das Verdienst die Nerven bis in die Epithellage (»Pulpa mollis») der »Septa nervea», welche er in die Ampullen sich weit hineinragen fand, gespürt zu haben: er kennt auch schon das Wesentlichste von der Configuration des Labyrinthes und scheint die meisten der Nervenausbreitungsstellen gesehen zu haben. In unserem Jahrhundert ist E. H. WEBER¹ der Erste gewesen, welcher diesem Gegenstand eingehendere Studien gewidmet hat. In seinem grossen Werke über das Gehörorgan der im Wasser lebenden Thiere hat er ziemlich genaue Beschreibungen dieses Organes bei verschiedenen Fischen geliefert und viele werthvolle Beobachtungen darüber gemacht, sowohl in Betreff der allgemeinen Morphologie desselben, als besonders einiger sehr merkwürdigen Verhältnisse, von welchen vor Allem der bei den Cyprinoiden vorkommende Zusammenhang des Hörlabyrinthes mit der Schwimmblase und der interessante, schon von einigen älteren Anatomen gesehene, vom Gehörlabyrinth nach aussen leitende Gang, der bei einigen Knorpelfischen vorkommt, erwähnt werden sollen. Unter den nächst folgenden Verfassern, welche das Gehörorgan der Fische behandeln, mag zuerst BRESCHET² genannt werden, der ein umfassendes Werk darüber geliefert, in welchem er ziemlich ausführliche Beschreibungen dieses Organes bei vielen verschiedenen Arten giebt.

Diese Arbeiten betreffen doch eigentlich nur die äussere Form und was man leicht und mit unbewaffnetem Auge oder schwacher Loupe sehen konnte; der eigentliche, feinere Bau des Labyrinthes war deswegen so gut wie unbekannt. STEIFENSAND³ suchte zwar in seiner Schrift über die Ampullen der Vertebraten die Verhältnisse derselben auch bei den Fischen näher auszuforschen, aber er scheint doch kein eigentliches Mikroskop zum Gebrauch gehabt zu haben. Deshalb betrifft seine sonst genaue Beschreibung auch nur die gröberen Verhältnisse; er bestätigte indessen die Angaben SCARPAS über das Septum nerveum (Septum transversum. STEIF.) und die Ausbreitung der Nerven in die an dessen innerem Rand befindliche Lage, welche er ein weisses, durchsichtiges Nervenmark nennt und mit einem weichen membranösen Schleim, wie die Retina des Auges, vergleicht. STEIFENSAND beschrieb ferner die Plana semilunata, und glaubte, dass die Nerven auch in diese Flächen, deren Bau er als strahlenförmig radiierend annahm, sich ausbreiten. KRIEGER⁴ schildert in seiner Arbeit über die Otolithen auch die Gehörsteine der Fische; er fand sie aus aneinander geordneten, kleinen und feinen Stäben bestehend; er glaubt noch, wie manche der älteren Anatomen, dass Nervenzweige zur Rinne der Sagitta übergehen und mit einem Netz an derselben endigen. — Uebrigens nahm man an, dass der Nervus acusticus, wie man es im Allgemeinen von den Nerven glaubte, mit Terminalschlingen endigte. LEYDIG⁵ scheint der erste gewesen zu sein, welcher sich gegen diese Anschauung aussprach; bei Rochen und Haien giebt er nämlich an, dass der Nerv nicht da mit Schlingen endigt, wo man es früher annahm, sondern dass die sehr breiten Primitivfibrillen sich nach und nach zu sehr feinen Fasern verschmälern, von welchen er aber nicht weiss, wie sie endigen. Sonst liefert er in derselben Arbeit einige Angaben über die Structur des membranösen Labyrinthes bei Rochen und Haien; er beschreibt die Grundsubstanz derselben als eine klare Binde-

¹ De aure et auditu hominis et animalium. Pars I. De aure animalium aquatiliun. Lipsiæ 1820.

² Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'ouïe des poissons. Paris 1838.

³ J. MÜLLERS Archiv 1835.

⁴ De Otolithis. Diss. inaug. Berlin 1840.

⁵ Beiträge zur mikrosk. Anat. der Rochen und Haie. 1852.

substanz, bald mehr homogen, bald mehr faserig und bei Essigsäurezusatz viele Kerne zeigend; nach aussen setzt sich diese Substanz in ein blutgefässführendes Maschennetz fort, welches das membranöse Labyrinth umgiebt; an der Innenseite trägt sie ein klares Epithel, das in der Umgebung der Nervenaustritte eine gelbliche Farbe annimmt. — MEISSNER¹ giebt an, dass die Endzweige des Nervus acusticus bei Fischen (Karpfen) in kleine Ganglienzellen ähnelnde Zellen übergehen. Auch STANNIUS² hatte bei *Pleuronectes* derartige Beobachtungen gemacht. ECKER machte die interessante Entdeckung, dass bei *Petromyzon* das Gehörlabyrinth an der Innenseite von einem flimmernden Epithel bekleidet war, von dessen Zellen aber jede nur ein einziges, sehr langes, an der Wurzel gablig getheiltes Haar trug, und dieses Haar sah er nach Behandlung mit Chromsäure und Natron in steife Fasern zerfallen.

In seinem Lehrbuch der Histologie³ theilte LEYDIG, unter anderen für die Kenntniss vom Gehörlabyrinth neuen und werthvollen Angaben, auch einige über dieses Organ bei den Fischen mit. Am Nervenvorsprung der Ampullen fand er eine besondere Haut gleich einer Kapuze, die aus dunkelkörnigem Epithel besteht, und an Chromsäurepreparaten sah er, dass diese Zellen an ihrer freien Seite in einen kammartigen Fortsatz ausliefen, der im Profil wie ein Faden sich ausnahm. An der Ampulle eines Aales sah er (und bildet ab) das Epithel zunächst der Nervenendigung in lange haarähnliche Fortsätze ausgehen, gleichsam in kolossale Wimpern, in dem je eine Zelle sich in ein Haar fortsetzte. Mit Hinsicht auf die eigentlichen Nervenendigungen, sagt er, enden die Primitivfasern, »blass geworden, in einer kleinzelligen Masse, und ich meine gesehen zu haben, dass die Fasern, was schon R. WAGNER und MEISSNER für die Fische angeben, eine der kleinen Zellen als Ganglienkugel aufnehmen, aber sie scheinen auch noch darüber hinaus in eine feine Spitze auszulaufen«. »Mir scheint«, sagt er ferner, »dass noch jenseits der terminalen Ganglienkugel ein faseriger Ausläufer vorhanden sei.«

REICH⁴ machte Beobachtungen über die Endigungsweise des Gehörnerven am *Petromyzon*. Er unterscheidet im Labyrinth dieses Thieres drei Arten von Epithelzellen, nämlich Pflasterzellen, Flimmerzellen und Cylinderzellen. Die letzteren sollen in einfacher Lage als auf beiden Seiten abgestutzte Zellen die »vorspringenden Falten des Vestibulum und der Ampullen« bekleiden und zwischen sich die Nervenendigungen aufnehmen. Jede Nervenprimitivfaser zeigt, ehe sie das Bindegewebe verlässt, eine kernhaltige, spindelförmige Anschwellung und eine zweite gleich nach dem Austritt aus dem Bindegewebe zwischen den Basen der Epithelzellen, steigt dann zwischen den Cylinderzellen auf, um als feiner Faden endlich über die freie Fläche des Epithels hinauszuragen und hier eine dritte kernhaltige Anschwellung zu bilden, welche sich schliesslich noch in ein feinzugespitztes Fädchen fortsetzt.

Im folgenden Jahre veröffentlichte MAX SCHULTZE seine wichtige Abhandlung über die Endigungsweise des Hörnerven im Labyrinth⁵, besonders der Fische, welche Arbeit auch zu neuen Forschungen über diesen Gegenstand im Allgemeinen Anregung gab. Er untersuchte das Gehörorgan der Rochen und Haie so wie auch des Hechtes. In die Nervenaustritte der Ampullen, welche er »*Cristæ acusticæ*« benannte, sah er die Nerven, kurz ehe sie die Grenze des Bindegewebes

¹ R. WAGNER's Neurol. Untersuchungen. Göttinger Nachrichten 1853.

² Handbuch der Zootomie, zweite Auflage.

³ Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. 1857, p. 267 u. f.

⁴ ECKERS *Icones Ichthyologicae* 1857, welche Arbeit ich aber nur durch Referaten kenne.

⁵ J. MÜLLERS Archiv 1858.

erreichen, ihr Mark verlieren und sich bis auf den Axencylinder verschmälern; den Axencylinder sah er danach nackt in den Epithelüberzug eindringen und sich mehrfach in feine Aestchen theilen. In dem mehrschichtigen Epithel beschreibt er drei Arten von Zellen nämlich die *Cylinderzellen*, die *Basalzellen*, — welche beide er als mehr indifferente Elemente betrachtet — und die *Fadenzellen*, welche letztere, an Zahl die Anderen bei weitem überwiegend, mit zwei feinen Fortsätzen, einem centralen und einem periferischen, versehen waren und nach ihrer Gestalt und Anordnung grosse Aehnlichkeit mit den Riechzellen der Regio olfactoria zeigten, warum er sie auch am ehesten für die Nervenendigungen halten wollte, um so mehr, da er sie, wenn auch nicht in Zusammenhang, doch in inniger Berührung mit den Nerven fand. Ueber diesem Epithel sah er einen Wald von langen, feinen, steifen, spitz auslaufenden, nicht wimpernden Haaren stehen; einen Zusammenhang derselben mit den genannten Zellen des Epithelialüberzugs konnte er nicht finden, dagegen sah er bei Wasserzusatz das Haar in einen vorher nicht sichtbaren, zwischen den übrigen Elementen eingebetteten, stark lichtbrechenden, wurstförmigen, später birnförmig werdenden, kernlosen Körper von zweifelhafter Natur übergehen. In der Nervenaustrittsstelle der Otolithensäcke fand er dasselbe Verhalten der Nerven und dieselben drei Arten von Zellen; die Härchen sah er aber hier entweder fehlend oder zweifelhaft, wie beim Hecht, oder auch nur an einigen wenigen, ganz beschränkten Stellen vorhanden, wie es bei der *Raja clavata* der Fall war. Eine eigenthümliche Art von Cylinderzellen mit sternförmigem Querschnitt beschreibt er auch in der Nähe der Nervenaustrittsstellen.

Einige Jahre später theilte F. E. SCHULZE¹ einige Beobachtungen mit, die er über die Hörnervenendigungen an jungen Exemplaren von *Gobius* gemacht hatte; er giebt nämlich an, dass er hier den directen Zusammenhang der in die *Crista acustica* eintretenden Nerven mit den von MAX SCHULTZE beschriebenen Haaren gesehen hätte; die bis an das Epithel zu verfolgenden Nerven theilen sich hier in marklose, dünnere, zwischen den Epithelzellen laufende Fasern, »welche sich leicht durch das Epithel hindurch bis in die Haare verfolgen lassen«. Die Haare hat er sonst auch bei jungen Barschen gesehen. Dagegen bestreitet HARTMANN² das Eindringen der Nerven in das Epithel, das Nacktwerden der Axencylinder und die Theilung derselben; er beschreibt die Nervenendigung als Schlingenbildung in der oberflächlichen Lage der bindegewebigen *Crista* (*Septa*). Dasselbe Verhalten giebt er auch für die Otolithensäcke an. Die Nervenaustrittsstellen fand er an der Innenseite von einschichtigem Cylinderepithel bekleidet, und einzelne dieser Cylinderzellen, die zwischen den anderen einfachen lagen, trugen borstenähnliche Haare.

Kurz nachher giebt LANG³ eine sehr werthvolle Beschreibung vom Gehörorgan der *Cyprioiden*. In einiger Hinsicht scheint er indessen etwas zu skeptisch gewesen zu sein; so bestreitet er nicht nur die von WEBER geschilderte Communication des Labyrinthes mit dem *Sinus impar*, sondern auch die Communication des *Utriculus* mit dem *Sacculus*; ferner bestreitet er auch die Existenz der Hörhaare an den *Crista acustica*, in dem er glaubt, dass sie nur Ueberreste einer von ihm gefundenen, die *Ampulleneristen* bedeckenden, längsstreifigen, membranösen Kuppel, die von ihm sog. *Cupula terminalis*, seien. Diese Bildung zusammen mit dem Nervenepithel der *Crista* und den *Plana semilunata* macht den von LANG s. o. Endapparat aus. In den *Plana semilunata* konnte er keinen Zusammenhang zwischen den Cylinderzellen und dem Nerven entdecken, so

¹ REICHERTS und DU BOIS-REYMONDS Archiv 1862.

² REICHERTS und DU BOIS-REYMONDS Archiv 1862.

³ Zeitschrift f. wissensch. Zoologie 1863.

wahrscheinlich er einen solchen auch in gewisser Hinsicht fand. Im Cristaepithel sah er an der Oberfläche eine Lage von Cylinderzellen und darunter ziemlich grosse, runde, ovale oder biscuitförmige Hohlräume und die aus der Crista ausgetretenen Axencylinder, deren Contouren plötzlich aufhörten — er konnte aber nicht entscheiden, ob dies Folge einer Verästelung war oder nicht. Im Vestibulum (Utriculus) sah er eine gefensterete Membran unter dem Otolithen und im Nervenepithel haartragende Cylinderzellen; im Sacculus sah er dieselben Verhältnisse an der Nervenaustrittsstelle, wo der Asteriscus sich befindet, an der anderen fand er auch eine Membran, aber kennt nicht ihre Structur und auch nicht die des Nervenepithels. Er hat ferner das Verbindungsloch zwischen dem Asteriscussack und dem Sagittasack gesehen.

Ueber die gröberen Verhältnisse des Gehörorganes der Fische hat HASSE¹ eine werthvolle Abhandlung mitgetheilt. Auf die Arbeiten von SCARPA, WEBER und BRESCHET, aber auch auf eigene Untersuchungen sich stützend vergleicht er die einzelnen Theile des membranösen Labyrinthes mit denen der übrigen Wirbelthiere, findet die Communications-Oeffnung zwischen dem Utriculus und dem Sacculus und erkennt auf sicheren Gründen am hinteren Umfang des Sacculus das Rudiment der Schnecke (die Lagena); er sagt aber ganz bestimmt, dass jede andere Schneckenabtheilung den Fischen abgeht.

Die Entdeckung LANGS, die Cupula terminalis betreffend, wurde von einigen bezweifelt². In den letzten Jahren hat jedoch Hasse³ diese Bildung bestätigt. Er beschreibt sie als eine schalenförmige Membran, die rings um die Crista am angrenzenden Epithel angeheftet ist, und in deren Concavität die langen, feinen Hörhaare stehen; die Spitzen der Hörhaare sollen in feine blind geschlossene Canäle an der Unterfläche der Membran stechen. Sonst ist die Membran vollkommen structurlos und nicht, wie LANG sagt, aus sehr feinen, aufrechten Fäden zusammengesetzt; sie ist am dicksten an der höchsten Erhebung der Crista und des Nervenepithels, an den Seiten dagegen, an der Grenze des Epithels, stellt sie eine ausserordentlich dünne Lamelle dar. HASSE giebt auch einige kurze Nachrichten über die Form der Crista acustica und einige Andeutungen über die Structur des Nervenepithels.

Die letzten, mir bekannten Angaben über das Gehörlabyrinth der Fische sind die von RÜDINGER⁴. Er beschreibt ungefähr in Uebereinstimmung mit MAX SCHULTZE im Nervenepithel Cylinderzellen (Stützzellen) und Spindelzellen (Faden- oder Stäbchenzellen); die ersteren sind ohne Fortsätze, gelblich pigmentirt und den Zellen der *Plana semilunata* ähnlich. Die Fadenzellen sind von spindelförmiger Gestalt mit einem langen Ausläufer nach dem Centrum und einem stäbchenförmigen nach der Peripherie; diese Zellen sind die haartragenden, und in das Innere derselben sah RÜDINGER einen dunklen Streifen vom Kern nach dem Hörhaare gehen. Die Existenz solcher Zellen, wie der Basalzellen SCHULTZES, blieb ihm zweifelhaft, er konnte sie nicht sehen. Von den Nerven, die nach ihm schon vor ihrem Austritt in das Epithel sich verzweigen sollen, giebt er an, dass sie »vielfache Anastomosen« mit zahlreichen Ganglienzellen-ähnlichen Anschwellungen an den Knotenpunkten bilden. Die Cupula terminalis scheint er gesehen zu haben, aber er

¹ Diese Abhandlung, welche ich erst in der spätesten Zeit (im Strickerschen Handbuche) citirt fand, und welche ich daher nicht früher, als während der Publication meiner Arbeit kannte, findet sich in den Verhandl. der Physical-Medic. Gesellschaft in Würzburg, Neue Folge, 1 Bd. 2 Heft 1868.

² KÖLLIKER glaubt in der 4:ten Auflage seiner Gewebelehre, dass sie aus verklebten Hörhaaren besteht.

³ Anatomische Studien, 1:stes Heft 1870.

⁴ Beiträge zur Histologie des Gehörorganes. München 1870.

glaubt, dass sie nur aus mit einander verklebten Hörhaaren bestehe. In die *Plana semilunata* scheint er auch Nervenendigungen zu verlegen. Seine Angaben sind doch im Allgemeinen nicht ganz klar und die Verhältnisse der verschiedenen Thiere nicht einzeln für sich beschrieben¹.

Dies ist ungefähr die Summe unseres Wissens von dem Gehörlabyrinth der Fische. Zwar haben wir mehrere Beschreibungen davon, mit sowohl übereinstimmenden als entgegengesetzten Angaben, und merkwürdig genug hat man die Befunde der Untersuchungen mit den Verhältnissen bei den anderen Wirbelthieren ohne Schwierigkeit zusammengestellt, aber in der Auffassung und den Beschreibungen des Fischlabyrinthes der Verfasser sind doch gewiss wesentliche Unrichtigkeiten und Lücken vorhanden, besonders in Betreff der feineren Strukturverhältnisse. Um den Bau des Fischlabyrinthes recht zu verstehen, ist es indessen ganz nothwendig, auch die übrigen Wirbelthierclassen ohne Vorurtheil in dieser Hinsicht vergleichend zu studiren. Eine solche Serie von Untersuchungen habe ich zu unternehmen versucht und meine Befunde besonders in Betreff der *Maculæ* und *Cristæ acusticæ* schon an einem anderen Ort in aller Kürze dargestellt². Aus diesem kleinen Bericht erlaube ich mir hier in deutscher Sprache folgendes wörtlich mitzutheilen:

»Der Bau der fraglichen Theile ist bei allen Wirbelthierclassen im Wesentlichen sehr übereinstimmend. Beim Menschen gehen, wie ODENIUS gezeigt, die Nervenfasern ohne sich zu theilen zur inneren Fläche der bindegewebigen Lage und dringen dann nach Verlust der Myelinscheide in die Epithellage hinein; da findet man sie oft, wie ODENIUS sie auch angiebt, zweigetheilt; einigemal habe ich eine wiederholte Zweitheilung und einmal eine Vierteilung gesehen, aber nie ein anastomosirendes Netz, mit Ganglienzellen ähnlichen Knotenpunkten, wie es RÜDINGER angegeben. Im Epithel, das einlagrig ist, hat ODENIUS zweierlei Elemente beschrieben: die eigentlichen Epithelzellen und haarführende, schmale, spindelförmige Zellen. Die Form der ersteren, der eigentlichen Epithelzellen, habe ich mit der Beschreibung ODENIUS' übereinstimmend gefunden: sie haben am öftesten ihren Kern dicht an der Fläche der bindegewebigen Lage sitzend, an welcher die Zellen mit einer gewöhnlich kegelförmigen Basis befestigt sind; zuweilen befindet sich der Kern doch etwas höher, in welchem Falle die Zelle Spindelform zeigt (die Fadenzellen M. SCHULTZES); gleich über diesem Kern verschmälern sich die Zellen sehr, oft beinahe fadenförmig, um der Anschwellung der anderen Zellen Platz zu geben, dann erweitern sie sich wieder gegen ihr freies Ende trichterförmig, haben hier beim erwachsenen Menschen eine Anzahl Pigmentkörnchen, sind aber nie mit Hörhaaren oder anderen derartigen Bildungen versehen; sie hängen innig mit den umgebenden Zellen zusammen und sind darum schwer zu isoliren. Die andere Art der Zellen dagegen, von welchen ODENIUS vermuthet, dass sie die Endorgane der Nerven bilden, deren directen Zusammenhang mit Nerven er aber nie gesehen, ist mir sowohl an

¹ Nachdem diese Arbeit schon zur Publicirung fertig war (in der Mitte Novembers) erhielt ich die fünfte Lieferung von STRICKERS Handbuch der Lehre von den Geweben. Die Darstellung, welche RÜDINGER hier vom häutigen Labyrinth gegeben hat, stimmt, auch in Betreff der Verhältnisse bei den Fischen, so vollkommen mit seinen vorigen Angaben überein, dass ich dieselbe nicht noch einmal zu wiederholen brauche. Eine eingehende Kritik dieser Darstellung wäre gewiss sehr wünschenswerth, besonders weil diese sich in einem sehr gelesenen Handbuch befindet, doch ist hier nicht der richtige Ort dazu; es würde nämlich dabei nothwendig, auch auf die anderen Thierclassen einzugehen. Was die Fische anlangt, habe ich mich schon am Ende dieser Arbeit kurz über seine Angaben geäußert, und über diejenigen, welche die höheren Thiere betreffen, werde ich mich an einer anderen Gelegenheit aussprechen.

² Nordiskt Medicinskt Arkiv 3 Bd., 3 Heft. Om hörselnervens ändningssätt i maculæ och cristæ acusticæ. (September 1871).

Osmiumsäure- als Chromsäurepreparaten ganz isolirt in unzweideutiger Verbindung mit den aus der Bindegewebslage ausgetretenen Nervenfasern, und dies ohne andere verbindende Elemente, zu finden gelungen. In Betreff ihrer Form sind diese Zellen eigentlich nicht spindelförmig und auch nicht so schmal, sondern zeigen dieselbe Flaschen- oder Kolbenform, wie bei den anderen Vertebraten, haben in der Nähe der Vereinigung mit den Nervenfasern constant einen ziemlich grossen, runden, etwas ovalen Kern, darüber einen etwas schmälern Hals, der bei erwachsenen Menschen mit braungelben Pigmentkörnchen versehen ist, und zum Abschluss eine flache, runde Fläche, welche, da sie gewöhnlich von der Kante gesehen wird, das Licht stark bricht und dadurch irrthümlich für eine besondere Bildung gehalten werden könnte. Von dieser Fläche steigt das Hörhaar auf; dies ist nicht, wie man bisher annahm, homogen, sondern immer aus einer Anzahl (ungefähr 10—15 oder vielleicht mehreren) sehr feinen, gleich breiten und, wie es scheint, cylindrischen, geraden Fäden oder Stäben, welche in der Längenrichtung des Haares zu einem flachen oder vielleicht von einer Seite zur anderen etwas gebogenen Bande in einer Reihe dicht bei einander geordnet sind; von der Kante gesehen ist daher das Hörhaar auch an seiner Wurzel sehr schmal, von der Fläche dagegen viel breiter. Mit seiner bandähnlichen Wurzel theilt das Hörhaar die freie, runde Fläche der Hörzelle in zwei halbzirkelförmige Hälften; die Zusammensetzung des Haares aus Fäden wird nach unten bis zu dieser Fläche der Hörzelle beobachtet. Eine Fortsetzung dieser Fäden aber innerhalb der Zelle habe ich nie sehen können. Uebrigens bekommt man die Hörhaare, besonders nach Erhärtung in Osmiumsäure nur sehr selten unbeschädigt; sie zerfallen nämlich äusserst leicht in die genannten Fäden, und diese werden überdies gewöhnlich bei der Preparation in verschiedener Länge zerbrochen; man findet daher sehr oft die flaschenförmigen »Hörzellen« mit einem an der oberen Fläche sitzenden Büschel feiner Fäden von verschiedener Länge, und derartige Zellen können Cilienzellen sehr ähnlich sein. Wie die Fäden sich gegen das freie, zugespitzte Ende der Haare verhalten, habe ich, wegen der grossen Zerbrechlichkeit der Spitzen, nicht erforschen können. Die Hörzellen sind im frischen Zustand sehr lichtbrechend, etwas gelblich glänzend, von beinahe homogenem Aussehen; nach Erhärtung, besonders in Osmiumsäure, zeigen sie sich reichlich körnig. Eine anderweitige Bildung im Innern derselben habe ich nie gesehen. Dies ist, kurz gefasst, das Verhalten sowohl an den Maculae, als an den Cristae acusticae beim Menschen.

Beim Hunde und Kaninchen ist das Verhalten so gleichartig, dass ich auf eine Schilderung davon hier nicht eingehen will; auch bei ihnen bestehen die Hörhaare aus einer Anzahl feiner, an einander gereihten Fäden, welche sich leicht von einander trennen, und die Hörzellen hängen auch hier unmittelbar mit den Nervenendigungen zusammen. Der Darstellung HASSES von dem Verhalten bei Vögeln und Batrachiern kann ich beifügen, dass auch bei ihnen die Haare der Hörzellen aus aneinander geordneten Fäden bestehen (so auch die Hörhaare der Vogelschnecke¹).

¹ »Betreffs der Säugethierschnecke, habe ich noch nicht Gelegenheit gehabt, hinreichende Untersuchungen den Hörzellen ihres Cortischen Organes zu widmen. Es scheint mir indessen keinem Zweifel zu unterliegen, dass die schon lange in demselben bekannten haarführenden Zellen von der genauesten Uebereinstimmung mit den Hörzellen des übrigen Labyrinthes sind. Auch die Haare dieser Zellen in der Säugethierschnecke sind deutlich ziemlich lange, gewöhnlich aber durch die Preparation zerbrochene, bandartige Bildungen, welche aus feinen, von einander leicht trennbaren Fäden oder Stäben zusammengesetzt sind; die Zellen selbst, an welchen die Haare befestigt sind, haben eine Form, die mit der Form der Hörzellen in den Maculae und Cristae acusticae beinahe übereinstimmt. Was aber die zwischen diesen Zellen befindliche Zellen (die Deiters'schen Zellen, BÖTTCHERS äussere aufsteigende Hörzellen) betrifft, so entsprechen sie mit aller Wahrscheinlichkeit den eigentlichen Epithelzellen der Maculae und Cristae acusticae, und sind gewiss keine wirkliche »Hörzellen«; ihre Form und

Die Hörzellen und die eigentlichen Epithelzellen sind denen des Menschen sehr ähnlich. Dass die Nerven im Utriculus der Vögel bei ihrem Austritt aus der Knorpellage sich in feine Primitivfasern (HASSE) auflösen, habe ich nie gesehen, wohl aber, dass sie nach dem Eintritt ins Epithel sich in zwei, ziemlich grobe, in spitzigem Winkel abgehende Zweige theilen. — Bei der Natter ist das Verhalten übereinstimmend. — Was endlich die Fische betrifft, so hat MAX SCHULTZE in seiner bekannten Abhandlung über das Gehörorgan dieser Thiere drei Arten von Zellen in der Epithellage, sowohl der Ampullen als der Otolithensäcke geschildert, nämlich Cylinderepithelzellen, Basalzellen und Fadenzellen (mit feinen Fadenausläufern); die letztgenannten schienen ihm aus mehreren Gründen am ehesten Nervenendigungen zu sein; das Verhalten der Hörhaare zu den verschiedenen Zellen gelang ihm, der noch nicht die Osmiumsäure zur Verfügung hatte, nicht zu erforschen. Ich habe constant die Hörhaare den Cylinderepithelzellen MAX SCHULTZES zugehörend gefunden, und sind diese Zellen ohne jeden Zweifel den flaschenförmigen Hörzellen der übrigen Vertebraten entsprechend: ihre Form ist dabei auch ziemlich übereinstimmend, und ich habe sie zu wiederholten Malen im isolirten Zustand mit unzweideutigen, zweigetheilten, wenn auch vom Stammnerven abgerissenen Nervenfasern zusammenhängend gefunden; diese Zellen werden übrigens so äusserst leicht beim Uebergang in die Nervenfasern abgebrochen, dass die Darstellung des Zusammenhanges eine äusserst geduldprüfende Arbeit ist. Die Hörhaare sind auch hier sowohl in den Ampullen als in den s. g. Otolithensäcken¹ wie bei den übrigen Vertebraten aus feinen Fäden zusammengesetzt, und kommen constant auch an allen Hörzellen der Otolithensäcke vor, obwohl sie am öftesten in der Nähe seiner Basis abgebrochen werden. Die Basal- und Fadenzellen MAX SCHULTZES entsprechen dagegen den eigentlichen, »indifferenten« Epithelzellen der anderen Vertebraten und sind denselben auch gar ähnlich, sind aber etwas feiner. Was die Nerven betrifft, so zeigen die von mir untersuchten Fische das merkwürdige Verhältniss, dass sie ihre Myelinscheide eine lange Strecke in die Epithellage behalten und gewöhnlich mit derselben ungefähr bis zur Mitte der Dicke dieser Lage verlaufen: sie biegen sich dann in einer Schlinge um und gehen oft noch eine Strecke in einer, mit der Fläche der Epithellage ziemlich parallelen Richtung, ehe sie die Myelinscheide verlieren und sich theilen, um in ihre Endorgane überzugehen».

Von diesen meinen Untersuchungen wird hier die Abtheilung, welche die Fische behandelt, zuerst veröffentlicht: es ist aber meine Absicht, so bald wie möglich auch meine Studien über das Gehörlabyrinth der übrigen Wirbelthiere mitzutheilen. Was die Fische betrifft, so kann ich nur beklagen, dass ich anderen zwingenden Arbeiten zufolge dies Mal nur auf die Knochentische

Anordnung entsprechen in hohem Grade den der erwähnten Epithelzellen. — Alles zusammengenommen, bekommt man folglich, merkwürdig genug, überall wo der Gehörnerv endigt und in allen Classen der Wirbelthiere, von dem Menschen bis zu den Fischen hinab, die grösste Uebereinstimmung der Endorgane dieses Nerven, überall eine zwischen eigentlichen Epithelzellen von gleichartiger Form befindliche Art von mehr oder weniger flaschenförmigen Hörzellen, welche an ihrer freien Fläche immer sog. Hörhaare tragen, und diese Hörhaare sind überall bandartig abgeplattete Bildungen, zusammengesetzt aus einer Anzahl feiner Stäbe oder Fäden, in welche sie bei der Preparation leicht zerfallen.»

¹ »Die Fische (Hecht, Barsch), deren Gehörlabyrinth in Hinsicht des Baues sehr wenig bekannt ist, obwohl es Gegenstand mehrerer Bearbeitungen geworden ist, haben ausser den drei *Cristæ acusticæ* der drei Ampullen, eine *Macula acustica* im Utriculus, eine *Macula acustica* im Sacculus und am Wenigsten zwei der Schnecke entsprechende Nervenaustritte von derselben Structur, die oben geschildert wurde. *Nervus vestibularis* sendet Zweige zu den Ampullen der sagittalen und horizontalen Bogengänge und zur *Macula utriculi*; *Nervus cochlearis* zu der Ampulle des frontalen Bogenganges, zur *Macula sacculi* und zu den »*Maculæ*« der Schnecke. In den *Plana semilunata* der Ampullen giebt es keine Nervenendigungen.»

meine Studien beschränken muss, hoffe aber ein anderes Mal den übrigen Ordnungen der Fische Untersuchungen widmen zu können.

Diejenigen Fische, deren Gehörlabyrinth ich bis jetzt näher studirt habe, sind: *Esox Lucius*, *Percu fluviatilis*, *Pleuronectes Flesus*, *Muraena Anguilla*, *Abramis Brama*, *Gadus Morrhua* und *Coregonus Oxyrhynchus*. Da es des Raumes wegen nicht möglich war, das Gehörorgan aller dieser ausführlich zu beschreiben, habe ich den Hecht zur eingehenderen mehr detaillirten Schilderung ausgewählt; den übrigen widme ich nur eine gedrängtere Beschreibung; die der zwei letzt genannten, (*Gadus Morrhua* und *Coregonus Oxyrhynchus*), muss ich sogar, der Schwierigkeit wegen, Tafeln jetzt zu erhalten, diesmal weglassen und will nur mit einigen Worten ihre Labyrinth besprechen. Dass ich in einem Theil der Fragen nicht zu einem ganz befriedigenden Resultat gelangt, liegt in der Natur der Sache und wird wohl von denen, welche die Schwierigkeiten derartiger Untersuchungen kennen, entschuldigt, um so mehr, als ich für jetzt diese Arbeiten abbrechen muss. — In Betreff der Methoden, die ich bei den Untersuchungen gebraucht habe, kann ich mich ziemlich kurz fassen. Die der Länge nach vertical durchschnittenen, von lebendigen Fischen genommenen Köpfe wurden theils in chromsaures Kali (oder chroms. Ammoniak), theils in Weingeist (Alkohol), theils und vorzüglich in Osmiumsäure eingelegt. Für das Studium der feineren Verhältnisse ist die Osmiumsäure ausgezeichnet. Versucht man aber das Labyrinth erst auszuprepariren um es dann in die Osmiumsäure einzulegen, so schrumpft es der Art zusammen, dass man keinen klaren Einblick betreffs seiner Formverhältnisse bekommt. Ich zog daher gewöhnlich nur die äussere Haut, die Muskeln und das Gehirn vom halbirtten Kopfe ab, liess aber die Hirnhaut und die das Labyrinth umgebenden Knochen unbeschädigt und brachte es so in die Säure: es wird dazu nicht wenig Säure nöthig, man wird aber durch ein weit schöneres und sicheres Preparat belohnt. Nach einer Stunde kann man dann das Labyrinth ausprepariren und in Wasser legen, und es erhält sich so ganz gut für lange Zeit. Bei einigen Fischen (dem Barsch, den Cyprinoiden u. A.) giebt es für diese Behandlung zu viel Fett im perilymphatischen Gewebe: man kann diese erst in chromsaurem Kali einige Stunden o. m. erhärten, um dann die auspreparirten Labyrinth in Osmiumsäure zu legen — eine Preparationsmethode, deren ich mich in mehrerer Hinsicht mit Vortheil bedient habe. Für das Studium der Epithelhäute in ihrem Zusammenhang schien mir das chromsaure Kali (Müllersche Lösung u. s. w.) besser, als die Osmiumsäure, weil durch das letztere Reagens die Epithelzellen leichter sich von einander trennen; auch für die Cupula terminalis und die Otolithenmembranen ist das chromsaure Kali geeigneter. Goldchlorid ist auch für alle diese Untersuchungen recht anwendbar. Für das Studium der Elemente des Nervenepithels und der Nerven steht doch die Osmiumsäure oben an. Vom Silberreagens habe ich hier wenig Nutzen gehabt. Als Färbungsmittel habe ich am meisten Rosanilin angewandt und davon sehr viel Vortheil gehabt. Injectionen von Berlinerblau sowohl in das perilymphatische Gewebe als ins membranöse Labyrinth habe ich mehrmals gemacht u. s. w. Die Preparirschere von STILLE hat sich für das feinere Schnittmachen ganz besonders vorthellhaft erwiesen.

Das Gehörorgan des Hechtes (*Esox Lucius L.*).

Das Gehörorgan des Hechtes, welches schon mehrmals Gegenstand von Untersuchungen, besonders der älteren Anatomen, wie CASSERIUS, GEOFFROY, CAMPER, VICQ-D'AZYR, SCARPA, HUSCHKE, u. A., war, hat wie im Allgemeinen bei den Knochenfischen seine Lage im Inneren der Schädelhöhle an beiden Seiten des Gehirns und ist von diesen nur durch membranöse Theile, nicht durch Knochen oder Knorpel getrennt. Diese membranöse Scheidewand, welche dem Gehirn zunächst aus der Dura mater selbst gebildet wird, trennt indessen bis auf die Löcher oder Canäle der durchtretenden Nerven den central liegenden Gehirnraum von den beiden Seitenräumen, in welchen das rechte und linke membranöse Hörlabyrinth Platz haben, vollständig ab. Diejenige Wand, welche nach aussen das membranöse Labyrinth umgiebt, also die äussere Schädelwand, besitzt beim Hecht, wie bei den Knochenfischen im Allgemeinen, kein dem Labyrinth zugehöriges, die Wand nach aussen durchbohrendes Loch oder Canal — keinen »Meatus auditorius externus«, da wie bekannt bei diesen Thieren eine solche directe Communication mit äusseren Medien nicht vorhanden ist. An ihrer Innenseite zeigt sie aber grössere und kleinere Gruben, wie auch Mündungen einiger in die Wand selbst verlaufender Gänge, in welchen die Theile des membranösen Labyrinthes liegen. Für eine vollständige Auffassung dieser, das membranöse Labyrinth theilweise umgebenden Wand — das Homologon des »Labyrinthus osseus« der höheren Thiere — wäre zwar eine Darstellung des Schädels im Allgemeinen vortheilhaft. Da indessen HUXLEY in seiner ausgezeichneten Arbeit über den Bau des Wirbelthierschädels¹ unter den Fischen eben den Hecht als Typus gewählt, und also schon eine übersichtliche, wenn auch nur kurzgefasste Schilderung der Theile des Hechtschädels geliefert hat, so kann ich auf seine Darstellung hinweisen und will hier nur versuchen eine etwas ausführlichere Beschreibung der Theile des Schädels zu geben, welche das membranöse Labyrinth begrenzen und demselben zugehören, hierbei indessen dem Leitfaden folgend, welchen HUXLEY eben mit Hinsicht auf die Auffassung der Homologie dieser Theile auf eine so geistreiche Weise gegeben hat.

In die Zusammensetzung desjenigen Schädeltheils, welcher das membranöse Hörlabyrinth begrenzt, gehen beim Hecht, wie bei manchen der niederen Wirbelthiere sowohl Knochen als Knorpel ein. Der letztere, welcher bei diesen Thieren ein das ganze Leben hindurch bleibender Rest des sonst nur embryonalen Primordialschädels bildet, findet sich immer am Schädel des erwachsenen Hechtes in bedeutender Ausdehnung vor, und kann hier fortwährend als das Gerüst, in welchem die verknöcherten Theile liegen, betrachtet werden; dieses Knorpelgerüst bildet also zwischen mehreren der Knochen breite Fugen. Von den Knochen, die das membranöse Labyrinth umgeben und ihm angehören, sind zwei unpaarig, *Occipitale basilare* (Basioccipitale) und *Occipitale superius* (Supraoccipitale), vier dagegen paarig, *Occipitale laterale* (Exoccipitale), *Prooticum*, *Epioticum* und *Squamosum*.

Der erstgenannte unpaarige Knochen, *Occipitale basilare* (T. I F. 4, 5, 6, 7, 8 ob), das eigentliche »Grundbein« des Schädels und die unzweideutigste Fortsetzung der Wirbelsäule in demselben, besitzt

¹ Lectures on the Elements of comparative Anatomy. London 1864.

eine Form, die derjenigen der Wirbel sehr ähnlich ist; er hat eine hintere, conisch concavirte Fläche von demselben Aussehen wie die des ersten Wirbels, mit welchem er articulirt; eine vordere ebenfalls conische, aber tiefer concave Fläche, welche den hinteren Theil der Augenmuskelrinne bildet; eine untere von einer Seite zur anderen schwach convexe Fläche, an welcher der hintere Theil des Os parasphenoideum (T. I F. 4, 5 *ps*) inserirt ist; eine obere, von einer Seite zur anderen schwach concave Fläche, welche den hintern Theil des Bodens der Schädelhöhle und die untere Begrenzung des Foramen occipitale (F. 4, 5, 6 *cv*) bildet, und zwei Seitenflächen; die obere etwas grössere, scharf begrenzte Hälfte dieser letzteren ist beiderseits durch eine quere Firste in zwei Theile getrennt, einen hinteren, tief concaven, an welchem Occipitale laterale inserirt ist, und einen vorderen, welcher eben der für die Beschreibung des Hörlabyrinthes wichtige Theil des Occipitale basilare ist: dieser, der nach der Schädelhöhle sieht, bildet nämlich das hintere, innere Viertel der grossen Grube, in welcher der Sacculus und die Lagena des membranösen Labyrinthes eingesenkt sind (F. 7 *ob*): er ist ziemlich oval und tief concav, besonders hinten; nach vorn wird diese kleine Fläche breiter; ihr äusserer Rand, an welchem Occipitale laterale (*ol*) inserirt ist, geht daher nach vorn und aussen und bildet mit dem vorderen Rand, welcher mittelst einer ziemlich schmalen Knorpelfuge vom Prooticum (*pr*) getrennt ist, einen beinahe rechten, in der Spitze abgestumpften Winkel.

Der Knochen, dessen Beschreibung sich der des Occipitale basilare am nächsten anschliesst, ist das paarige *Occipitale laterale* (T. I F. 6, 7, 8 *ol*). Seine untere Fläche ist rauh und am Occipitale basilare inserirt (F. 8 *ol*). Seine hintere Fläche ist ziemlich triangulär oder fächerförmig und von einer Seite zur anderen concav (F. 6 *ol*); ihr innerer Rand bildet nach unten mit dem entsprechenden Knochen der andern Schädelhälfte die obere Begrenzung für das Foramen occipitale (F. 6 *cv*), nach oben und innen ist er mittelst einer Knorpelfuge mit dem anderen Occipitale laterale vereinigt; der obere, convexe Rand ist durch eine Fortsetzung der Knorpelfuge mit dem Occipitale superius (F. 6 *os*) und Epioticum (F. 6 *ep*) vereinigt. Die äussere Fläche (F. 8 *ol*), welche auch etwas fächerförmig und mit einem oberen vorderen, halbzirkelförmigen, mittelst einer ziemlich schmalen Knorpelfuge mit dem Squamosum, einem breiteren mit dem Prooticum vereinigten Rand versehen ist, zeigt etwas unter und hinter ihrem Mittelpunkt ein Loch, die äussere Mündung des Canalis nervi vagi (F. 8 *fv*); hinter diesem ist in der Kante ein Einschnitt, von welchem zwei gegen den oberen vorderen Rand sich erweiternde Firsten mit zwischenliegenden Vertiefungen wie radiär ausstrahlen; die hintere dieser Firsten geht nach oben und aussen, die vordere, breitere geht ziemlich horizontal vorwärts. Die innere Fläche (F. 4, 7 *ol*) zeigt zwei den eben genannten Firsten entsprechende Vertiefungen, welche mittelst einer schmalen, ziemlich scharfen, die innere Mündung des Canalis vagi (*fv*) enthaltenden Firste von einander getrennt sind; die hintere dieser Vertiefungen ist eine nach aussen, oben und hinten gehende tiefe Rinne, welche zusammen mit einer Knorpelpartie einen in die Schädelhöhle mündenden Canal (Canalis communis can. front. et horisont.) bildet; der hinter dieser Rinne befindliche Knochentheil besteht aus einer vorderen und einer hinteren, dünnen Knochenlamelle, zwischen welchen der Knorpel sich tief hineinsenkt. Die vor der Firste liegende Vertiefung bildet das hintere, äussere Viertel der obengenannten Fovea sacculi et lagenæ, dessen innerer Rand an dem Occipitale basilare liegt, und dessen vorderer durch eine 1—2 Millim. breite Knorpelfuge vom Prooticum getrennt ist. — Von der Mündung des Canalis vagi (*fv*) geht nach oben eine Firste, hinter welcher eine concavirte, auch der Schädelhöhle zugehörige Fläche sich findet.

Vor den beschriebenen Knochen liegt das paarige *Prooticum* (T. I. F. 4, 7, 8 *pr*). Dieses, welches eine gewisse Ähnlichkeit mit dem *Occipitale laterale* zeigt, ist im Ganzen dünn und platt und hat eine ziemlich zirkelrunde Form; es ist längs seinem unteren und einem Theil seines vorderen Randes gespalten, zur Bildung der Augenmuskelrinne beitragend und mit der oberen Lamelle dem *Prooticum* der anderen Seite sich anlegend; der obere Theil seiner vorderen Randpartie ist mittelst einer schmalen Knorpelfuge mit dem *Alisphenoidale* (*al*), und noch höher oben durch Knorpel mit dem *Postfrontale* (*fp*) vereinigt; die obere Randpartie hängt mittelst Knorpel nur an einer Stelle durch eine Knochenfuge mit dem *Squamosum* (*sq*) zusammen; der hintere Rand ist gleichfalls durch Knorpel mit dem *Occipitale laterale* und *basilare* vereinigt. Die äussere Fläche (F. 8) ist an seiner unteren Hälfte beinahe platt, die obere zeigt — ausser einem in der Nähe des vorderen Randes befindlichen Loch, das *Foramen nervi trigemini* (*ft*), und ausser einem davon nach vorn abgehenden Halbcanal und einem nach hinten zur Mitte des Knochens verlaufenden Canal, an dessen hinterem Ende die äussere Mündung des *Canalis nervi facialis* (*ff*) sich befindet — an der hinteren Grenze der unteren Hälfte eine Erhöhung, welche zusammen mit der vorderen Erhöhung an der äusseren Fläche des *Occipitale laterale* der *Fovea sacculi et lagenæ* an der Innenfläche entspricht; darüber findet sich am *Prooticum* eine nach hinten, aussen und oben gehende Vertiefung; über und vor dieser eine in ziemlich derselben Richtung gehende Firste, welche den Rand des Knochens überschiesst und eine gezahnte Sutura mit dem *Squamosum* eingeht, also einen *Processus squamosus* (*ps*) bildend; an der vorderen Seite dieser Firste ist wieder eine Rinne und vor dieser eine Firste mit einem tief eingeschnittenen, oberen Rande. Die obere Hälfte des *Prooticum* ist also hier gefaltet wie eine Krause; die Falten gehen wie Sektoren von der Mitte des Knochens nach vorn, oben und hinten. Auch an der inneren Seite (F. 4, 7 *pr*) ist eine solche Eintheilung in Sektoren, wenn auch nicht so deutlich bemerkbar. Nach unten findet sich eine breite, schwach convexe, sectorähnliche Partie; etwas vor dem Mittelpunkte des Knochens öffnet sich der *Canalis n. facialis* (*ff*); unter diesem Loche sind noch zwei kleinere Nervenlöcher vorhanden, und vor diesem liegt das *Foramen n. trigemini* (*ft*). Am übrigen Theil des Knochens kann man drei vom Mittelpunkte aus radiirende Vertiefungen unterscheiden, welche den drei Firsten an der äusseren Fläche entsprechen. Die hintere von diesen, welche einen breiten Sector bildet, ist eine Grube mit ziemlich scharfen Rändern, die vordere Hälfte der *Fovea sacculi et lagenæ* (F. 7 *fs*) ausmachend; ihre hintere Kante, in der Mitte einen stumpfen Winkel bildend, ist mittelst Knorpel mit dem *Occ. basilare* und *laterale* vereinigt. Nach oben und aussen von dieser Grube liegt eine kleine rundliche Vertiefung (eine *Fovea recessus utriculi* *fu*); nach oben und hinten davon liegt dem *Processus squamosus* entsprechend eine Rinne, welche mittelst beigefügtem Knorpel zu einem Canal (*Canalis horizontalis*) wird (*oh*). Nach vorn von der diese Rinne begrenzenden Firste liegt noch (*fas*) eine Vertiefung (eine *Fovea ampullæ sagittalis*); zwischen derselben und dem *Foramen trigemini* giebt es eine hohe Firste.

Nach oben und aussen vom *Occipitale laterale* und *Prooticum* liegt das paarige *Squamosum* (T. I. F. 6, 7, 8, 9 *sq*), welchem nach vorn das *Postfrontale* (*fp*) anliegt, und dessen obere, schwach convexe Fläche zum grössten Theil vom *Frontale* und *Parietale* bedeckt, nach hinten aber tief concavirt ist, die äussere Wand der grossen Muskelgrube (F. 6, 9 *mq*) bildend, welche am hinteren Theil des Schädels sich findet. Nach hinten geht vom *Squamosum* ein langer schmaler Fortsatz ab. Die äussere, untere Fläche des Knochens (F. 8 *sq*) zeigt eine bogenförmige Firste.

deren vorderer Theil sich am Processus squamosus prootici (*ps*) inserirt, deren hinterer mittelst einer Knorpelfuge in die hintere Erhöhung an der äusseren Fläche des Occipitale laterale übergeht. Diese Firste bezeichnet den Lauf eines bogigen Halbcanales, welcher am unteren, inneren Rande des Knochens sich befindet und mittelst Knorpel zu einem Canal (Canalis horizontalis) wird (F. 7 *cho*). Dieser innere, untere Rand ist mit dem Epioticum, Occipitale laterale und Prooticum (bis auf den Theil, der an dem Processus squamosus inserirt ist), mittelst Knorpel vereinigt. Im Innern des Knochens, zwischen den Flächen und dem Halbcanales giebt es auch Knorpel. Unter der Firste der äusseren Fläche des Squamosum findet sich an der Schädelwand eine breite Grube, welche von diesem Knochen, von dem Prooticum, dem Occipitale laterale und dem diese Knochen verbindenden Knorpel gebildet ist, und welcher Grube an der Innenwand des Schädels eine Erhöhung entspricht, der der hintere Theil des Utriculus anliegt.

Das paarige *Epioticum* (T. I F. 6, 9 *ep*), welches sich zum frontalen Bogencanal ungefähr wie das Squamosum zum horizontalen verhält, befindet sich nach hinten oder richtiger nach innen vom letztgenannten Knochen. Es macht einen nach hinten, aussen und etwas nach oben gerichteten, nach innen von der grossen Muskelgrube (*mg*) befindlichen, etwa dreiseitigen Fortsatz aus, mit einer äusseren Fläche, welche diese Grube medialwärts begrenzt, und einer hinteren, oberen Fläche, die zum Theil vom Parietale bedeckt wird. In der unteren, inneren Kante zeigt es einen gebogenen Halbcanal, welcher mittelst anliegendem Knorpel zum Canal wird, einem Theil des Canalis frontalis; der Halbcanal geht in der Richtung nach aussen, hinten und unten. Im Innern des Knochens, zwischen den beiden Flächen und dem Halbcanales findet sich Knorpel. Mittelst solchem ist es auch mit dem Occipitale laterale, Squamosum und Occipitale superius verbunden.

Das unpaarige *Occipitale superius* (T. I. F. 4, 6, 9 *os*) welches nach Innen vom Epioticum und am hinteren Theil der oberen Schädelfläche liegt, und dessen eigene Oberfläche (F. 9) zum grössten Theil von den Parietalia bedeckt und mittelst Knorpel mit den Squamosa und Epiotica zusammenhängt, dessen hintere Fläche (F. 6) eine Spina occipitis zeigt und mittelst Knorpel mit den Epiotica und Occipitalia lateralia verbunden ist, hat an der inneren Wand der genannten Muskelgrube (*mg*) eine zwischen dieser und der Schädelhöhle nach unten und aussen gerichtete, etwa fächerförmige, convexe, dünne Knochenlamelle, an deren Vereinigung mit dem übrigen Knochen an der Innenseite des Schädels (F. 4 *os*) nach hinten eine tiefe Rinne sich befindet, in welcher das innere Ende des frontalen und das hintere Ende des sagittalen membranösen Bogenganges liegen und zusammenlaufen. Vor dem Occipitale superius findet sich am Schädeldache eine grosse Knorpelpartie, welche von Knochen (hauptsächlich Frontalia) bedeckt ist (F. 9 *kn*).

In dieser Beschreibung wurde nicht das bei manchen Fischen constant vorkommende, interessante und im Allgemeinen mit der Cochlea nahe verbundene *Opisthoticum* erwähnt. Bei keinem der vielen Hechte, welche ich untersucht habe, konnte ich eine Spur von diesem Knochen finden. Ob es vielleicht in einer früheren Entwicklungsstufe auch beim Hechte vorhanden ist, um später mit einem der anderen Knochen zusammenzuschmelzen, weiss ich nicht, glaube es aber kaum. HUXLEY erwähnt zwar, dass er bisweilen auch beim Hechte einen Knochen gesehen habe, den er für *Opisthoticum* nimmt. Wenn man aber das Verhältniss beim Hechte mit dem derjenigen Fische, welche ein wahres *Opisthoticum* besitzen, besonders solcher, die es stark entwickelt haben, vergleicht, so scheint es doch am Wahrscheinlichsten, dass dieser Knochen beim Hechte gar keinen Representanten hat.

Wenn wir nun das Resultat dieser Beschreibung der einzelnen Knochen kurz zusammenstellen, und das Knochen- und Knorpelgerüst in seinem Verhältniss zum membranösen Labyrinth als ein Ganzes aufzufassen versuchen, bemerken wir an der Innenseite der Schädelswand, ausser den Nervenlöchern, am unteren Theil eine tiefe, ovale, nach vorn zugespitzte Grube (T. I F. 7, 4 *fs*) die Fovea sacculi et lagenæ, welche zur vorderen Hälfte vom Prooticum, zur hinteren vom Occipitale basilare und laterale nebst einer diese drei Knochen verbindenden Knorpelfuge gebildet wird. Nach aussen und oben von dieser Grube findet sich eine grössere Erhöhung an welcher der hintere Theil des Utriculus und sein Sinus superior liegen und die von dem Occipitale laterale und superius und dem Prooticum nebst einer sie vereinigenden breiten Knorpelpartie gebildet ist. Vor dieser Erhöhung findet sich am Prooticum eine rundliche, wenig tiefe Grube, in welcher der Recessus utriculi liegt, die Fovea recessus utriculi (F. 4, 7 *fu*). Nach oben und etwas vorn von derselben sieht man eine ovale, etwas tiefere Grube, zum unteren Theil vom Prooticum, zum oberen vom Knorpel gebildet (F. 4, 7 *fas*); in dieser liegt die sagittale Ampulle. Diese Grube setzt sich bogenförmig nach oben, hinten und innen als eine flache Rinne (ein Semicanalis sagittalis), die zum vorderen Theil von Knorpel, zum hinteren vom Occipitale superius gebildet wird, fort. Nach oben, aussen und hinten von der Fovea recessus utriculi findet sich eine rundliche oder etwas ovale Oeffnung, zur unteren Hälfte vom Prooticum, zur oberen von Knorpel gebildet, das Ostium canalis horisontalis anterior (F. 4, 5 *oh*); von dieser Mündung geht (F. 7 *cho*) in gebogener Richtung nach hinten, oben und aussen, dann nach innen und etwas nach unten ein Canal (Canalis horisontalis), dessen äussere, untere Wand vom Prooticum (Proc. squamosus), Squamosum und Occipitale laterale, dessen obere und innere Wand dagegen von Knorpel gebildet wird. Das hintere Ende dieses Canals erweitert sich sehr und mündet nach hinten, oben und aussen von der Fovea sacculi et lagenæ mit einer grossen, biscuitförmigen, ziemlich vertical stehenden Oeffnung (F. 4, 5 *oc*), welche zum unteren Theil vom Occipitale laterale, zum oberen von Knorpel gebildet wird. In diesem erweiterten Theil des Canals, einige Millimeter hinter der Oeffnung, findet sich aber auch die rundliche, äussere, untere Mündung eines anderen Canals (Ostium externum canalis frontalis), welchem also der erweiterte Theil des Canals und dessen Oeffnung eigentlich auch gehört, indem nämlich der frontale membranöse Bogengang sie auch durchläuft und durch den oberen Theil der Oeffnung geht. Der letzt genannte, frontale Canal läuft von seiner Oeffnung im gemeinsamen Canaltheil (Canalis communis) nach oben und wendet sich dann unter einer starken Biegung nach innen und vorn; seine Wand wird zum innern und untern Umfang von Knorpel, zum oberen und äusseren vom Epioticum gebildet, ist aber am obersten Theile bald vor seinem Ausmünden in eine nach oben vom Ostium commune befindliche, etwas ovale Oeffnung (Ostium superius canalis frontalis, F. 4, 5 *of*), zum hinteren, oberen und vorderen Umfang vom Occipitale superius, zum unteren von Knorpel gebildet. Also besteht beim Hecht das Homologon des knöchernen Labyrinthes der höheren Wirbelthiere aus einem der Schädelhöhle zu ganz offenem Raume, der nur eine äussere feste Wand hat, an welcher aber eine Fovea sacculi et lagenæ, eine Fovea recessus utriculi, eine Fovea et Semicanalis sagittalis, einen Canalis horisontalis mit Ostium anterior und einen Canalis frontalis mit Ostium superius, welche beide letztgenannten Canäle zu einem gemeinsamen »Canalis communis« und »ostium commune« sich vereinigen.

In diesem von Knochen und Knorpel nach aussen begrenzten Raum liegt das membranöse Labyrinth, dicht umschlossen von einem reichlichen s. g. perilymphatischen Gewebe, also in

einem perilymphatischen Raum, *Cavum perilymphaticum*. Dieser, welcher nach innen mittelst der Dura mater vom Gehirnraum getrennt ist, zeigt sich an beiden Seiten des Schädels von ganz derselben Beschaffenheit. Die mediale, von der Dura mater gebildete Wand hat grosse Vertiefungen, in welchen die Loben des Gehirns liegen, nämlich eine für das Mittelhirn und eine für das Nachhirn und darunter eine für das Hinterhirn. Zwischen dem Mittelhirn und Nachhirn sendet die Dura mater eine Falte (ein Tentorium cerebelli) ein; da diese beinahe senkrechte Falte sich ungefähr nach innen vom Recessus utriculi befindet, so kommt der grösste Theil des membranösen Labyrinthes hinter dieselbe und lateralwärts von den Gruben des Nachhirns und Hinterhirns zu liegen. Nach aussen von der Grube des Nachhirns, in dem Rahmen, welcher vom sagittalen Bogengang und Utriculus gebildet wird, ist das perilymphatische Gewebe am reichlichsten und zeigt sogar eine Dicke von einigen Millimetern. Es streckt sich aber auch in die beiden Canäle ein und umgiebt den Sacculus und die Lagena in deren Grube. Ueberall finde ich hier beim Hecht dies Gewebe von ungefähr derselben Beschaffenheit. Es ist von sehr eigenthümlicher Zusammensetzung und würde eine ausführliche Beschreibung verdienen; ich werde mich aber auf die wichtigsten Thatsachen beschränken. Es macht ein im frischen Zustand farbloses, durchsichtiges, leicht zusammenfallendes, lockeres Gewebe aus, welches reichlich von einer klaren, wasserdünnen, bei einer Läsion des Gewebes ab rinnenden Flüssigkeit durchdrungen ist. Nach Erhärtung im chromsauren Kali, wobei es seine Durchsichtigkeit verliert, eine gelbe Farbe und mehr Festigkeit gewinnt, kann man indessen, wenn man es mit Vorsicht behandelt, schöne Präparate davon bekommen. Auch Goldchlorid zeigte sich hierzu sehr vortheilhaft. Man findet das ganze Gewebe in eine Menge kleiner, rundlicher oder polygonaler Räume eingetheilt, deren Wände (T. I F. 10, 11 *me*) aus einem sehr zierlichen, anastomosirenden Gewebe, theils von Membranen gebildet, theils von Balken und Uebergangsformen zwischen diesen beiden bestehen. Die Membranen sind dem Suprachorioidealgewebe des Auges ähnlich; sie sind dünne, hie und da feingestreifte, mit ovalen Kernen ziemlich reichlich besetzte, mit einander sich verbindende, membranöse Ausbreitungen, welche theils undurchbrochen, theils in mancher Weise fenestriert sind, und an welchen man keine deutliche Grenzen für die den Kernen angehörenden Scheibenzellen sieht, aus welchen sie doch wahrscheinlich bestehen; mit Silber konnte ich auch nicht diese Zellencontouren darstellen. Von den fenestrierten Membranen sieht man, wie gesagt, Uebergänge zu Balken, welche wieder in verschiedenen Formen, theils als gröbere, theils als feinere und oft an den Knotenpunkten mit kleinen, gewöhnlich drei- oder vierseitigen membranösen Ausbreitungen versehen, vorhanden sind (F. 12). In den Membranen und Balken verlaufen Blutgefässe (*bl*), welche im Allgemeinen in keiner reichlichen Menge sich vorfinden, aber in der nächsten Umgebung des membranösen Labyrinthes sich etwas mehr ansammeln. Die Membranen und Balken erstrecken sich überall von der Knochen- und Knorpelwand zur Dura mater, welche eigentlich nur als eine an der Innenfläche Epithel und grosse, schwarze, klumpen- oder sternförmige Pigmentzellen führende, verdichtete Lage dieses Gewebes erscheint (F. 11 *dm*). In den Maschenräumen der Membranen und Balken liegt indessen ein anderes, mit ihnen, so weit ich sehen konnte, nicht zusammenhängendes Gewebe (T. I F. 10, 11 *sp*), welches in der That »spongiös« ist. Es besteht nämlich aus einem reichlich anastomosirenden, sehr schönen Netzwerk von feinen, ziemlich starren und gleichdicken Fasern, welche zwischen sich zahllose, im Allgemeinen äusserst kleine, bisweilen doch etwas grössere Maschenräume bilden; da, wo die Fasern am dichtesten beisammen liegen, erscheinen sie am feinsten, und es

ist da gar schwer die Structur des Gewebes auszufinden, indem man dann nur Punkte, etwa wie in der Neuroglia, sieht; wo aber das Fasergewirr etwas lockerer und die Fasern selbst etwas gröber sind, ist der Bau leichter zu beobachten. In diesem durch Membranen und Balken in Räume abgetheilten Schwammgewebe findet sich während des Lebens die klare Flüssigkeit. Hier und da sieht man in diesem Gewebe freie Zellen; sie scheinen aber wenigstens zum grössten Theile bei der Preparation dahin ausgedrungen zu sein, denn sie sind in sehr verschiedener Menge vorhanden. Mehrmals machte ich Injectionen von Berlinerblau in dem perilymphatischen Raum; er füllt sich reichlich und leicht damit und man sieht zuweilen mit blossem Auge die blaue Flüssigkeit in einer Menge kleiner, gewundener Canäle, etwa wie bei Injectionen im Subarachnoidealgewebe des Gehirns, fortdringen. Das perilymphatische Gewebe wird davon sehr gespannt und nimmt einen viel grösseren Raum nach innen ein. Bei mikroskopischer Untersuchung des injicirten Gewebes findet man das in den Maschenräumen befindliche Gewebe gar wie einen Schwamm von der Injectionsflüssigkeit erfüllt, und dies nicht nur um den Utriculus und die Ampullen herum, sondern auch um den Sacculus und die Lagena, in den Canälen u. s. w. Nach vorn und hinten, oben und unten vom eigentlichen perilymphatischen Raum wird das Gewebe sparsamer und hört bald fast ganz, aber ohne bestimmte Grenze auf. Was das Verhalten des perilymphatischen Gewebes zur Wand des membranösen Labyrinthes betrifft, so konnte ich keinen eigentlichen Zusammenhang mit derselben finden: es scheint, als ob das perilymphatische Gewebe nur an die Labyrinthwand sich anlegt; da aber, wo die Gefässe in dieselbe eindringen, ist der Zusammenhang ein innigerer. Das membranöse Labyrinth liegt im Allgemeinen dicht an dem Knochen und Knorpel mit einem nur sparsamen, zwischenliegenden, perilymphatischen Gewebe; so auch in den beiden Canälen, wo die Bogengänge wandständig an der äusseren Seite liegen, während das übrige nicht geringe Lumen von diesem Gewebe erfüllt ist.

Wie aus dieser Schilderung hervorgeht, fasse ich das jetzt beschriebene Gewebe im Ganzen als dem perilymphatischen Gewebe der höheren Thiere entsprechend auf — welches ja im Embryonalzustand dieser Thiere auch in reichlicher Menge sich findet und erst nach und nach spärlicher wird — während ich die Begrenzungsschicht desselben nach innen als Dura mater ansehe. Von einigen Verfassern¹ wird dagegen das nach aussen von der Begrenzungsschicht (die Pia mater derselben Verfasser) befindliche, reichmaschige Gewebe der Arachnoidea der höheren Thiere an der Seite gestellt. Da aber das Gehirn der Fische eine dicht umschliessende, der Pia mater der höheren Thiere ganz entsprechende, wenn auch weniger entwickelte, auswendig mit einem Epithel (Arachnoidea) bekleidete Gefässhaut besitzt, so wird es wohl keinem Zweifel unterliegen, dass, wie oben geschildert wurde, das reichmaschige, mit Flüssigkeit durchtränkte, das membranöse Labyrinth allseitig umschliessende Gewebe und der dasselbe enthaltende Raum Homologa zum perilymphatischen Gewebe und Raum der höheren Thiere sind.

Das aus diesem Gewebe auspreparirte membranöse Labyrinth (T. I. F. 1, 2, 3): besteht, wie es schon bei der Beschreibung des knöchernen Labyrinthes angedeutet wurde, aus einem *Utriculus proprius* (s. *Vestibulum proprium*) mit einem *Sinus superior* und einem s. g. *Appendix*, einem *Recessus utriculi*, einer *sagittalen*, einer *horizontalen*, einer *frontalen Ampulle* mit den drei ihnen angehörigen, *sagittalen*, *horizontalen*, und *frontalen Bogengängen*, und einem dem *Sacculus* und der *Lagena* gemeinsamen Sacke. Das Labyrinth zeigt acht verschiedene Stellen,

¹ GEGENBAUR. Grundzüge der vergleich. Anatomie 2:te Aufl. 1870.

wo der Gehörnerv sich ausbreitet und mit Endorganen versehen ist, nämlich eine *Macula utriculi*, drei *Cristæ acusticæ*, eine *Macula sacculi* und drei der *Cochlea* angehörigen Endigungsstellen. Zu diesen Stellen verzweigt sich der *Nervus acusticus* (T. I. F. 2, 3 na) in der Art, dass der zusammen mit seiner Portio dura (*Nervus facialis*) aus der *Medulla oblongata* horizontal nach aussen abgehende, nur ein Paar Millimeter lange, etwas geplattete Stamm bald, vom *Nervus facialis* (*nf*) sich trennend, in mehrere Zweige zerfällt, doch so, dass man wie bei anderen Wirbelthieren zwei Gruppen von Zweigen, nämlich einen nach vorn gehenden *Ramus vestibularis* (T. I. F. 2 rv; T. II. F. 1 rv) und einen nach hinten verlaufenden *Ramus cochlearis* (T. I. F. 2 rc; T. IV. F. 1 rc), unterscheiden kann. Der erste, *Ramus vestibularis*, hat einen breiten, kaum ein Paar Millimeter langen Stamm, der sich bald in einen vor der Rundung des *Recessus utriculi* sich nach vorn und oben biegenden, zuerst kaum millimeterbreiten, nach oben etwas fächerförmig oder zweigetheilt sich ausbreitenden, nach der *Crista ampullæ sagittalis* gehenden Zweig, den *Ramus ampullæ sagittalis* (T. I. F. 1, 2, 3 ras; T. II. F. 1 ras), in einen der äusseren Wand des *Recessus* anliegenden, geplatteten, millimeterbreiten, nach hinten, oben und dann etwas nach vorn zur *Crista ampullæ horizontalis* sich ausbreitenden *Ramus ampullæ horizontalis* (T. I. F. 1, 2 rah; T. II. F. 1 rah) und endlich in einen zwischen diesen beiden Zweigen befindlichen und anfangs mit ihnen zusammenhängenden und reichlich anastomosirenden, einige Millimeter breiten, in netzförmige Maschen zur *Macula utriculi* sich auflösenden *Ramus rec. utriculi* (T. I. F. 1 ru; T. II. F. 1 ru) zertheilt. Der hintere Zweig, *Ramus cochlearis*, giebt bald nach seiner Trennung vom *Ramus vestibularis* nach unten einen mehrere Millimeter breiten, platten Zweig, den *Ramus sacculi* ab, der sich an die mediale (T. I. F. 2, 3 rs; T. IV. F. 1 rs) Wand des *Sacculus* anlegt und zur *Macula sacculi* fächerförmig ausbreitet; dann läuft der *Ramus cochlearis* in der inneren Rinne zwischen *Sacculus* und *Utriculus*, etwa millimeterbreit und geplattet, horizontal nach dem hinteren Ende des *Sacculus*; in der Nähe desselben giebt er in beinahe rechtem Winkel nach aussen zwei kleine, geplattete Nervenzweige, die *Ramuli basillares cochleæ* (T. I. F. 1, 2 pb; T. IV. F. rb) ab, einen vorderen, kürzeren (kaum millimeterlangen) und einen hinteren, etwas längeren (kaum 2 millim. langen), welche zu zwei der *Cochlea* angehörigen kleinen Nervenendstellen an der unteren Wand des *Utriculus* sich begeben; dann theilt er sich in einen, einige millim. langen, aber kaum millimeterbreiten, geplatteten, nach hinten und oben gehenden und schliesslich zweigetheilt oder etwas fächerförmig zur *Crista ampullæ frontalis* sich ausbreitenden *Ramus ampullæ frontalis* (T. I. F. 1, 2 raf; T. IV. F. 1 raf), und ferner in einen *Ramus lagenaris cochleæ* (T. I. F. 1, 2 rl; T. IV. F. 1 rl), den Endzweig, welcher fächerförmig nach hinten, unten und etwas nach aussen zu einer, der *Schnecke* auch angehörigen Nervenendstelle am hinteren Ende des *Sacculus* (*Lagena*) sich ausbreitet.

Der *Nervus acusticus* und seine Zweige bestehen aus myelinhaltigen, breiteren und schmäleren Nervenfasern (T. I. F. 13, I, II, III), und aus zwischen denselben an mehreren Stellen eingestreuten Ganglienzellen. Die gröberen Nervenfasern (T. I. F. 13, III), welche im Allgemeinen eine Breite von 0,01—0,015 millim., aber bisweilen von 0,02 millim. und noch mehr haben, zeigen einen Axencylinder von 0,005—0,015 millim. Breite, eine dicke Myelinscheide, und eine sehr dünne Schwann'sche Scheide. Die feineren Nervenfasern (T. I. F. 13, I) haben im Mittel eine Breite von 0,002—0,003, sind meistentheils zu Bündeln gesammelt, zeigen viele *Varicositäten* (F. 13, II) und sehr dünne Scheiden. Beide Arten von Fasern, zwischen welchen indessen auch Uebergangsformen wahrgenommen werden, finden sich sowohl im Stamme, als in den Zweigen des Nerven

bis in die Endigungsstellen hinein. Eine Theilung der Fasern vor ihrem Eintritt in diese Stellen, wie CZERMAK¹ beschrieben hat, konnte ich nie beobachten. Die Ganglienzellen sind auch grösser und kleiner, liegen theils im Stamme des Acusticus in der Nähe seiner Theilung, theils aber und vorzugsweise im Ramus vestibularis und im Beginne des Ramus cochlearis; hier finden sich dicht bei einander, zu ganglienähnlichen Gruppen angeordnet — ohne doch wirkliche Ganglien zu bilden — besonders die kleineren, 0,02—0,025 millim. langen, mit nur dünnen Myelinscheiden umgebenen, rundlich-ovalen, bipolaren Zellen mit diametral in die Richtung der Nervenfasern und in dieselben übergehenden Ausläufern (T. I F. 13 iv); die grösseren Ganglienzellen dagegen (T. I F. 13 v), welche ebenfalls bipolar mit diametral entgegengesetzten in den grösseren Nervenfasern direct übergehenden und mit ihnen gleichbreiten Ausläufern versehen, etwa 0,03—0,055 millim. lang, 0,023—0,039 millim. breit und mit einer deutlichen, sie rings umgebenden in die der Nervenfasern übergehenden Myelinscheide, einem grossen Kern (*k*) u. s. w. begabt sind, liegen meistentheils einzeln, zuweilen aber einige beisammen im Ramus cochlearis, im Beginne des Ramulus sacculi, des Ramulus amp. horisontalis und sagittalis und des Ramulus rec. utriculi, nie aber, so weit ich gefunden habe, gegen das Ende der Ausbreitung dieser Nervenzweige. Ihre Anordnung scheint übrigens etwas variabel zu sein: zwischen den Ganglienzellen, wie auch zwischen den Nervenfasern finden sich Blutgefässe und ein sparsames, kernhaltiges, in der Richtung der Nerven gehendes, feinfaseriges Bindegewebe.

Das membranöse Labyrinth selbst (T. I F. 1, 2, 3) hat beim Hecht eine Länge, welche die Höhe nicht wenig übersteigt. Seine Grösse wechselt indessen mit der des Gesamtkörpers, so dass bei einem grösseren (älteren) Hecht auch das Labyrinth verhältnissmässig grösser ist u. s. w. Deswegen können nicht absolute, für alle Hechte geltende Masse gegeben werden. Durch Masse kann man aber, wenn man sie nämlich an einem und demselben Exemplar nimmt, die relative Grösse der einzelnen Theile erhalten. Durch Messung mehrerer Labyrinth fand ich, dass diese relative Masse ziemlich constant sind und nur sehr wenig wechseln. Die Masse der feineren Theile (wie Epithelzellen u. d.), welche für alle Exemplare derselben Fischart gelten, werden jedes an seiner Stelle bei der Beschreibung des feineren Baues angeführt werden. Von den Massen der grösseren Theile ist dagegen eine Zusammenstellung an einer Stelle nützlicher; ich gebe deswegen hier eine solche, die von einem mittelgrossen Hecht herrührt:

Das ganze membr. Labyrinth hält in Länge (vom vorderen Rande des sagittalen Bogengangs bis zum hinteren des frontalen) 16 millim., die Höhe desselben (vom obersten Ende des Sinus superior bis zum unteren Rande des Sacculus) 11 millim.

Utriculus: Länge 5,5 millim., Höhe 2,5 millim., Breite 2 millim.; sein *Sinus superior*: Länge (vom obersten Ende desselben bis zu dem Winkel, welchen er vorn mit dem Utriculus bildet) 4 millim., Breite 2 millim.

Recessus utriculi: Länge 3,5 millim., Höhe 3 millim., Breite 2,3 millim.; seine *Macula acustica*: Längendurchmesser 3 millim.; *Lapillus*: Länge und Breite 1,8 millim.

Ampulla sagittalis: Länge (bis zum vorderen Rande) 3 millim., Höhe 2 millim.; ihre *Crista acustica*: Länge 1 millim., Breite an der Mitte 0,3 millim.; *Canalis sagittalis*: Länge 11,5 millim., Breite 0,8 millim.

Ampulla horisontalis: Länge 3 millim., Höhe 2 millim.; ihre *Crista acustica*: Länge 1 millim., Breite 0,32 millim.; *Canalis horisontalis*: Länge 16 millim., Breite 0,7 millim.

¹ Zeitschrift für wissenschaft. Zoologie Bd. 2, 1850.

Ampulla frontalis: Länge 3 millim., Höhe 2 millim.; ihre *Crista acustica*: Länge 1 millim., Breite 0,3 millim.; *Canalis frontalis* 10,5 millim.

Appendix utriculi: Länge 4,5 millim., Höhe 2,2 millim.

Sacculus (und *Lagena*): Länge 8,5 millim., Höhe 4 millim., Breite 3 millim.; seine *Macula acustica*: Länge 6,5 millim., grösste Breite 1 millim.; *Sagitta*: Länge 7 millim., Höhe 3,5 millim., Breite 1,3 millim.

Papilla lagenae: Länge 3,2 millim., Breite 0,75 millim.; *Asteriscus*: Länge 2,8 millim., Breite 1,3 millim.

Papillae partis basilaris: *Pop. lateralis* 0,45 millim., *Pap. medialis* 0,4 millim. in Längendurchmesser.

Der *Utriculus* (*utriculus proprius* s. *vestibulum proprium* — T. I F. 1, 2, 5 *u*) oder die Mittelpartie, um welche alle übrigen Theile des membranösen Labyrinthes geordnet sind, und in welche beim Hechte sie alle mittelbar oder unmittelbar einmünden, ist, den *Sinus superior* nicht mitgerechnet, ein langgestreckter, ziemlich horizontal und sagittal, doch von vorn etwas nach innen und hinten gehender Canal; man kann ihn mit einem von einer Seite zur anderen etwas abgeplatteten Cylinder, der in etwas gebogener Richtung mit convexer oberer und innerer, concaver äusserer und unterer Contour geht, vergleichen. Nach vorn geht er mit einer weiten Oeffnung in den *Recessus utriculi* (T. I F. 1, 2, 3 *rec*) über. In die hintere Hälfte des *Utriculus* mündet an der oberen Wand der *Sinus utriculi superior* (T. I F. 1, 2 *sus*); hinter diesem, eben bei seinem Uebergang in den *Utriculus*, öffnet sich das hintere Ende des horizontalen Bogengangs (T. I F. 1, 2 *ch*). Nach hinten und unten davon geht der hier viel engere Raum des *Utriculus* in die Oeffnung der frontalen Ampulle über (T. I F. 1, 2, 3 *af*); unter dieser mündet die s. g. *Appendix utriculi* (T. I F. 1, 2, 3 *ap*) und etwas vor der Mündung derselben findet sich an der unteren Wand des *Utriculus* ein ganz kleines, ovales Loch (T. I F. 2; T. IV F. 1 *cc*), welches die einzige Communication mit dem *Sacculus* vermittelt; nach innen davon sieht man noch eine andere kleine Oeffnung (T. I F. 2; T. IV F. 1 *ds*). Der *Sinus superior* (T. I F. 1, 2 *sus*), welcher hier als zu dem *Utriculus* gehörend betrachtet wird, ist ein in etwa rechtem Winkel von diesem nach oben und ein wenig nach innen und hinten abgehender Canal, der ziemlich lang und mit einem von vorn nach hinten ovalen Durchmesser versehen ist; er ist an seiner Mitte enger, erweitert sich aber etwas nach unten, wo er in den *Utriculus* sich öffnet, und gegen sein oberes Ende, an dessen vorderer und äusserer Seite *Canalis sagittalis* und an dessen hinterer und äusserer Seite *Canalis frontalis* mit etwas trompetenförmig erweiterten Oeffnungen einmünden. Ueber den Mündungen der Canäle hat der *Sinus* eine kleine, gewöhnlich etwas gespaltene Ausbuchtung, welche nach oben und innen gerichtet ist (T. I F. 1, 2, 3 *ass*). Die Wand des *Utriculus*, an dessen innerer, dem Gehirn anliegenden, gewöhnlich schwarz pigmentirten Fläche die *Dura mater* mit nur sehr geringem, verbindenden perilymphatischen Gewebe dicht anliegt und von welcher er ohne Zerreiſsung nur schwer zu trennen ist, besteht, wie die ganze Wand des s. g. »membranösen« Labyrinthes aus einem dichten, ziemlich harten, elastischen Gewebe, welches unzweifelhaft als Knorpel betrachtet werden muss; es besteht nämlich aus einer hyalinen Grundsubstanz, in welcher man nur selten eine Andeutung von Streifen oder Fasern (wie z. B. in der medialen Wand des *Utriculus*) wahrnimmt, mit reichlich darin eingebetteten, oft der Fläche der Wand mehr oder weniger parallel angeordneten, spindelförmigen Zellen (Zellen mit einem ovalen, etwa 0,006 millim. grossen Kern und zwei Ausläufern). Diese also aus »Spindelknorpel«

gebildete Wand ist an verschiedenen Stellen von etwas verschiedener Dicke; am dünnsten ist die mediale Wand (ung. 0,02—0,025 millim.), etwas dicker die laterale (0,025—0,04 millim.), am dicksten an der oberen Seite des Utriculus und der vorderen und hinteren des Sinus (bis 0,06—0,065). Wie die Utricularwand sich bei dem Uebergang zum Sacculus verhält, wird unten näher beschrieben werden. Sowohl der Utriculus als sein Sinus superior sind inwendig an seiner ganzen Fläche mit einem einschichtigen Epithel bekleidet, welches im Allgemeinen ziemlich dick (0,007—0,01) ist. Von der Fläche gesehen, zeigt dieses Epithel die verschiedensten Formen; bald sind die Zellen schön polygonal (fünf- oder sechsseitig), bald langgestreckt spindelförmig, schlingend, verzweigt, eingewickelte Wirbel bildend u. s. w. Sie sind im Allgemeinen ziemlich gross, haben einen rundlichen Kern, sind im frischen Zustand glänzend, klar, homogen oder undeutlich feinkörnig, nach Erhärtung aber sehr deutlich körnig, protoplasmatisch; Zellen von ganz ähnlichem Aussehen kommen an mehreren Stellen des Labyrinthes vor, und sie werden unten weiter berücksichtigt werden. Stellenweise geht dieses Epithel in ein niedrigeres, gewöhnliches, polygonales Plattenepithel über, welches nach Erhärtung nie das körnige, protoplasmatische Aussehen darbietet. Ein solches Epithel kommt besonders gegen die Mündungen der Bogengänge und an dem Uebergang der äusseren Utriculuswand in die des Recessus utriculi vor; es findet sich aber fast überall, wenn auch stellenweise sehr sparsam, zwischen den erstgenannten Zellen eingestreut, indem es dieselben mit seinen Elementen von einander trennt. Der Uebergang des Utriculus in den Recessus utriculi wird nur an der lateralen und unteren Wand mittelst einer unbedeutenden, queren Einschnürung und einer entsprechenden Kante an der Innenseite bezeichnet. Die obere und mediale Wand des Utriculus geht dagegen ohne Unterbrechung in die des Recessus über, sofern man nicht, wofür auch Gründe vorhanden sind, jenem die mediale Wand des letzteren zurechnen will.

Der *Recessus utriculi* (T. I F. 1, 2; T. II F. 1 *rec*), welcher in dieser Weise mit dem Utriculus zusammenhängt, kann mit einer etwas von den Seiten zugedrückten, rundlichen Blase verglichen werden; die laterale, in der Fovea recessus utriculi liegende Wand ist mehr convex, als die mediale. In den Recessus utriculi münden, ausser dem Utriculus, auch die frontale und die sagittale Ampulle (T. I F. 1, 2, 3 *as, ah*), jene an der oberen lateralen, diese an der oberen vorderen Seite desselben, beide mit ziemlich grossen, rundlichen oder etwas ovalen Oeffnungen, welche zu einander so gestellt sind, dass nur eine ziemlich schmale, abgerundete Falte der Wand sie trennt (T. III, F. 3). An der unteren Hälfte der lateralen und an der unteren Wand des Recessus breitet sich mit unregelmässigen, anastomosirenden Maschen der Ramulus rec. utriculi (T. I F. 1; T. II F. 1 *ru*) aus; hinter dieser Ausbreitung geht, auch an der lateralen Wand, schief nach oben und vorn der Ramulus amp. horisontalis (T. I F. 1, 2; T. II F. 1 *rah*), und vor derselben an der unteren und vorderen Wand der Ramulus amp. sagittalis (T. I F. 1, 2, 3; T. II F. 1 *ras*).

Die aus Spindelknorpel gebildete Wand des Recessus ist an verschiedenen Stellen von etwas verschiedener Dicke; an der medialen Seite ist sie am dünnsten (ung. 0,035 millim.), an der lateralen im Allgemeinen dicker, in der oberen Hälfte etwa 0,05—0,06 millim., in der unteren, der Macula entsprechenden Hälfte am dicksten; hier (T. II F. 5) wird auch die äussere Fläche uneben mit tieferen und flacheren Rinnen und Gruben, in welchen die Zweige des Utricularnerven (*n*) verlaufen und von welchen Gruben verzweigte Canäle, theils mehr gerade, theils und vorzugsweise mehr schief durch die Knorpelwand gegen die innere Fläche gehen; diese

Canäle werden von den zur Macula acustica einzeln oder zu Bündeln vereinigt strebenden Nervenfasern ausgefüllt. Ausserdem wird die Knorpelwand von (*bl*) manchen Blutgefässen (von etwa 0,005—0,025 millim. Dicke) durchzogen, welche Gefässe besonders in der Nähe der inneren Oberfläche der Knorpelwand ein etwas engmaschigeres Netz bilden; man sieht nämlich hier an Verticalschnitten der Wand hier und da solche theils quergeschnittene, theils längsgehende Blutgefässe (von 0,005—0,01 millim. Dicke). Die Knorpelzellen stehen am dichtesten an der inneren Oberfläche. Die Dicke der Knorpelwand ist sonst am grössten an dem oberen Theil der Macula (etwa 0,2—0,35 millim.), unter der übrigen Macula etwas dünner (etwa 0,1—0,15 millim.).

Das Epithel, welches die innere Wand des Recessus bekleidet, ist an der oberen und medialen Seite im Allgemeinen ein gewöhnliches, einschichtiges, polygonales Plattenepithel mit etwas verschiedener Grösse der Zellen (von 0,013—0,035 millim.). Gegen die Macula acustica hin werden die Zellen immer kleiner, aber zugleich höher. In der Umgebung der Macula findet sich indessen auch ein Epithel von ähnlichem Aussehen wie das den Utriculus grösstentheils auskleidenden, nämlich »protoplasmatische¹ Epithelzellen (T. II, F. 2) von nicht geringer Höhe (0,01—0,017 millim.) und von der verschiedensten Form und Grösse (von 0,015—0,03 millim. Länge und noch mehr). Nächst dem Plattenepithel (ich nenne es so, obwohl seine Zellen hier, in der Nähe der Macula, eigentlich nicht platt, sondern eher cylindrisch sind) und in dasselbe theils mit zerstreuten Zellen oder Zellengruppen, theils mit langen Zellenreihen eingreifend, liegen an dem oberen Umfang der Macula kleinere, protoplasmatische Epithelzellen von theils mehr polygonaler, theils mehr langgestreckter Form: der Macula näher werden diese Zellen grösser und höher (0,017 millim.), Protoplasmaklumpen mit etwas verzweigten Ausläufern ähnlich; zwischen diesen klumpenförmigen Zellen sieht man andere, mehr langgestreckte und etwas niedrigere, übrigens sehr fantastisch geformte Zellen sich schlängeln. Durch die Osmiumsäure werden sie im Allgemeinen dunkel, dunkelkörnig, und sowohl durch diese, als durch die Chromsäure scheint es, als ob sie sich bisweilen von einander zusammenzögen (T. III, F. 21); man sieht nämlich helle Streifen zwischen ihnen, welche zum grössten Theile die in gewundenen Bändern zwischen den protoplasmatischen Epithelzellen hinlaufenden, anderen (Platten-) Epithelzellen sind (T. III, F. 20). Dies sieht man am besten an solchen Stellen, wo die letzteren Zellen weggefallen sind, wobei sie grosse helle Lücken oder Schalen nachlassen (F. 20 *w*); zwischen diesen Lücken bemerkt man dann die anderen Epithelzellen (*v*) mit etwas unregelmässigeren Formen und wie zusammengedrängt in Reihen liegen; am Boden der Lücken finden sich keine Zellen, wenigstens nicht in dessen Mitte. Oft werden Gruppen von Plattenepithelzellen von einem Kranze protoplasmatischer Epithelzellen eingeschlossen. Wo diese letztgenannten Zellen einzeln stehen, senden sie nach den Seiten vielverzweigte Ausläufer (T. III, F. 17) aus, welche einen Theil der umstehenden Plattenzellen überdecken: wo sie sich dichter beisammen finden, nehmen sie eine regelmässigeren Form (bis zur regelmässig polygonalen) an, werden gewöhnlich auch höher und verdienen dann wirklich den Namen »Cylinderzellen« (so z. B. dicht an der Grenze der Macula). Sonst stehen sie, wie MAX SCHULTZE bemerkt, oft sehr schief an der Knorpeloberfläche mit einer

¹ In Ermangelung eines besseren Namens nenne ich sie protoplasmatische Epithelzellen. MAX SCHULTZE'S Benennung Cylinderzellen mit sternförmigem Querschnitt finde ich der höchst wechselnden Form der Zellen wegen nicht recht anwendbar. HASSE scheint sie Pigmentzellen zu nennen, aber sie führen doch, so viel ich sehen kann, gar kein eigentliches Pigment. Körnchenzellen könnte auch gebraucht werden, aber die Körnchen sind im frischen Zustande nur wenig hervortretend.

platten Basis (T. III, F. 21 a, 22); von dieser schwillt öfters die Zelle nach oben an, eine bauchige Anschwellung in der Mitte oder höher oben zeigend. Das obere Ende, welches sich gewöhnlich etwas über das andere Epithel erhöht, erscheint oft etwas abgerundet. Was die Kerne dieser Zellen anlangt, — ein ziemlich wichtiger Punkt — so kann ich mit Sicherheit behaupten, dass die allermeisten von ihnen nur je einen solchen besitzen, da ich es in den deutlichen Bildern immer so gesehen habe, und dass, wenn wirklich mehrkernige Zellen vorkommen, diese zu den selteneren Ausnahmen gehören. MAX SCHULTZE, welcher diese Zellen genau beschrieben hat, sagt, dass er in ihnen bisweilen zwei Kerne gesehen habe, wonach HASSE, sich auch auf Angaben von HARTMANN stützend, jede einzelne dieser Zellen als aus einer mehrkernigen Gruppe von Zellen zusammengesetzt betrachtet. Diese Auffassung der Einzelzellen als aus mehreren bestehend beruht, so viel ich sehen kann, auf einem Missverständniss. Wenn man nämlich die mehr sporadisch liegenden Zellen, besonders gewisse in den Ampullen befindliche untersucht, so könnte man sie wirklich für mehrkernig halten, bei genauerem Studium aber findet man bald, dass die vielen Kerne den unterliegenden Plattenzellen angehören und nur durch die Substanz der verzweigten und ausgebreiteten Zellen erscheinen (T. III, F. 17). Dabei treten in diesen Zellen oft Vacuolbildungen, welche für Kerne genommen werden könnten, auf. Ihre wirklichen Kerne sieht man am besten an Chromsäurepreparaten (Müllersche Lösung u. s. w.); durch die Osmiumsäure werden die Zellen so dunkel, dass man nur mit Schwierigkeit, und oft gar nicht, die Kerne sehen kann.

Von welcher Art diese eigenthümlichen Zellen in der That sind, ist aber nicht leicht mit Sicherheit zu entscheiden. Dass sie keine Ganglienzellen sind und sonst gar Nichts direct mit den Nerven zu thun haben, wie MAX SCHULTZE es in Frage stellt, obwohl er zugiebt, dass er nie einen Zusammenhang mit Nervenfasern gesehen hat, ist vollkommen sicher. Es muss aber erwähnt werden, dass sie wirklich Form und Aussehen von vielverzweigten Ganglienzellen (wie z. B. aus dem Sympathicus) annehmen können; man kann zuweilen bis zwanzig oder vielleicht mehr Ausläufer an ihnen zählen (am öftesten in den Ampullen), und diese sind oft zu wiederholten Malen getheilt. Wenn sie nicht an so bestimmten Gebieten und so dicht an der Knorpelwand lägen, würde man sie übrigens für wandernde Protoplasmaklumpenzellen nehmen können. Möglich wäre es doch, dass sie, wenn auch an bestimmten Stellen mit ihrer Basis befestigt, bewegliche Ausläufer nach den Seiten senden können. Ich versuchte wohl Beobachtungen darüber an frischen Zellen in perilymphatischer Flüssigkeit anzustellen, konnte aber keine derartige Bewegungserscheinungen an ihnen sehen.

Die *Macula acustica utriculi* (T. II, F. 1, *mu*) hat eine rundlich ovale Form und liegt, wie oben erwähnt, an der unteren Hälfte der lateralen und an der unteren Wand des Recessus utriculi. Sie bildet eine schief liegende, wenig tiefe Schale. Die der Macula angehörige Knorpelwand und der Nervus rec. utriculi sind schon beschrieben. Es bleibt also noch übrig, den Nervenendapparat, die *Macula acustica propria*¹ zu betrachten. Dieser »Fleck«, welcher an erhärteten Präparaten ohne Schwierigkeit von seiner Knorpelwand abgelöst werden kann, erhöht sich (T. II, F. 5 *mu*) ziemlich bedeutend vom umgebenden Epithel; er ist aber, an Verticalschnitten studirt, nicht überall von derselben Höhe, indem er von den unteren Theilen, wo er, die Hör-

¹ Mit »*maculae acusticae*«, »*Cristae acusticae*« und »*Papillae acusticae*« meine ich hier unten nur das sogenannte »Nervenepithel«, die Epithellage an diesen Stellen, und rechne nicht die Knorpelwand u. s. w. mit in diese Benennung ein.

haare ungerechnet, etwa 0,04—0,05 millim. misst, bis zu den oberen, welche etwa 0,06 millim. messen, stetig an Höhe zunimmt. Von der inneren Fläche betrachtet, sieht man an der Macula (T. II, F. 4) eine Menge im Allgemeinen rundlicher, rundlichpolygonaler oder ovaler Figuren (von etwa 0,0037—0,0045 millim. Durchm.), aus deren Mitte man bisweilen nach oben gerichtete, stabförmige Bildungen wahrnimmt. Zwischen den rundlichen Figuren finden sich mehr oder weniger, doch im Allgemeinen etwa 0,0008—0,0018 millim. breite, gewöhnlich hellere Zwischenräume, von deren Zusammensetzung man bei einer derartigen Flächenansicht kein näheres Verständniss erhält; die punktförmigen Bildungen, welche man bisweilen an den Zwischenräumen sieht, schienen mir immer nur aus Körnern zu bestehen, und eine Differenzirung in Zellengrenzen konnte ich nie mit Sicherheit wahrnehmen, nicht einmal an dünnen Flächenschnitten. Untersucht man aber Verticalschnitte (T. II, F. 3), so findet man der inneren (oberen) Fläche am nächsten eine einfache Lage von langen, cylinderepithelähnlichen Zellen (*hz*) mit ziemlich, aber nicht ganz gleich hoch in der Zellenlage liegenden, grossen Kernen; aus der oberen Fläche dieser Zellenlage steigen borsten- oder haarähnliche Bildungen (*hh*) vertical auf, und zwischen den einzelnen Zellen sind immer schmale Zwischenräume zu sehen. Unter diesen Cylinderzellen findet sich eine etwas dickere Lage, welche theils aus Nervenfasern (*n*) besteht und aus einem anderen Gewebe, in welchem eine Menge von Kernen in mehreren Schichten, aber ohne eigentliche Anordnung, bis auf den untersten, am Knorpel zu einer mehr bestimmten Lage gesammelten, zu sehen ist (*iz*). Alle diese Elemente hängen mit einander sehr innig zusammen, und es ist eine schwere Aufgabe zur sicheren Einsicht in die nähere Beschaffenheit derselben zu kommen. Die Fische bieten dabei weit grössere Schwierigkeiten, als die übrigen Vertebraten. An sehr dünnen Verticalschnitten kann man wohl etwas mehr lernen, im Ganzen aber kommt man nicht zur sicheren Kenntniss vom Bau dieser Theile, ohne eine anhaltende Zerzupfung, besonders von Osmiumsäure- und Gold-, aber auch Chromsäurepreparaten, unter Anwendung von Anilinfärbung. In dieser Weise findet man, dass die Macula aus Nervenfasern und zwei Arten von Zellenelementen besteht.

Die erste Art der Zellen, (*hz*), welche ich in Uebereinstimmung mit den gewiss entsprechenden Zellen bei den übrigen Wirbelthieren »Hörzellen« nennen will, macht die schon an Verticalschnitten erwähnten Cylinderepithel-ähnlichen Zellen aus, deren obere Flächen an der Flächenansicht als rundliche Figuren sich zeigen. Sie sind von etwa 0,027—0,033 millim. Länge, im Allgemeinen von ziemlich gleicher Breite, doch etwas breiter im unteren und mittleren Theil, wo sie etwa 0,004—0,005 (0,016) millimeter messen und wo sie einen gewöhnlich rundlich-ovalen Kern von 0,0055—0,0065 millim. Länge besitzen. Im frischen Zustande in humor aqueus o. d. untersucht, zeigen diese Zellen ein etwas glanziges, schwach gelbliches, klar homogenes Aussehen, und Körner lassen sich kaum in ihnen wahrnehmen. Im Goldchlorid behalten sie ziemlich dasselbe Aussehen; in der Osmiumsäure werden sie aber mehr oder weniger dunkelkörnig, besonders in dem unter dem Kern befindlichen Theile, und im Allgemeinen färben sich die Zellen dadurch etwas schwärzlich; Vacuolen entstehen in ihnen auch nicht selten. Andere Bildungen werden aber im Innern der Zellen nicht wahrgenommen. Aus der Mitte der oberen, geplatteten oder gewöhnlich schwach convexen Fläche dieser Zellen steigen die schon bei der Beschreibung der Flächen- und Verticalansichten erwähnten, haarförmigen Bildungen auf (T. II, F. 3 *hh*). Diese Haare, s. g. »Hörhaare«, deren Länge man an der Macula utriculi von 0,01—0,016 millim. findet, die aber vielleicht grösser sein kann, messen an der Basis, wo

sie von der Hörzelle ausgehen, etwa 0,0016—0,002 millim. und verschmälern sich von dieser breiteren Basis ziemlich schnell zum oberen Ende, wo sie sehr fein auslaufen. Sie sind gewöhnlich gerade, vertical auf der oberen Hörzellenfläche stehend, zuweilen sieht man sie aber auch, besonders nach Erhärtung in Weingeist und Chromsäure, etwas nach einer Seite gebeugt. Sie widerstehen, wie MAX SCHULTZE bemerkt, ganz gut der Behandlung mit Wasser; die glasigen Körper, mit welchen derselbe Verfasser sie in Zusammenhang stehen sah, sind indessen entweder durch das Wasser veränderte Hörzellen oder, welches vielleicht das Wahrscheinlichste ist, aus diesen Zellen ausgetretene klare Tropfen. Solche Tropfen (s. g. Albuminkugeln), oft mit grösseren und kleineren Vacuolen versehen, treten nämlich aus der Hörzellenlage schon nach kurzer Behandlung mit Wasser, mit schwachen Lösungen von Chromsäure (chroms. Kali), Jodserum u. s. w. Man kann auch unter dem Mikroskop die Entstehung derselben verfolgen: sie werden dabei immer zahlreicher, bis sie in mehreren Schichten die Maculafläche bedecken. Sie haben oft einen langen, feinen Stiel, mit welchem sie dieser Fläche anhängen. Wenn man das frische Labyrinth gleich in starke Osmiumsäure legt, wird die Bildung dieser Tropfen verhindert; wird aber die Säure erst nach Entstehung derselben zugesetzt, so werden sie dadurch erhärtet und etwas dunkel gefärbt; sie erscheinen dann in zierlichen Formen und können vielleicht für etwaige zellige, normale Gebilde genommen werden, was von einigen Verfassern wirklich scheint geschehen zu sein. Solche Tropfen bleiben indessen oft an den Hörhaaren, bald an der Wurzel, öfter aber an der Mitte oder Spitze hängen. Es ist mehr als wahrscheinlich, dass die Angaben der Verfasser über das Zusammenfliessen der Hörhaare zu Tropfen in diesem Verhalten ihren Grund haben: bei genauer Betrachtung derartiger Bilder wird man aber gewöhnlich ohne Schwierigkeit das Haar durch den Tropfen hindurch verfolgen können (T. III, F. 18 A¹ ak).

Was den Bau der Hörhaare anlangt, so ist er, der Feinheit derselben wegen, bei den Fischen weit schwieriger als bei den übrigen Vertebraten zu erforschen. So weit ich sehen konnte, sind dieselben aber auch hier an der Basis etwas geplattet. Wie ich schon in meinem oben citirten Aufsatz angegeben, bestehen sie bei den Fischen wie bei den übrigen Vertebraten von einander geordneten, äusserst feinen, gleichdicken, geraden Stäben, welche besonders durch Osmiumsäurebehandlung, aber auch durch Chromsäure sich leicht von einander trennen und eben dann als von der Hörzelle in verschiedener Richtung ausgehende Büschel von längeren oder kürzeren, feinen, geraden Stäben oder Fasern erscheinen (T. II, F. 3 hh¹). Diese Stäbe sind, wie überhaupt die Hörhaare selbst, sehr spröde und brechen leicht in verschiedener Länge ab; bisweilen sieht man an ihnen Winkelbiegungen; eine die Stäbe mit einander verbindende Substanz konnte ich trotz ihrer wahrscheinlichen Anwesenheit nicht finden. Diese Zusammensetzung der Haare aus Stäben nimmt man auf die frappanteste Weise wahr, indem man oft an ganzen Reihen von Hörzellen kein einziges Haar unbeschädigt, sondern nur Büschel divergirender feiner Stäbe an der Hörzellenfläche finden kann. Eine Fortsetzung der Haare innerhalb der Hörzellen nach den Kern derselben u. s. w. konnte ich nie finden, wie ich auch an der Oberfläche der Zellen keine besondere Bildung sah; bisweilen erscheint wohl diese Fläche als eine Scheibe von der übrigen Zelle markirt, wie es bei den höheren Wirbelthieren gewöhnlich ist; aber bei den Fischen ist diese, wie ich glaube, immer nur scheinbare Bildung seltener zu sehen. Das untere Ende der Hörzellen zeigt sich an Isolirungspreparaten gewöhnlich wie quer abgebrochen; sie enden da mit einem breiten, unebenen Rande. Bisweilen fand ich indessen unbeschädigte Hörzellen, deren unteres Ende in eine feinere, gewöhnlich etwas schief absteigende Faser (F. 3 uf) ausläuft,

welche bald kürzer, bald etwa gleich lang mit der Hörzelle war, aber von mir trotz zahlloser Versuche nie länger gefunden werden konnte (s. u.). Einen directen Zusammenhang zwischen diesem Ausläufer und dem Kern der Zellen war auch nie zu sehen.

Die andere Art von Zellen in der Macula acustica, welche ich eigentliche Epithelzellen oder Stützzellen (vielleicht Isolirungszellen) nennen will, bilden den grössten Theil der schon bei der Beschreibung der Verticalschnitte erwähnten vielkernigen Lage unter der Hörzellenlage (T. II F. 3 *iz*). Sie finden sich nämlich in grosser Menge unter den Hörzellen, aber ragen auch zwischen ihnen, die Zwischenräume der Hörzellen ausfüllend, bis zur oberen Fläche der Macula hinauf. Sie sind lang und fadenartig schmal, senkrecht und dicht gedrängt, mit ihrem unteren, etwas erweiterten und quer abgestutzten Ende oder Basis an der Knorpelwand der Macula stehend, mit ihrem oberen Ende aber zwischen den Hörzellen die freie Maculafläche erreichend, wo sie oft auch eine kleine Erweiterung zeigen. Diese fadenartigen Zellen, welche sehr innig mit einander zusammenhängen und also schwer zu isoliren sind (am besten gelang es mir an Goldpreparaten), zeigen constant einen ovalen, etwa 0,0045—0,005 millim. langen Kern, der indessen an sehr verschiedenen Stellen der Zelle sich befindet. Ein Theil der Zellen hat nämlich den Kern dicht bei der Fläche der Knorpelwand, und diese Kerne bilden da immer eine beinahe zusammenhängende, nur von den Nervenfasern abgebrochene Lage (MAX SCHULTZES »Basalzellen«); unter diesen Kernen findet sich doch gewöhnlich ein kurzer, aber oft ziemlich breiter Fuss, mit welchem sie an der Knorpelwand befestigt sind. Ein anderer Theil (MAX SCHULTZES »Fadenzellen«) der Epithelzellen haben den Kern etwas höher u. s. w., bis endlich ein Theil derselben ihn an der Mitte ihrer Länge und dicht unter den Hörzellen, aber nicht höher nach oben hat. An den Enden der Kerne, deren Längendurchmesser im Allgemeinen senkrecht zur Knorpelfläche ist, geht nach oben und unten mit schneller Verschmälerung die fadenartige Zelle ab; sonst findet sich um den Kern herum nur eine sehr spärliche, oft fast verschwindend geringe Zellensubstanz. Die Zellen färben sich nur schwach durch Osmiumsäure und Gold, zeigen keine Varicositäten, haben eine etwas zähe Consistenz, und sind sehr wenig oder gar nicht feinkörnig. Von solchen Zellen werden, wie gesagt, die Zwischenräume rings um die Hörzellen erfüllt, und diese überall von einander isolirt; wie viele Epithelzellen aber zwischen jeder Hörzelle sich finden, ist nicht leicht anzugeben; im Allgemeinen glaube ich, dass in dem kürzesten Abstand wenigstens zwei zwischen jeder Hörzelle stehen, doch scheint das Verhältniss etwas variabel zu sein.

Das noch zu beschreibende Element in der Macula acustica des Hechtes sind die Nervenfasern; sie tauchen mit etwa derselben Dicke als im Nervenstamm (0,003—0,01 millim.) aus der Knorpelwand und laufen (T. II F. 3 *n*) zwischen den Epithelzellen, von welchen sie umgeben werden, gewöhnlich gerade oder etwas schief, ungefähr bis zur halben Höhe (Dicke) der Macula hinauf, dann biegen sie sich gleich unter den Hörzellen in mehr horizontaler Richtung um. Erst danach verlieren sie ihre Myelinscheide; zuweilen sieht man sie aber noch mit derselben eine Strecke in horizontal gewundener Richtung verlaufen. Diese schlingenförmigen Umbiegungen nimmt man auch gut an Flächenansichten wahr, besonders schön in den Grenzpartien der Macula. An Verticalschnitten von Osmiumsäurepreparaten kann man sie, nachdem sie die Myelinscheide verloren, nicht länger verfolgen und bei Zerzupfung derselben wurden sie mir immer vor ihrer Theilung abgebrochen; oft sieht man indessen dabei einen ziemlich dicken Axencylinder von gewöhnlichem, feinkörnig streifigem Aussehen, aber ohne Zerfall in Fibrillen sich noch

ein⁹ Strecke lang aus der quer abgerissenen Scheide fortsetzen. Wenn die Macula nur eine Stunde in schwache (etwa $\frac{1}{6}$ %) Lösung von chromsaurem Kali und noch besser, wenn sie nachher in schwache Osmiumsäure gelegt wurde, kann man doch an Zerzupfungspreparaten die Nervenfasern länger verfolgen. Man findet sie dann, wie MAX SCHULTZE es schon bei den Fischen angegeben hat, in mehrere Zweige unter wiederholter Theilung sich spalten. Nur finde ich nicht eine so schnelle Verzweigung der Fasern (oder richtiger Axencylinder): sie theilen sich nämlich im Allgemeinen dichotomisch, und ihre Zweige wiederholen mit Zwischenräumen diese Theilungsweise einige Mal, bis sie sehr fein und dann auch etwas varicös werden (T. II F. 6); zuweilen sieht man aber auch eine Theilung in mehrere Zweige schneller vor sich gehen; nicht selten spaltet sich schon im Beginn der Theilung vom noch breiten Axencylinder ein feiner, varicöser Faden ab; nie sah ich aber ein wirkliches »Zerfallen in Primitivfasern«. Trotz aller Bemühungen, konnte ich nicht das Ende der feinen, varicösen Nervenzweige und den so sehr wahrscheinlichen, ja fast unzweifelhaften Zusammenhang derselben mit dem unteren Ausläufer der Hörzellen finden. In der Nähe der Knorpelwand sah ich nie eine Theilung der Nervenfasern.

An den äusseren Theilen der Macula hören die Hörzellen, welche hier im Allgemeinen kaum weniger dicht stehen, mit einer ziemlich bestimmten Grenze auf. Zwischen dieser Grenze und den oben beschriebenen, in der Umgebung der Macula befindlichen Epithelzellen, sieht man, besonders nach oben, eine Zone von Uebergangszellen. An Verticalschnitten sieht man nämlich an der oberen Grenze der Macula ihre obere Contour mittelst einem gerundeten Abhang (T. II F. 5 *ab*) in die des umgebenden Epithels übergehen: diese schmale Zone besteht aus schief nach der Macula geneigten, geplatteten, ziemlich dünnen Cylinderepithelzellen mit ovalen Kernen in ihrem unteren Theile; die Zellen nehmen gegen die Hörzellengrenze immer an Länge zu und gehen in die Epithelzellen der Macula über. Von der oberen Fläche betrachtet, erscheinen sie auch geplattet mit etwa spindelförmigem, der Hörzellengrenze parallelem Umriss. Die äussersten Hörzellen scheinen auch eine etwas geneigte Stellung zu haben. Am unteren Umfang der Macula findet sich keine so wohl markirte Grenze. An Verticalschnitten sieht man das umgebende Epithel nur allmählig und mit einer ununterbrochenen Contour sich gegen die Macula erhöhen und in sie übergehen, indem seine Cylinderzellen immer höher werden.

Auf der Macula acustica utriculi liegt (T. I, F. 2, 3 *L*) der Otolith, welcher schon seit langer Zeit *Lapillus* genannt wird. Dieser, welcher beim Hechte, wie bei den Knochenfischen überhaupt, nur eine einzige, harte, »steinartige« Bildung ist, hat (T. II, F. 7 *a*¹, *a*¹¹) ungefähr die Form eines gleichseitigen Triangels oder richtiger eines Sectors, indem die obere Contour mehr abgerundet ist; etwas wechselt indessen die Form dieses Otolithen. Die äussere Fläche ist mehr convex als die innere, gegen die Mitte und den unteren Theil ist der Lapillus dicker, an den Kanten, besonders der oberen, erscheint er für das unbewaffnete Auge gezahnt, und bei Vergrößerung findet man ihn an seiner ganzen Oberfläche mit Höckern und Knollen besetzt. Was die Structur des Lapillus betrifft, so findet man bei seinem Zerquetschen, dass er, wie KRIEGER angegeben hat, aus einer Menge feiner Stäbe besteht. Man erhält nämlich bei diesem Verfahren theils isolirte Stäbe, theils und am meisten zusammenhängende Stücke verschiedener Form, an welchen man oft nur mit Mühe die Grenzen der einzelnen Stäbe wahrnehmen kann. Diese Stücke sind indessen sehr oft sector- oder fächerförmige Scheiben (T. II, F. 8) von verschiedener Dicke, an deren Flächen man eine vom Centrum des Lapillus aus radiirende, dichte Streifung mit quer darüber, aber concentrisch zur Mitte des Otolithen verlaufenden Bändern beobachtet, deren Kan-

ten oder Kantflächen aber feinpunktirt erscheinen. Setzt man zu solchen Stücken etwas Säure (z. B. Essigsäure), so lösen sich unter Entweichen von Kohlensäure die Kalksalze auf, der Rückstand aber besteht aus einer die Form des Stückes ganz behaltenden und ziemlich festen Masse, an welcher man die vorige Streifung nur deutlicher wahrnimmt. An solchen extrahirten Stücken beobachtet man daher ganz gut die Zusammensetzung aus Stäben: diese s. g. »Stäbe« (Bacilli KRIEGER) sind sehr feine, gerade, etwas steife oder elastische, dichtgedrängte, mit einander ziemlich parallele und nur einen sehr kleinen spitzigen Winkel bildende Fasern, welche länger sind, als man glauben möchte, indem sie sich über viele der concentrischen Bänder fortsetzen. Es ist sogar sehr wahrscheinlich, dass diese Fasern, wenn sie nicht durch die Preparation abgebrochen werden, was ziemlich leicht eben an diesen Bändern geschieht, vom Centrum des Otolithen zur Peripherie desselben reichen, und dass die concentrischen, oft ganz undeutlichen Bänder nur neue Ablagerungen des Kalksalzes in einem sonst zusammenhängenden Gewebe bezeichnen. Diese Auffassung der Structur des Lapillus wird noch wahrscheinlicher, wenn man einen ungequetschten, mit Säure (z. B. schwacher Chromsäure) extrahirten Otolithen untersucht; er zerspaltet sich dann sehr leicht in Scheiben, deren Zusammensetzung aus den erwähnten Fasern sehr deutlich ist (T. II F. 11). An Stücken, die noch nicht ganz extrahirt sind (T. II F. 10), sieht man die in ihrer Mitte übrigen Kalksalze feine Nadeln in der Richtung der Fasern aussenden. Aus Allem geht hervor, dass der Lapillus aus einer feinfaserigen Grundsubstanz besteht, in welcher Kalksalze (kohlensaurer Kalk) abgelagert sind. Der Lapillus liegt in einer ziemlich reichlichen, halbfesten, schleimähnlichen Masse eingebettet, welche besonders an seinen Kanten und seiner unteren Fläche sich befindet. In dieser, anscheinend homogenen Masse, welche ziemlich innig mit dem Lapillus verbunden ist, kann man eine feine, aber nicht besonders scharf ausgeprägte Streifung wahrnehmen, welche, wenn die Masse noch an dünnen Stücken des Otolithen hängt, eine radiäre Anordnung zeigt, und dies in etwa derselben Richtung wie die Stäbe oder Fasern des Otolithen. Wenn man kleinere Partien dieser Masse zerzupft und mit Anilin behandelt, sieht man (T. II F. 12), dass sie aus zahllosen, sehr feinen, weichen Fasern besteht, welche durch die Preparation mehr oder minder geschlängelt und verworren erscheinen, in ihrem natürlichen Zustand aber ziemlich gerade verlaufen. Die Theile dieser Masse, welche der Macula acustica anliegen, scheinen in der Nähe ihrer Oberfläche durch das Auseinandertreten der Fasern vacuolenähnliche, kleine Räume zu enthalten; an der Fläche selbst aber zeigen sie sich wie durchlöchert (T. II F. 13): die Löcher sind rundlich oder oval, und von verschiedener Grösse (etwa 0,003—0,01 millim.) und Anordnung, indem die etwas abgerundeten Zwischenbalken von verschiedener Dicke (ungefähr 0,002—0,01 millim.) sind. Diese fenestrierte Fläche stellt die von LANG bei den Cyprinoiden gesehene Membran dar, aber beim Hecht lässt sie sich nicht von der erwähnten schleimigen Masse getrennt darstellen, sondern bildet nur ihre Oberfläche nach der Macula zu. Alles zusammengenommen, liegt es nahe, anzunehmen, dass die ganze feinfaserige Masse die Membran der Macula bildet, und dass der Lapillus durch eine schichtenweise vor sich gehende Ablagerung von Kalksalzen in derselben entsteht. Das nähere Verhalten dieser membranösen Bildung zur Macula acustica ist aber sehr schwierig zu erforschen, weil sie sich so leicht von einander trennen; ob wirklich ihre Hörhaare in die Löcher der Membran eindringen, kann ich daher, so wahrscheinlich es auch sein mag, nicht mit Sicherheit entscheiden.

Von dem vorderen und oberen Theil des Recessus utriculi geht, wie erwähnt, *die sagittale*

Ampulle (T. I F. 1, 2, 3 *as*; T. III F. 1, 3 *as*) mit einer weiten, rundlichen Oeffnung (Ostium utriculare) ab; nach vorn und aussen gerichtet, bildet sie einen kurzen Bogencanal mit einer convexen, oberen Wand und mit der unteren Wand in der Mitte durch eine quere, hoch nach oben steigende, geplattete Falte (*Sulcus transversus STEIFENS.*) eingebogen, in welche der Ampullennerv sich einschleibt. Die obere Wand hat, von der Seite gesehen, eine rundliche Wölbung, im Durchschnitte ist sie dagegen mehr elliptisch, da die Seitenpartien einen etwas längeren Radius besitzen, als der oberste Theil. Das vordere Ende der Ampulle geht mit einer starken Biegung nach oben in den sagittalen Bogengang über; zusammen mit dem Anfang desselben bildet die Ampulle ein liegendes S. Dicht unter und etwas hinter der queren, zwischen der Ampulle und dem Bogengang befindlichen Falte findet sich an den beiden Seitenwänden der ersteren eine wenig hohe, aber deutlich abgesetzte, nach unten und hinten gehende, ovale Wölbung, (T. III F. 1 *g*) welche nicht ganz zur unteren Ampullenwand reicht, und welcher an der Innenfläche beiderseits eine Grube entspricht. Die knorpelige Wand der Ampulle ist am dicksten in dem oberen und den seitlichen Theilen (etwa 0,13—0,16 millim. messend), im unteren aber nur ungefähr halb so dick (0,065 millim.): die innere Fläche derselben ist eben, die äussere hier und da mit Unebenheiten versehen. Die untere Wand bildet, wie erwähnt, eine quere, faltenartige Einstülpung (*Septum nerveum SCARPA*, *Septum transversum STEIFENSAND*), indem der vordere und hintere Theil der Falte sich an einander legen, nur von dem hier aufsteigenden, platten, etwas fächerförmig ausgebreiteten Ampullennerven getrennt. An den Seiten des Septum, wie eben die knorpelige Falte genannt werden mag, bleibt auch der vordere und hintere Theil der Falte getrennt, da der Nerv hier am dicksten ist; in der Mitte desselben aber, wo gewöhnlich keine, oder auch nur wenige Nervenfasern verlaufen, verschmelzen sie vollkommen mit einander; hier in der Mitte ist das Septum auch dicker (0,36 millim.). Der Verticalschnitt des Septum in der Quere desselben (aber in der Längsrichtung der Ampulle) zeigt (T. III F. 8, 11) im Allgemeinen eine Kegelform. Der Kegel ist am bauchigsten in der Mitte des Septum, nach den Seiten nimmt er immer mehr ab. Der obere Umfang des Septum erscheint an den letztgenannten Schnitten im Allgemeinen weniger convex oder sogar platt und ziemlich scharf von der vorderen und hinteren Fläche abgesetzt, gewöhnlich mit derselben eine Kante bildend (F. 11); sonst ist die obere Fläche auch uneben, einige abgerundete Höcker zeigend. Von vorn oder hinten gesehen, zeigt der obere Umfang des Septum (T. III F. 9) in der Mitte einen Hügel mit einer langsam nach den Seiten sich senkenden Contour, welche aber an den Seitenwänden sich wieder etwas erhebt, um in diese überzugehen; von oben betrachtet, zeigt das Septum an beiden Seiten der rundlich erweiterten Mitte eine schmale Partie und dann gegen die Seitenwände wieder eine Erweiterung. Bei mikroskopischer Betrachtung erscheint der obere Umfang des Septum mit vielen kleinen, ungefähr gleichgrossen Firsten überzogen, so dass der Umriss eine wellenförmige Linie bildet (T. III F. 9). In den Firsten sieht man fast immer das Lumen eines quer oder schief gehenden, feineren Blutgefässes (*bl*); es scheint daher, als ob die Firsten der Gefässe wegen entstanden seien. Ausser diesen, am oberen Umfang des Septum ein dichteres Netz bildenden Gefässen finden sich auch solche hier und da, aber sparsam, im übrigen Septum. Daneben finden sich auch Canäle für die Nervenfasern, welche (T. III F. 4, 8, 9, 11 *n*) in der Mitte des Septum aufsteigen und gegen den oberen Umfang desselben nach verschiedenen Richtungen sich verbreiten; an der Oberfläche angelangt, treten sie theils einzeln, theils bündelweise zwischen den Gefässfirsten (F. 9 *n*) hervor, um sich ins Epithel zu begeben. Die Nervenfasern haben im Septum etwa die-

selbe Dicke, wie im Nervenstamm; sie theilen sich auch hier nicht. Der Knorpel des Septum und der Ampullenwand ist überall Spindelknorpel; im Septum sieht man oft die Knorpelzellen etwas reihenweise geordnet, indem sie, vom Nerven gerechnet, nach vorn und oben und nach hinten und oben gerichtet sind. Im Ampullendach, längs seiner Mittellinie, liegen die Knorpelzellen an der Innenfläche dicht gedrängt und mit der Fläche parallel angeordnet (T. III F. 14). Sonst sieht man an den Seitenwänden der Ampulle, besonders nach dem Septum zu, sehr sparsame Gefässe in der Wand verlaufen. Inwendig ist die Ampulle überall mit einem Epithel bekleidet, welches an der Utricularmündung eine Fortsetzung des Utriculus-epithels ist. An der oberen Wölbung der Ampulle findet sich (T. III F. 23) ein gewöhnliches, polygonales, einschichtiges Plattenepithel (von etwa 0,015—0,025 millim. Grösse der Zellen). Längs der Mittellinie des Daches bildet das Epithel (T. III F. 14 e) eine niedrige, in der Mitte oft etwas gespaltene Firste (etwa 0,0065—0,01 millim. hoch), welche (ef) aus dichtgedrängten, schief von den beiden Seiten aufsteigenden, mehr spindelförmigen Zellen besteht und welche den oben genannten Zellenstreifen in der Knorpelwand entspricht. Nach den Seitenflächen zu werden die Plattenzellen immer kleiner, aber zugleich etwas höher. An der unteren Wand der Ampulle findet sich auch als Fortsetzung vom Utriculus her eine Bekleidung von protoplasmatischen Epithelzellen, welche hier dicht gedrängt stehen, und an den Seitenwänden der Ampulle mit einer ziemlich bestimmten, erst auf- dann absteigenden Linie sich etwas verbreiten, um dann an der Fläche des Septum wieder aufzusteigen (T. III F. 8 pz); hier finden sie sich nämlich an etwa den unteren zwei Dritteln der Fläche und an den nach oben mit nur sporadisch im übrigen Epithel liegenden, sehr verzweigten Zellen (T. III F. 17). Auf der anderen Seite des Septum findet sich in der Ampulle diese eigenthümliche Zellenform nur in den ovalen Seitengruben, welche mit solchen Zellen überall bekleidet sind (T. III F. 8 pz¹), nach unten und vorn erstrecken sie sich aber mit etwas unbestimmter Grenze in das andere, gewöhnliche, polygonale Epithel, welches die untere Ampullenwand diessseits des Septum bekleidet, und vermischen sich mit demselben.

An der Seitenwand der Ampulle findet sich beiderseits oberhalb des Septum die Bildung, welche von STEIFENSAND den Namen *Planum semilunatum* erhalten hat (T. III F. 8 ps). Es ist eine fächerförmig ausgebreitete, aus einem einschichtigen Cylinderepithel bestehende, ziemlich gut begrenzte Zellenpartie, deren obere Grenzlinie schön convex ist und mit schneller Rundung in die vordere und hintere, weniger scharf bestimmte Grenzlinie übergeht, deren untere Grenze concav, von kleinerem Radius, als die obere Linie und in der Mitte sehr scharf markirt ist. nach vorn und hinten sich aber mehr verwischt. Die Länge des Planum ist etwa 0,8 millim. die Breite etwa 0,4 millim. Die Cylinderzellen, aus welchen es gebildet wird, zeigen von der Fläche gesehen (T. III F. 19 A¹) ein Mosaik mit schön polygonalen, etwa 0,005 millim. grossen Feldern, die die Oberflächen der Zellen sind. Von der Seite betrachtet (T. III F. 19) sind sie lange (0,07 millim.), gleichdicke, undeutlich längsgestreifte Zellen mit quer abgestumpften Endflächen und einem (etwa 0,0065 millim. grossen) runden oder rundlichovalen Kern, welcher an verschiedenen Stellen der Zellen, gewöhnlich aber unterhalb ihrer Mitte in der der Knorpelwand näheren Hälfte liegt. Diese im Allgemeinen senkrecht an der Knorpelwand stehenden Zellen werden nach den oberen und den Seitengrenzen des Planum zu niedriger, zeigen ihre grösste Höhe (die Höhe des Planum semil. selbst) in der unteren Hälfte des Planum und behalten dieselbe bis nahe an die untere Grenze, nehmen dann auch hier in Länge ab und stehen nicht mehr ganz senkrecht, sondern werden etwas nach unten gerichtet. An der unteren Grenzlinie gehen sie mit einer sehr schnellen Senkung

in ein niedriges Epithel (T. III F. 10 *ps*¹) über. Das ganze Planum semilunatum wird aus den beschriebenen Cylinderzellen gebildet; keine Nervenfasern oder Nervenendigungen finden sich in demselben. Die Zellen werden von Osmiumsäure und von Goldchlorid ziemlich stark gefärbt. Bei Behandlung mit Wasser und mit schwachen Lösungen von chromsaurem Kali u. dgl. treten aus dem Epithel helle, gestielte Tropfen, s. g. Albuminkugeln, ähnlich den bei der Schilderung der Crista acustica erwähnten, und welche auch hier, wie es scheint, von einigen für normale Bildungen gehalten wurden.

Nach oben, vorn und hinten wird das Planum semilunatum von polygonalem, klein- aber etwas hochzelligem Plattenepithel umgeben, welches allmählig in das oben geschilderte Epithel der oberen Ampullenwand übergeht. Ein solches polygonales, klein- aber hochzelliges Epithel (also richtiger Cylinderepithel) findet sich an der vorderen (Bogengangs-) und am oberen Theil der hinteren (Utricular-) Fläche des Septum nerveum, und schiebt sich auch von vorn und hinten zwischen dem Planum semilunatum und der Crista acustica ein; rings um die Crista zeigen sich die Zellen mehr und mehr zugeplattet, mit einer spindelförmigen, der Grenzlinie der Crista parallelen Oberfläche und ovalem Kern; von der Seite gesehen, sind sie zugeplattete Cylinderzellen, welche Uebergänge zu den eigentlichen Epithelzellen der Crista bilden (T. III F. 13).

Die obere Wölbung des Septum wird von der *Crista acustica* eingenommen. Diese, welche wie eine Kappe darauf sitzt, wiederholt im Wesentlichen seine Form. Von vorn oder hinten gesehen (T. III F. 4 *ca*), zeigt ihre obere Contour in der Mitte einen ziemlich hohen Hügel, welcher sich langsam nach den Seiten senkt, um dicht an den Seitenwänden wieder etwas anzusteigen. Von oben gesehen (T. III F. 5) zeigt die Crista in der Mitte auch eine grössere, rundliche Erweiterung, zu beiden Seiten eine Verschmälerung und dann dicht bei den Seitenwänden wieder eine Erweiterung. An Querschnitten (T. III F. 8, 11 *ca*) sieht man die Crista acustica wie eine Mütze die obere Wölbung des Septum umfassen, mit einer oberen gerundeten Contour, welche einem Zirkel von kleinerem Radius als dem der oberen Wölbung des Septum selbst gehört. Zwischen der Kante der Crista und dem angrenzenden Epithel des Septum entsteht eine Art Einbuchtung oder Rinne. An den Seitenwänden der Ampulle bildet die Crista, wie erwähnt, eine erweiterte Partie; diese steigt mit einer abgerundeten, äusseren Grenzlinie und mit abnehmender Dicke an der Seitenwand hinauf bis an das niedrigere, geplattete Cylinderepithel, welches das Planum semilunatum nach unten begrenzt; hierdurch bildet sich zwischen der Crista acustica und dem Planum beiderseits eine ziemlich tiefe Rinne (T. III F. 10 *ps*¹). Die Dicke (Höhe) der Crista ist im Allgemeinen 0,065—0,07 millim., nimmt aber in den Seitenpartien und auch vorn und hinten am Uebergang in das Epithel der Seitenflächen des Septum ab. Die Crista acustica besteht aus denselben Elementen wie die Macula acustica utriculi. Von der Fläche gesehen (T. III F. 18 *A*¹¹), zeigt sie ungefähr dasselbe Bild mit rundlichen oder etwas polygonalen, durch Zwischenräume getrennten Figuren, welche den oberen Flächen von Hörzellen entsprechen. Diese, die Hörzellen (T. III F. 18 *hz*), haben dieselbe Form, Grösse (etwa 0,028—0,03 millim.) und übrige Beschaffenheit wie in der Macula utriculi; ihre Kerne sind rundlich-oval und von etwa 0,0065 millim. Länge; am oberen Ende tragen diese Zellen auch hier je ein Hörhaar (*hh*), welches von einer breiteren Basis aufsteigend sich schnell verfeinert; diese Hörhaare haben aber hier eine bedeutende Länge, ich habe solche von 0,065 millim. gemessen; da sie aber sehr leicht abbrechen, ist es nicht unmöglich, dass sie noch länger werden können. Sie bestehen auch hier aus feinen, dicht an einander geordneten, gleichdicken, geraden Stäben oder Fasern, welche bei der gewöhnlichen

Preparation leicht zerfallen und als Büschel erscheinen. An frischen Preperaten oder nach kurzer Erhärtung in chromsaurem Kali ($\frac{1}{6}\%$) sieht man diese aufrecht stehenden Haare die Crista bedecken, wie das Getreide ein Ackerfeld. Die isolirten Hörzellen findet man fast immer mit einem quer abgebrochenen unteren Ende; bisweilen gehen sie aber in einen feinen, etwas gebogenen Faden aus. Zwischen den Hörzellen stehen (*ic*) Epithelzellen (Stütz- oder Isolirungszellen) von ganz denselben Formen wie die in der Macula utriculi geschilderten (s. oben und die Figuren); sie bilden indessen in der Crista im Allgemeinen eine, wenn auch nur sehr unbedeutend dickere Schicht. Die Nervenfasern gehen auch hier mit der Myelinscheide weit hinauf (T. III F. 9 *n*, 18 *n*), etwa zur Mitte von der Dicke der Crista und biegen sich dann um, um sich, die Myelinscheide verlassend, in feinere Zweige und in ähnlicher Weise wie in der Macula zu theilen (T. III F. 12). Den Zusammenhang derselben mit den Ausläufern der Hörzellen konnte ich aber auch hier nicht finden.

Auf der Crista acustica findet sich die *Cupula terminalis*. An frischen Preperaten und an solchen, die in Osmiumsäure erhärtet sind, kann man nur selten diese Bildung darstellen, weil sie so leicht abfällt; dagegen gelingt es ohne Schwierigkeit nach Behandlung mit chromsaurem Kali (Müllerscher Lösung u. s. w.) oder mit Goldchlorid oder Weingeist, und man kann dann auch ziemlich leicht mittelst der Schere Schnitte von derselben in Situ, sowohl der Länge als der Quere nach machen. In frischem Zustand, wie auch nach schwacher Erhärtung (z. B. in Müllerscher Lösung) ist sie so durchsichtig, dass man sie oft vergebens im Sehfelde sucht, ohne sie wahrzunehmen; durch Anilin aber gelingt es dann, sie in voller Ausdehnung darzulegen. Die Cupula zeigt sich indessen von sehr verschiedener Grösse, was wenigstens zum Theil Folge der Erhärtung sein mag; nach Behandlung mit Weingeist allein ist sie gewöhnlich am kleinsten, in Goldchlorid und Müllerscher Lösung erhält sie sich grösser, aber auch dann zeigt sie sich verschieden gross. Wenn man vorsichtig die beiden Endpartien der Ampulle abschneidet und nach Anilinfärbung bei schwächerer Vergrösserung die also geöffnete Mittelpartie betrachtet, so findet man (T. III F. 4 *cu*) die Cupula als eine Mütze die ganze Crista acustica bedecken, von derselben mehr oder weniger weit, am öftesten halbwegs oder zwei Drittel, zum Ampullendach hin reichen. Ihre obere Contour ist, von einer Seite zur anderen schön gewölbt, gewöhnlich etwas elliptisch, oft einer Kupole nicht unähnlich. Von vorn nach hinten ist die Cupula schmäler, mehr zusammengedrückt, so dass die Contour gewöhnlich etwa die eines Zuckerhuts ist; an Weingeistpreperaten ist sie auch abgerundet, aber, wie gesagt, gewöhnlich niedrig. Die untere, auf der Crista ruhende Fläche der Cupula wiederholt ganz die Form derselben; von vorn nach hinten ist sie also concav (T. III F. 11 *cu*) u. s. w.; zwischen der oberen Fläche der Crista und der unteren der Cupula sieht man gewöhnlich einen schmalen Raum (wie an derselben Figur). Die Kante, wo die untere concave und die obere convexe Fläche der Cupula zusammentreffen, ist ringsum ganz dünn, besonders an den Seitenpartien, wo sie als eine ganz dünne Membran in die Rinne zwischen dem Planum semilunatum und der Crista einläuft, um sich, wie es scheint, an das hier befindliche, niedrige Cylinderepithel anzulegen (T. III F. 10 *cu*). Vorn und hinten endigt die Cupula auch an den Grenzen der Crista, indem ihre Kante sich der hier befindlichen, niedrigeren Rinne anschliesst. Man sieht die Cupula gewöhnlich den Plana semilunata dicht anliegen, und Reste von Cylinderzellen derselben und von Albuminkugeln haften oft an ihrer Oberfläche. Die Cupula fällt, wie erwähnt, sehr leicht von der Crista ab, und man kann sie daher leicht mit der Preparirnadel vollständig abheben. Stücke ihres Gewe-

bes werden aber bei der Preparation auch oft abgerissen. Betreffs ihrer Consistenz ist die Cupula halbfest, etwa wie dicker Schleim, elastisch. Wenn man sie in Situ betrachtet, findet man sie schon bei nicht sehr starker Vergrößerung, wie LANG es angegeben, feinstreifig mit geraden, aufrecht stehenden, dichten Streifen (T. III F. 4 *cu*). Bei stärkerer Vergrößerung sieht man das ganze Gewebe der Cupula zwischen der oberen, stark convexen und der unteren, schwach concaven Fläche aus sehr dicht beisammen liegenden, im Allgemeinen gerade oder etwas wellenförmig nach oben gehenden Fasern (T. III F. 15, 16), bestehen, welche in den äusseren Schichten der Oberfläche mehr parallel gehen. In den unteren Theilen der Cupula liegen die Fasern nicht so dicht beisammen, wie in den oberen. Dies sieht man besonders an Querschnitten, welche im Allgemeinen als feinpunktirt erscheinen; an solchen Schnitten von den unteren Theilen stehen diese Punkte in bestimmter Entfernung von einander in einer homogenen Masse, an Querschnitten von den oberen Theilen liegen die Punkte jedoch sehr dicht beisammen, und man nimmt kaum eine Spur einer zwischenliegenden Masse wahr. An senkrechten Schnitten sieht man immer diese Structur aus Fasern. Bei der Preparation, besonders nach Zerzupfung, erscheinen die Fasern oft sehr wellenförmig gebogen (T. III F. 15) und bilden dann oft ein verworrenes Netz. Durch Anilin werden sie stark roth gefärbt. Dies Fasergewebe der Cupula ist sehr übereinstimmend mit dem oben beschriebenen Fasergewebe der Deckmembran der Macula utriculi. Die obere Fläche der Cupula besteht aus einer ziemlich dünnen, undeutlich feinkörnigen, sonst fast homogenen Lage, einer Art Häutchen, welches das Fasergewebe bedeckt (T. III F. 16 *me*); dieses Häutchen ist ziemlich steif, legt sich ungern in Falten und bricht ziemlich leicht; ich sah es am öftesten in Fragmenten mit gerissenen Rändern (wie an der Figur); an optischen Querschnitten sieht man seine Dicke gut und findet sie dabei ziemlich gleich (etwa 0,003 millim.). Am unteren Theil der oberen, convexen Fläche sieht man sehr oft eine Partie von Zellen anliegen, welche ganz wie rothe Blutzellen aussehen, ohne dass man verstehen kann, wie solche durch die Preparation hierher kommen könnten. Die untere, concave Fläche, an welcher man oft anhaftende Albuminkugeln aus der Crista findet, soll nach HASSE durchlöchert sein, und die Löcher sollen grösser sein, als die Basen der Hörhaare, welche in ihnen stechen. Zu wiederholten Malen glaubte ich hier auch kleine Loch-ähnlichen Bildungen zu spüren, konnte sie aber nie mit voller Sicherheit sehen. Die sonstige Uebereinstimmung mit der Deckmembran der Macula utriculi macht wohl auch hier eine Fenestrirung sehr wahrscheinlich, und die bestimmten Angaben eines so scharfen Beobachters, wie HASSE, lassen keinen Zweifel zu. Indessen ist diese Fenestrirung hier gewiss viel schwieriger wahrzunehmen, als an anderen Stellen; ich habe nämlich mehrmals die besten Gelegenheiten gehabt, dieselbe zu beobachten, aber statt Löcher sah ich gewöhnlich kurze, abgerissene, feine Fasern an dieser Fläche haften und in dieselbe ohne weitere Löcher eintauchen. Wenn HASSE die senkrechte Streifung der Cupula verneint und sie eher als parallel der Cristaoberfläche beschreibt, kann ich seine Auffassung nicht verstehen, denn solche längsgehende Streifen kann ich in der Cupula nicht sehen, nur aufrecht nach oben gehende. Was endlich die schwierige Frage betrifft, wie die Hörhaare sich zur Cupula verhalten, so ist es sicher, dass sie in die untere Fläche derselben eintauchen; an Verticalschnitten sah ich die Cupula sehr innig mit der Crista mittelst feiner Fasern zusammenhängen, welche vollkommen das Aussehen von Hörhaaren zeigten, aus der Crista ausgingen und senkrecht in die Cupula eindringen; erst nach Abreissen dieser Fasern konnte die Cupula abgetrennt werden. Die abgerissenen, feinen Fasern, welche ich, wie oben erwähnt, an der unteren

Fläche der Cupula anhaften fand, waren gewiss auch Hörhaare. Wie weit sie aber in die Cupula eindringen, ist schwieriger anzugeben. Es liegt vielleicht nahe, anzunehmen, dass alle die feinen Fasern der Cupula directe Fortsetzungen der Hörhaare sind, und es ist wirklich eine grosse Uebereinstimmung im Aussehen derselben. Die Fasern der Cupula sind doch gewiss etwas zu zahlreich, auch wenn man eine Auflösung der Hörhaare in ihre constituirenden Fasern annehmen wollte. Ueber diese sehr schwierige Frage kann ich mich für diesmal nicht mit voller Bestimmtheit aussprechen. Wenn man den Bau der anderen Membranæ tectoriæ berücksichtigt, wird ein solcher Zusammenhang der Hörhaare und der Cupulafasern sehr unwahrscheinlich. Aus Allem geht aber hervor, dass die Cupula eine Deckmembran ist, welche im Bau derjenigen der Macula utriculi ähnelt; wenn eine Ablagerung von Kalksalzen im oberen Theil der Cupula geschähe, würde die Uebereinstimmung vielleicht sehr auffallend werden.

Die Oeffnung (Ostium tubuli STEIFENS.), mittelst welcher die Ampulle in den *sagittalen Bogengang* sich ohne Abbruch fortsetzt, ist von rundlicher Form, mit etwas grösserer Breite im unteren Theil. Der Bogengang, welcher im Anfang von der Ampulle sich ziemlich gerade nach oben, aber auch etwas nach innen und hinten biegt und dabei sehr weit ist, wird bald schmaler, indem er sich nach hinten und innen und nur wenig nach oben fortsetzt; die Biegung der hinteren zwei Drittel haben einen grösseren Radius als die des vorderen. Das hintere Ende öffnet sich, wie erwähnt, mit einer trompetenförmigen, erweiterten Mündung in den oberen Theil des Sinus superior utriculi. Mit der Sagittalebene des Körpers bildet er einen spitzigen Winkel von etwa 5—10°. Seine Knorpelwand zeigt sich am Querschnitte am dicksten im unteren Umfang und an den Seiten, wo er etwa 0,12—0,14 millim. misst, wird dagegen im oberen Umfang dünner (etwa 0,08 millim.). Sein Lumen ist von rundlich dreieckiger Form mit der Basis des Dreiecks am unteren Umfang. Inwendig ist der ganze Bogengang mit einem schönen, einschichtigen, polygonalen Plattenepithel von kaum 0,003 millim. Dicke bekleidet, dessen Zellen innig zusammenhängen und leicht als eine Membran von der Knorpelwand sich ablösen (T. III F. 24 c). Die Zellen messen etwa 0,01—0,02 millim. in der Breite, ihre ovalen Kerne 0,006 millim. Längs der unteren Wand des Bogengangs, in der Mitte der Basis des Dreiecks, läuft eine etwa 0,007—0,01 millim. hohe Firste als Fortsetzung derjenigen des Ampullendachs und ist wie diese aus schief von den Seiten emporragenden, dichtgedrängten, mehr spindelförmigen Epithelzellen gebildet.

Die *horizontale Ampulle* (T. I F. 1, 2, 3 *ah*; T. III F. 2, 3 *ah*), welche, wie erwähnt, mit einer rundlichen Oeffnung (T. III F. 3 *ouh*) von dem oberen und äusseren Theil des Recessus utriculi ausgeht, ist im Bau in mancher Hinsicht mit der sagittalen übereinstimmend. Doch finden sich mehrere Abweichungen. Die horizontale Ampulle, welche im Allgemeinen etwas kleiner ist, als die sagittale, liegt, wenn man die letztere als aufrecht betrachtet, in Seitenlage; die etwas schief gestellte Utricularöffnung, welche länger nach vorn, als die Bogengangsöffnung, liegt, greift sehr auf die Seitenwand der Ampulle über (T. III F. 2 *ou*); deswegen muss der Ampullencanal eine andere Biegung machen, nämlich erst nach oben und aussen, dann nach hinten und endlich wieder nach aussen, bis er in den Bogengang übergeht. Nach aussen von der Utricularöffnung bildet die Wand der Ampulle eine nach oben und aussen gerichtete Ausbuchtung, zwischen welcher und der oberen Wölbung der sagittalen Ampulle die Knorpelwand tief eingebuchtet ist. Die eine Seitenwand der Ampulle ist wegen der Utricularöffnung von weit geringerer Ausdehnung als die andere. Die Convexität (»das Dach«) der Ampulle liegt theils nach innen, theils nach hinten. Vor ihrem Uebergang in den Bogengang finden sich

beiderseits solche schief gehende, ovale Ausbuchtungen der Wand mit entsprechenden Gruben an der inneren Seite, wie sie bei der sagittalen Ampulle beschrieben wurden. Der Sulcus transversus, welcher wegen der Seitenlage der Ampulle an ihrer äusseren Seite sich befindet, übrigens aber mit demjenigen der sagittalen ziemlich übereinstimmt, nimmt seinen Nervenzweig von der einen, der nach unten gerichteten Seite auf, indem der Nerv auf diese Weise sich bogenförmig nach dem Septum umbiegt und sich darin fächerförmig ausbreitet (T. III F. 6 n); ein Theil der Nervenfasern muss darum einen längeren Weg laufen, ehe er seinen Endigungsort findet. Der Nerv zeigt übrigens auch hier, wie an der sagittalen Ampulle, im Septum gewöhnlich eine Andeutung zur Theilung in zwei Partien, welche in den beiden Seitentheilen des Septum zur Crista aufsteigen, während nur eine geringere Anzahl von Fasern in die Mittelpartie desselben verlaufen. Die Knorpelwand ist von derselben Beschaffenheit wie die der sagittalen Ampulle; das Septum ist auch von demselben Bau, zeigt eine kegelförmige Ausbuchtung in der Mitte, an beiden Seiten davon eine Verengung, und an den Seitenwänden wieder eine Erweiterung u. s. w. Die innere Bekleidung der Ampulle stimmt auch im Ganzen mit der der sagittalen überein. Die einzige auffallende Verschiedenheit ist die, dass das Planum semilunatum der unteren Seitenwand, derjenigen, an welcher die Utriculärmündung sich befindet, und an welcher der Nerv die Ampulle erst erreicht, ganz und gar fehlt (T. III F. 6); statt des Cylinderepithels desselben hat man hier nur das gewöhnliche, polygonale Plattenepithel. An der anderen, nach oben gerichteten Seitenwand, findet sich dagegen ein Planum semilunatum mit umgebendem Epithel von ganz derselben Beschaffenheit, wie in der sagittalen Ampulle. Der Bau der *Crista acustica* ist, so viel ich sehen kann, ganz übereinstimmend mit derjenigen der sagittalen Ampulle: ihre Dicke, ihre Form und Begrenzungen, ihre Hörzellen und Hörhaare, ihre Epithelzellen (Stützzellen) und ihre Nervenfasern zeigen immer dieselben Verhältnisse, weshalb ich, um Wiederholungen so viel wie möglich zu vermeiden, auf die Beschreibung der Crista der sagittalen Ampulle hinweise. Dasselbe gilt von der *Cupula terminalis*, welche bei etwas vorsichtiger Preparation auch hier stets zu beobachten ist.

Der *horizontale Bogengang* (T. I F. 1, 2, 3 ch), welcher von der Ampulle sich nach aussen, hinten und etwas nach oben biegt, geht erst eine längere Strecke in dieser Richtung unter einer nur unbedeutenden Biegung, wendet sich aber dann, stärker gebogen, nach hinten, innen und unten, um dann wieder etwas nach oben, vorn und innen zu steigen und mit einer breiten, trompetenförmigen Mündung in den hinteren Theil des Utriculus sich zu öffnen; die vorderen und hinteren Enden des Bogengangs sind, von oben gesehen, mit einander ziemlich parallel. Die Länge des Bogengangs misst, wenn er ausgestreckt wird, mehr als der sagittale. Mit der Horizontalebene fällt er nicht ganz zusammen, da er sowohl mit seinem vorderen, mittleren und hinteren Theil spitzige Winkel bildet, welche seinen Biegungen zufolge sich schwerlich genau bestimmen lassen; dasselbe gilt von den Winkeln, welche der Bogengang mit dem sagittalen und dem frontalen Bogengang bildet. Der Durchmesser des horizontalen Gangs ist im Allgemeinen etwas geringer, als der des sagittalen. Der Bau seiner Knorpelwand und innerer Bekleidung stimmt mit der des sagittalen überein.

Die *frontale Ampulle* (T. I F. 1, 2, 3 af), welche, wie erwähnt, mit einer weiten, runden Mündung vom hinteren unteren Theil (dem hier wenig entwickelten Sinus posterior) des Utriculus ausgeht, wendet sich davon nach hinten und aussen. Sie ist der Form nach der sagittalen Ampulle sehr ähnlich, hat eine obere, gewölbte Wand (oder Dach), welche nach vorn

mit einer schnellen Biegung in die des Utriculus übergeht, hinten beim Uebergang in den frontalen Bogengang einen spitzigen Winkel mit diesem bildet. Da indessen die Form dieser Ampulle so vollkommen mit der sagittalen übereinstimmt, ist ihre Beschreibung hier überflüssig; nur muss man sich erinnern, dass, was nach vorn in der einen, nach hinten in der anderen gerichtet ist: die Bogengangsmündung der sagittalen Ampulle findet sich an ihrem vorderen Ende, die der frontalen an ihrem hinteren u. s. w. Die ovalen Seitenausbuchtungen, das Septum nerveum, die Crista acustica mit ihren Bestandtheilen (Hörzellen und Hörhaaren, Stützzellen, Nervenfasern), die Plana semilunata und die übrige Epithelbekleidung, die Cupula terminalis u. s. w. sind so übereinstimmend mit den entsprechenden Bildungen der sagittalen Ampulle gebaut, dass ich nur auf die Beschreibung derselben hinzuweisen brauche.

Der *frontale Bogengang* (T. I F. 1, 2, 3 *cf*), welcher mit einer rundlichen, weiten Mündung von der Ampulle ausgeht, steigt erst nach oben, aussen und hinten, dabei an einer Stelle dicht dem horizontalen Gang sich nähernd und denselben unter spitzigem Winkel kreuzend, wonach er sich wieder nach vorn, innen und ein wenig nach unten biegt, bis er mit einer trompetenförmig erweiterten Mündung am Gipfel des Sinus utriculi superior in denselben sich öffnet; der frontale Bogengang bildet also, ganz wie die anderen beiden Bogengänge, nicht einen Theil einer wahren Zirkelperipherie. Mit der Frontalebene bildet er einen bedeutenden (etwa 45°) Winkel und mit dem sagittalen Bogengang einen etwa 105—110° grossen Winkel. Er ist kürzer, als die anderen beiden Gänge, zeigt seinen grössten Durchmesser am Ampullenende und ist in der Mittelpartie etwa gleich breit mit dem entsprechenden Theil des sagittalen. Seine Knorpelwand und Epithelbekleidung stimmen auch mit denjenigen des sagittalen überein.

Von den dem Utriculus des Hechtes angehörigen Theilen ist noch die eigenthümliche Bildung zu beschreiben, welche den Namen Anhang (*Appendix utriculi*) erhalten hat, und welche schon seit älterer Zeit ein Gegenstand für Speculationen und Schilderungen der Anatomen gewesen ist. Dieser Anhang, der ganz constant vorkommt, bildet eine beutel- oder birnförmige Ausstülpung der Utricularwand, an deren unterem und innerem Theil er mit einer kleineren Oeffnung mündet (T. I F. 1, 2, 3 *ap*): von dieser Oeffnung geht er zwischen den Wurzelzweigen des N. VAGUS (und GLOSSOPHARYNGEUS) mit einem ziemlich schmalen, hohlen Stiel nach hinten, erweitert sich dann blasenförmig und endigt hinten abgerundet dicht unter der Dura mater, mit welcher er innig zusammenhängt, an der Seite des Foramen (Canalis) occipitale. Von einer Seite zur anderen ist er gewöhnlich etwas zusammengedrückt, und der Stiel bildet mit dem erweiterten Theil oft am oberen Umfang einen Absatz. Uebrigens wechselt diese Bildung etwas in der Form; sie ist bald mehr langgestreckt, bald mehr kurz und hoch. Die Wand des Anhangs besteht aus Spindelknorpel, ist inwendig an der unteren Seite, besonders gegen den Uebergang in den Stiel, etwas uneben, mit wellenförmiger Fläche. Das die Innenfläche bekleidende Epithel ist ein gewöhnliches polygonales, einschichtiges Plattenepithel, wie in den Bogengängen. Was die Deutung dieser s. g. Appendix utriculi betrifft, so wurden seit alter Zeit verschiedene Ansichten darüber ausgesprochen. Also vergleicht z. B. schon CASSERIUS diese Bildung mit der Schnecke; CAMPER betrachtet sie als ein Ligament (»Tensor bursæ«); SCARPA hält sie unter dem Namen »canaliculum semicircularium appendix« für ein Rudiment eines vierten Bogengangs; BRESCHET giebt an, dass eine solche Bildung auch einigen anderen Fischen (wie *Lophius piscatorius*, *Trigla Gurnardus*, *Perca Labrax*) zukomme, womit er aber, wie auch HASSE urtheilt, sicher die Lagena derselben (die *Cysticule* BRESCHET) meint, und betrachtet sie als Rudiment des von E. H. WEBER

bei den Cyprinoiden entdeckten, eigenthümlichen Apparates, welcher das membranöse Labyrinth mit der Schwimmblase verbindet.

Mir gelang es nicht, eine sichere Deutung der Appendix zu finden. Der einzige Fisch, bei welchem ich diese Bildung gesehen habe oder wirklich beschrieben fand, ist der Hecht. Möglicherweise kann die Entwicklungsgeschichte eine Erklärung derselben geben. Dass sie indessen nicht der Lagena der anderen Fische entspricht und im Allgemeinen nicht zur Schnecke gehört, ist deutlich. Ich betrachte sie also für jetzt als eine nur beim Hecht bekannte, ihm ganz eigenthümliche Bildung.

An der unteren Wand des Utriculus finden sich ferner zwei kleine, dicht beisammen liegende, interessante Erhabenheiten (T. I F. 1, 2 *pb*; T. IV F. 1 *pb*), deren Schilderung ich aber zusammen mit einem anderen Theil des Labyrinthes weiter unten geben will.

An der unteren Wand des Utriculus dicht nach vorn von den eben erwähnten Erhabenheiten und ziemlich senkrecht unter dem Sinus utriculi superior befindet sich das Loch, welches die einzige Communicationsöffnung zwischen dem Utriculus und dem Sacculus bildet (T. I F. 2 *cc*; T. IV F. 1 *cc*). Es ist ein rundlich ovales Loch von etwas, wenn auch nur unbedeutend wechselnder Form und ungefähr 0,35 millim. Grösse, welches zu einem beim Hecht sehr kurzen, in den Sacculus mündenden Canal (*Canalis communicans* s. *utriculo-saccularis*) führt. An den Rändern dieses Lochs biegt sich die Wand des Utriculus scharf faltenförmig in die des Sacculus um, aber rings um das Loch sind die beiden Wände in der Ausdehnung von ungefähr 1,5—2 millim. mit einander innig verwachsen.

Der *Sacculus* (T. I F. 1, 2, 3 *s*), welcher, wie erwähnt, nur durch diesen kurzen Canal mit dem Utriculus zusammenhängt, ist ein nach unten und etwas nach aussen von diesem liegender, mandelförmiger Sack, dessen vorderes, spitziges Ende weit unter den Recessus utriculi (bis drei Viertel von demselben) reicht, dessen hinteres, (dem Sacculus aber eigentlich nicht angehöriges) abgerundetes Ende ungefähr unter dem vorderen Ende der Frontalampulle fortläuft. Utriculus und Sacculus liegen eine Strecke dicht aneinander, und in der inneren, medialen Rinne zwischen ihnen liegt der Ramus cochlearis. Von einer Seite zur anderen ist der Sacculus gewöhnlich etwas zusammengedrückt. An seiner medialen Oberfläche findet sich, wie oben erwähnt, der Ramulus sacculi mit einer breiten, triangulären Ausbreitung. Die Wand des Sacculus besteht, wie die des übrigen membranösen Labyrinths aus Spindelknorpel; die laterale Wand misst etwa 0,015 millim., die mediale, an der Macula sacculi 0,05—0,13 millim.; an der Macula (T. IV F. 2) ist sie, wie an der Macula utriculi, auswendig uneben, mit Firsten und Gruben, in welchen die Nervenfaserbündel liegen. Von den Gruben gehen senkrecht oder schief zur inneren Fläche durch die Knorpelwand eine Menge von Canälen, welche von den zur Macula acustica aufsteigenden Nervenfasern (*n*) erfüllt sind; daneben ist die Wand von Blutgefässen (*bl*), welche dicht unter der Innenfläche ein etwas engmaschigeres Netz bilden, durchzogen. Inwendig ist der Sacculus an der lateralen und oberen Wand mit einem gewöhnlichen, einschichtigen, polygonalen Plattenepithel (T. IV F. 13) bekleidet (dessen Zellen etwa 0,01—0,025 millim. messen, mit ovalen Kernen von 0,004 millim.).

An der Innenfläche der medialen Wand befindet sich die *Macula acustica sacculi* (T. IV F. 1 *ms*). Sie besteht im Mittel aus einer mehrere millim. langen und an der breitesten Stelle etwas mehr als millimeterbreiten Fläche; die Längenrichtung dieser Fläche geht von vorn nach hinten, die Breitenrichtung dagegen von oben und innen nach unten und aussen, aber in

beiden Richtungen ist sie etwas gebogen in Uebereinstimmung mit der Knorpelwand, welcher sie anliegt. Sie ist sonst am breitesten in der Mitte, wo indessen sowohl an der oberen, als an der unteren Grenze eine schwache Einbuchtung vorhanden ist, und verschmälert sich langsam gegen das vordere und hintere Ende, welche beide ziemlich spitz auslaufen; das hintere Ende steigt auch gewöhnlich ein wenig an der Wand hinauf. Die Dicke (Höhe) der Macula ist im Allgemeinen 0,04—0,06 millim., etwas grösser aber am oberen Umfang (0,065 millim.), als am unteren. Ihre Oberfläche zeigt bei Vergrösserung dasselbe Bild wie die Macula utriculi und die Cristae acusticae, nämlich rundliche oder rundlich polygonale Figuren, die Oberflächen der Hörzellen, von etwa 0,0037—0,0045 millim. mit helleren Zwischenräumen (T. IV F. 4). An Verticalschnitten und durch Zerzupfung (T. IV F. 3) findet man die Macula sacculi aus denselben Elementen zusammengesetzt, wie die Macula utriculi und die Cristae ampullarum, nämlich:

1) Hörzellen von ganz gleichem Aussehen und gleicher Grösse, wie an diesen Stellen, mit einem rundlich ovalen Kern von 0,055—0,065 millim. Länge und mit 0,01—0,016 millim. langen Hörhaaren, welche auch hier aus feinen Stäben zusammengesetzt sind; bisweilen findet man auch hier das untere Ende der Zellen, welches gewöhnlich durch die Preparation quer abgebrochen wird, in einen fadenförmigen Ausläufer schief nach unten sich fortsetzen;

2) Epithelzellen (Stütz- oder Isolirungszellen) von ganz gleicher Form, Grösse und Anordnung wie am genannten Ort:

3) Nervenfasern, welche auch ein ganz übereinstimmendes Verhalten zeigen. Da eine Beschreibung dieser Theile nur eine Wiederholung der oben bei der Macula acustica utriculi gemachten Angaben sein würde, so glaube ich es hinreichend, wenn ich hiermit einfach auf die Schilderung derselben hinweise. An der Grenze der Macula sacculi, deren Oberfläche am oberen Umfang ziemlich schnell, am unteren dagegen nur langsam sich zur Fläche des umgebenden Epithels senkt, findet sich eine schmale Zone von geplatteten Cylinderepithelzellen, die den Kern in der Nähe des unteren Endes haben. Nach aussen davon sieht man immer eine breitere Zone protoplasmatischer Epithelzellen von demselben Aussehen, wie an der Macula utriculi; zwischen diesen Zellen, welche nach aussen immer sparsamer, zuletzt nur sporadisch, dabei aber mehr verzweigt werden und mit einer unbestimmten Grenze aufhören, liegen gewöhnliche, kürzere Cylinderepithelzellen, die in das polygonale Plattenepithel der übrigen Saccularwand übergehen.

Auf der Macula sacculi liegt der grosse Otolith, welcher *Sagitta* genannt wird (T. I F. 1, 2, S; T. IV F. 5). Er ist vorn zugespitzt, hinten breiter, mit einer lateralen und einer medialen Fläche, und mit einem oberen, einem unteren und einem hinteren Rand. Der obere, convexe Rand ist gezahnt und hat etwas vor seiner Mitte einen grösseren Einschnitt; sonst sind die Zähne des oberen Randes gewöhnlich zu drei oder vier durch einige andere, etwas tiefere Einschnitte in Gruppen getheilt. Der hintere convexe Rand zeigt gewöhnlich in der Mitte einen tieferen Einschnitt und sonst einige kleinere. Der untere Rand hat nur eine Menge von kleineren Einschnitten, ist ziemlich gerade, biegt sich aber hinten, um in den hinteren Rand überzugehen: vorn läuft er mit dem oberen zur Spitze des Otolithen zusammen. Die laterale Fläche ist im Allgemeinen ziemlich flach, zeigt nur geringe Unebenheiten (oben etwas concav, unten etwas convex), dabei aber doch einige von den Zacken des oberen Randes nach der Mitte radienartig gehende, niedere Firsten. Die mediale, auf der Macula liegende Fläche zeigt eine längs der Mitte befindliche Rinne (T. IV F. 5 a), welche am grösseren Einschnitt des Hinterrandes

beginnend, fast 1 millim. breit und etwa 1.5 millim. tief, erst etwas nach unten, dann gerade nach vorn läuft, bis sie unter dem grossen Einschnitt des oberen Randes und vor ihrer Mitte sich etwas nach oben erweitert, oder sich wie in zwei Arme theilt, indem ihre obere Grenzlinie etwas steigt, die untere dagegen gerade nach vorn zur Spitze des Otolithen geht, wo sie auch etwas oberhalb derselben endigt. Ueber dieser Rinne ist die mediale Fläche convex, ohne andere Unebenheiten als einige strahlenförmige Firsten in der Nähe des oberen Randes. Unter der Rinne ist die Fläche auch convex, in der vorderen Hälfte aber mit dichtstehenden, schmalen, von der Rinne nach unten gehenden, den unteren Rand des Otolithen aber nicht erreichenden, kleinen Firsten versehen. Der feinere Bau der Sagitta stimmt ganz mit dem des Lapillus überein. Die Sagitta liegt in einer glasigen, durchsichtigen, schleimig halbfesten Masse, welche den Raum zwischen dem Otolithen und der Wand des Sacculus ausfüllt, eingeschlossen. Diese Masse zeigt keine solche deutliche Faserung, wie die des Lapillus, sondern nur eine klare, homogene Structur mit nur schwacher Andeutung zur Faserung. An den in Osmiumsäure erhärteten Präparaten fand ich, sonderbar genug, nicht diese Schleimmasse; durch Goldchlorid und chromsaures Kali tritt sie jedoch deutlich hervor, aber auch an frischen Präparaten kann man sie ganz gut wahrnehmen. Die tiefe Rinne an der medialen Fläche der Sagitta wird von einer festeren, glasigen Masse erfüllt, welche nach vorn auch wie in zwei Arme sich theilt und durch Erhärtung in Osmiumsäure dunkel und sehr spröde wird; bei näherer Untersuchung findet man sie glasig homogen, ohne andere sichtbare Spur von Structur, als die darin immer und in reichlicher Menge vorkommenden, vacuolenähnlichen, klaren, mehr oder minder rundlichen, grösseren und kleineren Räume. An der medialen Fläche dieser Masse findet sich eine Membrana tectoria von ungefähr derselben Form und Grösse, wie die Macula acustica selbst; die der Macula anliegende Fläche zeigt eine Menge von nicht ganz regelmässig geordneten, rundlichen oder ovalen Löchern von etwas verschiedener Grösse (0,003–0,008 millim.), mit zwischenliegenden Balken von ziemlich verschiedener Breite (T. IV F. 6). Bei tieferer Einstellung des Mikroskopes findet man diese Löcher gewöhnlich etwas breiter werden, und in dem Boden dieser »Schalen« sieht man eine homogene Masse, welche besonders nach Anilinfärbung deutlich hervortritt. Am Rande der Membran (T. IV F. 7) findet man die eigentlichen Löcher an Menge und Grösse abnehmen und feine Balken mit zwischenliegenden Spalten in etwas unregelmässiger Anordnung nach der Kante auslaufen und da in einer undurchbrochenen, schmalen Randpartie endigen. An Verticalschnitten von dieser Membran (T. IV F. 8) findet man sie oft ganz dick und an ihrer, der Macula anliegenden Fläche sieht man eine Menge von dicht beisammenstehenden, durch schmale Wände getrennten, glockenförmigen Räumen (*a*), welche deutlich die Fortsetzung der an der Fläche gesehenen Löcher sind. Bisweilen erscheinen sie am Verticalschnitte blind an der Fläche endigend, dies beruht jedoch wahrscheinlich darauf, dass der Schnitt etwas schief gefallen oder vielleicht auch dass die Räume nicht immer ganz vertical stehen; sie steigen nicht ganz zu derselben Höhe in die Membran hinauf. Die zwischen den Räumen liegenden Wände sehen etwa wie Balken aus; besonders am Rand der Membran (*ra*) nimmt das Gewebe die Form von faserigen Balken an, und die Räume werden hier schmaler, dicht und schief stehend und mehr spaltenähnlich. Die Dicke der Membran nimmt auch an den Seiten ab, und die Kante senkt sich am Verticalschnitte, d. h. die mediale Fläche der Membran ist etwas concavirt, um die Macula näher zu umfassen. Ueber den glockenförmigen Räumen zeigt sich die Membran am Verticalschnitte glasig homogen, structurlos, nur mit eingeschlossenen, grösseren und kleineren, unregelmässig angeordneten, vacuolenähnlichen,

rundlichen oder ovalen Räumen, in welchen bisweilen feinere Balken von demselben glasigen Gewebe sich finden (*va*). Die spröde Masse setzt sich theils in die oben beschriebene Flächenpartie, zu deren Glockenräumen ihre Vacuolenräume einen Uebergang bilden, ohne Abbruch fort, theils ähnelt sie so sehr der erwähnten glasigen Masse, welche in der Rinne der Sagitta liegt, dass sie höchst wahrscheinlich nur eine directe Fortsetzung derselben ist, wenn sie auch gewöhnlich davon getrennt wird und weniger der glasigen Masse mit der fenestrierten, medialen Fläche (der eigentlich s. g. Membrana tectoria) folgt. Einigemal erhielt ich die Membran und die glasige Masse in isolirtem Zustand innig zusammenhängend, aber bei Versuchen Verticalschnitte von beiden zu machen, wurden sie von einander getrennt. Oft sieht man an der medialen Fläche und in den Glockenräumen rundliche, granulirte Kugeln, die ziemlich das Aussehen von Zellengebilden haben, bei näherer Untersuchung erweisen sie sich aber nur als Albuminkugeln, welche aus der Macula acustica ausgetreten sind. Wie die Membran sich zur Macula eigentlich verhält, ist nicht leicht anzugeben, da man schwerlich Verticalschnitte von ihnen in natürlicher Lage zu einander machen kann; ob also die Hörhaare mit den Löchern der Membran etwas zu thun haben, wird nicht leicht mit Bestimmtheit anzugeben sein. Ehe ich die Beschreibung des eigentlichen Sacculus abschliesse, will ich einer anderen ihm angehörigen Bildung gedenken. Es giebt nämlich an der oberen inneren Wand desselben noch ein Loch (T. I F. 2 *ds*; T. IV F. 1 *ds*). Dies liegt medialwärts vom Canalis communicans (utriculo-saccularis) eben in der Rinne, welche durch das Auseinanderweichen der Utricularwand von derjenigen des Sacculus an der inneren Seite gebildet wird. Es ist gewöhnlich von dem anliegenden Nervus cochlearis bedeckt, und man sieht es oft erst nach Zurückbiegen dieses Nervenzweiges. Das Loch, welches eine ovale Form und ungefähr 0,2 millim. Länge hat, ist die Eingangsöffnung eines membranösen Canals, der dicht an der Utricularwand anliegend davon nach oben steigt. Die Wand dieses Canals ist sehr dünn und hängt auch so innig mit der pigmentirten Dura mater zusammen, dass sie mir immer bei Abtragung derselben zerrissen wurde; wohin dieser Canal geht, kann ich also nicht angeben; ich habe ihn indessen eine Strecke hinauf an der medialen Wand des Sinus utriculi superior verfolgen können. Ihn durch Injection vom Sacculus aus zu füllen, ist mir bisher immer misslungen. Bei Betrachtung desselben wirft man gern die Frage auf, ob hier nicht ein Aquæductus vestibuli vorliege, was doch sehr wahrscheinlich ist; es wäre gewiss von Interesse dies weiter nachzuforschen. In Betreff seiner Saccularöffnung ist indessen noch zu bemerken, dass er von derselben anfangs oft etwas schief nach hinten geht, so dass die Oeffnung dann wie eine Blindtasche erscheint.

Wir haben also beim Hechte ohne Schwierigkeit die Homologa für fünf Nervenendstellen der höheren Thiere, nämlich die Macula acustica utriculi, die Macula acustica sacculi und die drei Cristæ acusticæ der Ampullen, wiedergefunden. Es bleibt daher übrig, das Homologon der Schnecke zu suchen, und dies geht auch ohne grosse Schwierigkeiten. Dass, wie man früher angenommen hat¹, der ganze Sacculus der Cochlea der höheren Thiere entspreche, bedarf keiner Wiederlegung mehr. Wir haben aber noch drei Nervenendstellen im Labyrinth des Hechtes zu beschreiben. Eine von diesen (T. IV F. 1 *p/l*) befindet sich am hinteren Ende des Sacculus, dessen Wand aber bei diesem Fische keine Abgrenzung gegen diese Stelle zeigt, sondern un-

¹ So z. B. CUVIER. — HUXLEY (Lectures on the Elements of compar. Anatomy 1864) äussert, wenn er vom Opisthoticum spricht, dass »so lange man gar nicht mit Sicherheit weiss, ob der Sacculus der Fische der Cochlea der höheren Wirbelthiere entspricht«, vermisst man auch eins der besten Zeichen, um diesen Knochen zu erkennen.

mittelbar mit der Knorpelwand derselben zusammenhängt. Der Knorpel ist unter dieser Nervenendstelle (T. IV F. 9), wie an der Macula utriculi und sacculi, verdickt (0,13—0,25 millim.) und bildet an der Innenseite eine rundliche Erhebung, welche besonders am oberen Umfang einen grösseren Abhang zeigt. An der äusseren Fläche zeigt die Wand auch hier Gruben, in welchen die Nervenfaserbündel liegen, und im Knorpel aufsteigende Canäle für die Nervenfasern, welche hier zum Endigungsort gehen; ferner auch Blutgefässe u. s. w., wie an der Macula utriculi und sacculi. Die Nervenausbreitung hat ungefähr eine dreieckige Form, und die Nervenendstelle selbst (T. IV F. 1 *pl*) bildet ein langes, schmales, etwas gebogenes Oval, etwa halb so lang wie die Macula sacculi und etwa halb so schmal wie diese, in der Richtung von oben nach aussen und unten gehend. Die »Nervenepithellage« ist vollkommen wie die der Macula utriculi und sacculi und die in den Ampullen gebaut. Ihre Dicke wechselt zwischen 0,04 millim. (an den Rändern) und 0,06 millim. (an der Mitte). Die Flächenansicht (T. IV F. 10 *A¹¹*) zeigt dasselbe Aussehen wie an den genannten Stellen. Ihre Elemente sind auch hier (T. IV F. 10 *A¹*, *A¹¹*):

1) Hörzellen von derselben Form und Grösse (ungefähr 0,025—0,03 millim., die Ausläufer ungerechnet) mit Kernen von ähnlichem Aussehen und Grösse (0,0065 millim.), mit Hörhaaren von 0,013 millim. Länge und auch hier aus feinen, an einander geordneten Stäben zusammengesetzt, und mit einem unteren, schwer isolirbaren Ausläufer;

2) Epithelzellen (Stütz- oder Isolirungszellen) von ganz denselben Formen wie an den anderen Nervenendstellen, indem nämlich ein Theil den Kern an der Knorpelwand, die übrigen höher oben im Epithel, aber nie höher als bis zum unteren Ende der Hörzellen zeigen;

3) Nervenfasern, welche ihre Myelinscheide nicht früher, als in der Mitte von der Dicke der Epithellage verlieren, nicht selten aber dieselbe noch eine Strecke behalten, indem sie damit etwas in horizontaler Richtung verlaufen, ehe sie sich unter wiederholter Theilung verzweigen, um ohne Zweifel in die unteren Ausläufer der Hörzellen überzugehen, ein Zusammenhang, welchen ich indessen trotz eifrigem Suchen nicht darlegen konnte. An den Rändern findet sich eine Zone von geplatteten Cylinderepithelzellen mit den Kernen in der Nähe des unteren Endes, und dies Cylinderepithel geht dann in ein immer niedrigeres Epithel über, welches allmählig zum einfachen, polygonalen Plattenepithel der Saccularwand wird. Ringsum die Nervenendstelle finden sich protoplasmatische Epithelzellen, bald mehr polygonal, bald mehr verzweigt, unter den Cylinderzellen zerstreut, ungefähr wie an der Macula sacculi, aber gewöhnlich etwas sparsamer.

Auf dieser Nervenendstelle liegt der Otolith, welchen man *Asteriscus* nennt (T. I F. 1, 2 *A*; T. IV F. 11). Dieser ist im Ganzen halbmondförmig, mit einem convexen, hinteren, zackigen und einem etwas weniger convexen, vorderen Rand und mit zwei schwach convexen Flächen, von welchen die eine eine flache Rinne hat. Bei Vergrösserung betrachtet zeigt der Otolith an seinen Flächen eine Menge grösserer und kleinerer Unebenheiten. Der Bau des *Asteriscus* stimmt mit dem der anderen Otolithen überein.

Er liegt auch in einer halbfesten, klaren Masse eingeschlossen, welche sogar mit derjenigen der Sagitta direct zusammenzuhängen scheint und wie diese keine eigentliche Structur zeigt. Zwischen dem *Asteriscus* und der Nervenendstelle liegt eine *Membrana tectoria* von ungefähr derselben Form und Grösse wie die der letzteren; Die Fläche dieser Membran ist auch (T. IV F. 12) mit vielen, nicht ganz regelmässig angeordneten, rundlichen oder ovalen Löchern (von

ungefähr 0,0015—0,006 millim. Grösse) versehen. Gelungene Verticalschnitte dieser Membran konnte ich nicht erhalten, aber Alles deutet darauf hin, dass sie wie die der Macula sacculi gebaut ist. Zwischen dieser Nervenendstelle und der Macula sacculi findet sich an der Saccularwand gewöhnlich eine kleine, ziemlich scharf begrenzte Ausbuchtung der Wand, welche leicht zerreisst; statt derselben sieht man oft ein ovales Loch mit etwas verdickten, ebenen Rändern.

Die beiden übrigen Nervenendstellen (T. I F. 1, 2 *pb*; T. IV F. 1 *pb*) befinden sich an den schon oben erwähnten kleinen Hügeln, welche am Boden des Utriculus dicht bei einander, die eine lateralwärts von der anderen, hinter dem Foramen communicans liegen. Sie sind von der Fläche gesehen (T. IV F. 1 *pb*) von rundlich ovaler Form, und jede von kaum 0,5 millim. Längendurchmesser (die laterale 0,45 die mediale 0,4 millim.). Am Verticalschnitt (T. IV F. 15) zeigt die Knorpelwand hier eine hügelartige Verdickung nach der Utricularhöhle zu. Die diese Endstellen versehenen Nervenzweige sind zwei dünne, geplattete Bündel, von welchen der zur lateralen Stelle gehende Ast doppelt so lang wie der andere und etwas gebogen ist; beide verlaufen sie vom Ramus cochlearis erst zwischen den Wänden des Sacculus und Utriculus, dann in die durch die Verwachsung dieser Theile gebildete Wand, um endlich im Hügel aufsteigend in das hier in der Utricularhöhle befindliche »Nervenepithel« mit myelinhaltigen Fasern sich zu verbreiten. Dieses letztere (T. IV F. 16), welches von 0,045—0,06 millim. Dicke ist, besteht auch hier, ausser den erwähnten, später sich wie gewöhnlich verzweigenden Nervenfasern, aus Hörzellen mit Kernen und (aus feinen Stäben zusammengesetzten) Hörhaaren (von etwa 0,02 millim. Länge) und ferner aus Epithelzellen (Stütz- oder Isolirungszellen), welche Elemente alle so ganz dieselbe Form, Grösse und Anordnung wie in den schon beschriebenen Nervenendstellen zeigen, dass ich sie hier nicht näher zu beschreiben brauche. Otolithen finden sich hier keine; von Deckmembranen sah ich keine Spur, so wahrscheinlich sie auch da vorhanden sind.

Von den letzt beschriebenen drei Nervenendstellen halte ich die erste, am hinteren Ende des Sacculus befindliche, ganz bestimmt für die *Papilla* (s. *Macula*) *Lagena*. Wie oben erwähnt, hat schon HASSE die hintere Ausbuchtung der Saccularwand, welche bei vielen Fischen vorkommt (die *Cysticule* BRESCHET), mit dem ihr angehörigen, von den älteren Anatomen schon gesehenen Nervenzweige als die *Lagena cochleæ*, das Schneckenrudiment der Fische beschrieben; er verneint indessen ganz bestimmt jede andere Schneckenabtheilung bei diesen Thieren. Beim Hecht ist die *Lagena* nicht vom Sacculus abgetrennt; bei vielen anderen Fischen bildet das hintere Ende des Sacculus eine besondere Ausbuchtung, weshalb man auch beim Hecht von dem eigentlichen Sacculus die in der Nähe der Nervenendstelle liegende Wandpartie abrechnen und zur *Lagena* gehörend betrachten mag. Die Vergleichung mit dem Verhalten bei anderen Fischen und mit der *Lagena* der Amphibien und Reptilien, besonders aber das Vorhandensein des dritten Otolithen und endlich der Abgang und Verlauf ihres Nervenzweigs zeigt deutlich, dass diese Nervenendstelle die *Papilla lagenæ* ist, so dass ich in dieser Hinsicht HASSE ganz beistimme.

Die anderen beiden Nervenendstellen aber, welche HASSE nicht gesehen hat und welche auch bei keinem anderen Autor erwähnt sind, glaube ich aus mehreren Gründen als der *Partis basilaris cochleæ* (*Papillæ partis basilaris*) entsprechend annehmen zu dürfen, obwohl sie hier ihren Platz so abgetrennt von der *Lagena* erhalten haben, dass sie sogar innerhalb einer anderen Cavität (Utriculus) liegen. Da sie indessen gar nicht zur *Macula utriculi*, nicht zur *Macula sacculi*, noch weniger zu den *Cristæ ampullarum* gerechnet werden können, so müssen sie zur *Cochlea* gehören, und diese Ansicht wird verstärkt, wenn man den Abgang ihrer Nerven-

zweige betrachtet; sie gehen nämlich vom Ramus cochlearis in der Nähe der Zweige der Lagena und der frontalen Ampulle aus, wie dies im Allgemeinen bei den niederen Thieren geschieht. Noch wahrscheinlicher wird diese Ansicht durch das Verhalten bei anderen Fischen, aber besonders durch dasjenige bei den Amphibien und Reptilien, welche letztere (die Eidechsen) sogar, wie Clason gezeigt hat, eine Pars basilaris haben, die in zwei dicht neben einander liegende Theile getrennt ist. Beim Hechte hat die Papilla lagenæ viel über die Pars basilaris an Grösse gewonnen; dies werden wir beim Vergleichen mit dem Verhalten anderer Fische als ein Gesetz in dieser Thierclassen finden, wie es auch im Allgemeinen für die niederen Wirbelthiere geltend ist.

Das Gehörorgan des Barsches (*Perca fluviatilis* L.).

T. V F. 1—9.

Das paarige membranöse Labyrinth liegt hier wie beim Hecht in der Schädelhöhle an der rechten und linken Seite des Gehirns. Das Homologon des Labyrinthus osseus bilden auch hier das *Occipitale basilare*, *Occ. laterale*, *Occ. superius*, *Epioticum*, *Prooticum* und *Squamosum*, welche eine mit derjenigen des Hechtes ziemlich übereinstimmende Form haben und in etwa derselben Weise das membranöse Labyrinth begrenzen. Beim Barsche findet sich aber an der äusseren Fläche des Schädels noch ein deutlich entwickeltes *Opisthoticum*; dieser Knochen, welcher eine dreiseitige, platte Form hat, liegt mit seinem vorderen, spitzigeren Theil an der äusseren Fläche des Prooticum (in demselben etwas eingeklebt), mit dem hinteren, breiteren Theil dagegen am Occipitale laterale und Squamosum und an der diese drei Knochen verbindenden Knorpelfuge; er geht also nirgends in die eigentliche Begrenzung des membranösen Labyrinthes ein. Die Knorpelfugen zwischen den Knochen sind im Allgemeinen von geringerer Ausdehnung, als beim Hechte. Uebrigens sind die Verschiedenheiten zu unbedeutend, um eine nähere Beschreibung der einzelnen Knochen zu erfordern. Nur in Betreff des Prooticum verdient es erwähnt zu werden, dass dasselbe an der Innenfläche eine am Frontale posticum beginnende, scharfe und ziemlich hohe, von oben und vorn nach hinten und unten verlaufende Firste besitzt, welche die Grube der sagittalen Ampulle, die des Recessus utriculi und die vordere Spitze der Sacculusgrube vorn begrenzt. Das Epioticum und Squamosum verhalten sich zum frontalen und horizontalen Bogengang ungefähr wie beim Hecht; die Fovea sacculi et lagenæ wird auch wie bei ihm gebildet; die Lagena liegt am Occipitale laterale, dicht bei seiner Vereinigung mit dem Occipitale basilare. Das Opisthoticum befindet sich also nicht in der Nähe der Lagena, wogegen dieser Knochen, wenn auch durch Knorpel und von anderen Knochen getrennt, lateralwärts von der Pars basilaris cochleæ liegt. Der horizontale und frontale Bogengang liegen, wie beim Hecht, in Canälen von Knorpel und Knochen gebildet. Der sagittale ist beinahe in seinem ganzen Verlauf frei; an der Grenze des vorderen und mittleren Drittels geht er indessen unter einer schmalen, quer darüber gespannten Knorpelbrücke, legt sich hier ein wenig an das Frontale posticum, und dann, zusammen mit der Ampulle, hinter der oben erwähnten Firste an das Prooticum. Der Utriculus und sein Sinus superior liegen, wie beim Hecht, in der Schädeleavität.

Der Nervus acusticus verzweigt sich (T. V F. 1, 2), ungefähr wie beim Hecht, in einen *Ramus vestibularis*, welcher sich in dieselben Zweige, *Ramulus rec. utriculi*, *Ramulus ampullae sagittalis*, *Ramulus ampullae horisontalis*, theilt, und in einen *Ramus cochlearis*, der sich in einen bald abgehenden *Ramulus sacculi*, einen *Ramulus ampullae frontalis*, zwei *Ramuli partis basilaris cochleae* und einen *Ramulus lagenaris cochleae* verzweigt.

Das perilymphatische Gewebe weicht im Bau von dem des Hechtes dadurch ab, dass beim Barsch Fettkugeln in reichlicher Menge darin vorhanden sind. Uebrigens besteht es auch hier aus ähnlichen Membranen und Balken, in deren Maschenräumen, wie beim Hecht, spongiöses Gewebe liegt; die Ausbreitung des letzteren ist indessen durch das reichliche Fett, welches als grössere und kleinere, von blutcapillarführenden Membranen umschlossene Kugeln die Maschenräume ausfüllt, sehr eingeschränkt.

Das membranöse Labyrinth zeigt schon beim ersten Blick einige Formverschiedenheiten von dem des Hechtes, indem es im Ganzen mehr in die Höhe gezogen ist, und der Sacculus und die Lagena mit einem Drittel ihrer Länge hinter das übrige Labyrinth schiessen¹. Das membranöse Labyrinth besteht indessen auch beim Barsch aus einem *Utriculus proprius* mit seinem *Sinus superior*, einem *Recessus utriculi*, einer *sagittalen*, einer *horizontalen* und einer *frontalen Ampulle* mit den ihnen angehörigen, drei gleichnamigen *Bogengängen*, einem *Sacculus*, einer *Lagena cochleae* und *Pars basilaris cochleae*. Der *Utriculus* (T. V F. 1, 2 *u*) ist auch hier ein langgestreckter, etwas schief von vorn nach hinten gehender Canal, welcher nach vorn in den *Recessus utriculi* übergeht, hinten aber die frontale Ampulle und das hintere Ende des horizontalen Bogengangs aufnimmt und am oberen Umfang in einen hohen, nach oben und etwas nach innen und hinten aufsteigenden *Sinus superior* übergeht. Dieser Sinus (F. 1, 2 *su*), welcher an seinem oberen Theil das hintere Ende des sagittalen und das innere, obere des frontalen Bogengangs aufnimmt, hat über den Mündungen derselben noch eine kleine, aufragende Ausbuchtung (F. 1, 2 *asu*). Der *Recessus utriculi* ist in der Form dem des Hechtes ähnlich; seine schalenförmige, ovale *Macula acustica* und ihre Nervenfasern steigen etwas höher an der lateralen Wand hinauf. Der *Lapillus* (F. 2 *L*) ist etwa rechteckig mit einer äusseren-unteren und einer oberen-inneren Fläche, welche beide etwas convex sind. Die *sagittale Ampulle*, welche etwas weiter nach unten von der vorderen Seite des *Recessus* abgeht, ist höher und kürzer als die des Hechtes.

¹ Folgende Masse, an dem membranösen Labyrinth eines mittelgrossen Barsches genommen, können die relativen Grössenverhältnisse desselben erläutern.

Das ganze membr. Labyrinth: Länge (vom vorderen Rande des sagittalen Bogengangs bis zum hinteren des frontalen) 12,5 mm. (bis zur Lothlinie des hinteren Endes der Lagena 14,5 mm.), die Höhe desselben (vom obersten Ende des Sinus superior bis zum unteren Rande des Sacculus) 14,5 mm.

Utriculus: Länge 3 mm., Höhe 2,3 mm.; sein *Sinus superior*: Höhe 7,5 mm., Breite 2 mm.

Recessus utriculi: Länge 2,5 mm., Höhe 2,5 mm., Breite 2 mm.; seine *Macula utriculi* etwa 1,8 mm.; *Lapillus*: Länge 1,8 mm., Breite 1,3 mm.

Ampulla sagittalis: Länge 2,5 mm., Höhe 2 mm.; ihre *Crista acustica*: Länge 1 mm., Breite 0,25 mm.; *Canalis sagittalis*: Länge 13,5 mm., Breite 0,8 mm.

Ampulla horisontalis: Länge 2,3 mm., Höhe 1,9 mm.; *Crista acustica*: Länge 1 mm., Breite 0,25 mm.; *Canalis horisontalis*: Länge 13 mm., Breite 0,7 mm.

Ampulla frontalis: Länge 2,5 mm., Höhe 2 mm.; ihre *Crista acustica*: Länge 1 mm., Breite 0,25 mm.; *Canalis frontalis* 11,5 mm., Breite 0,8 mm.

Sacculus: Länge (mit der *Lagena*) 10,3 mm., (ohne die *Lagena*) 9,5 mm., Höhe 4,5 mm.; *Macula sacculi*: Länge 7 mm., Breite 1,2 mm.; *Sagitta*: Länge 9,5 mm., Höhe 4,2 mm., Breite 1 mm.; *Papilla lagenae*: Länge 2,4 mm., Breite 1,1 mm.; *Asteriscus*: Länge 2,4 mm., Breite 1,2 mm.; *Papille partis basilaris*: jede hält etwa 0,23 mm. in Längendurchmesser.

Das Septum nerveum und die *Crista acustica* sind denen des Hechtes ähnlich, haben aber etwas höhere Erhabenheiten in ihrer Mitte. Die *Plana semilunata* sind ziemlich schmal. *Cupula terminalis* zeigt dieselbe Form wie die des Hechtes. Die Seitenausbuchtungen am Uebergang zum *sagittalen Bogengang* sind nur schwach angedeutet. Dieser Bogengang, welcher mit der Sagittalebene einen ziemlich grossen (etwa 40°) Winkel und mit dem frontalen Bogengang einen etwas kleineren (etwa 100°) Winkel als beim Hecht bildet, steigt mit fast seiner halben Länge erst etwas nach vorn, oben und innen, biegt sich dann in einer gewöhnlich ganz deutlich markirten Winkelbiegung nach hinten, innen und weit mehr nach oben, als beim Hecht, um später unter einiger Senkung an der oberen, vorderen Wand des Sinus superior einzumünden. Die *horizontale Ampulle* (F. 1, 2, *ah*), welche von der oberen Seite des Recessus utriculi ausgeht, zeigt eine gleichartige Lage und Form wie die des Hechtes, ist aber relativ kürzer. Der *horizontale Bogengang* (F. 1, 2 *ch*) beschreibt beim Barsche mehr Zirkelform, ist verhältnissmässig kurz und auch schmäler, als der sagittale Gang; er bildet mit der Horizontalebene einen Winkel: sein hinteres, erweitertes Ende mündet dicht bei der frontalen Ampulle, an deren laterale Wand er sich eine Strecke innig anlegt, in den Utriculus ein. Die *frontale Ampulle* (F. 1, 2, *af*) ist der sagittalen sehr ähnlich, wendet sich aber nach hinten und aussen, um in den *frontalen Bogengang* überzugehen; dieser (F. 1, 2 *cf*) bildet mit der Frontalebene einen rechten Winkel und läuft mit dem grössten Theil seiner Länge nach oben und etwas nach hinten, wendet sich dann nach innen und vorn, um in die obere äussere Partie des Sinus superior einzumünden. An der unteren Wand des Utriculus findet sich auch beim Barsch eine *Pars basilaris cochleæ* (F. 1, 2, 3 *pb*) in der Form zweier kleiner, rundlicher, dicht beisammen liegender, schwacher Erhabenheiten (*Papillæ basilares*), welche bisweilen sogar zu einer einzigen, herzförmigen Papille verschmolzen sind; zu ihnen gehen zwei ziemlich lange, feine Nervenzweige von dem Ramus cochlearis. Der *Sacculus* (F. 1, 2 *s*), welcher im Ganzen gross und relativ grösser, als der des Hechtes ist, liegt unter und dicht am Utriculus; eine Communicationsöffnung zwischen denselben suchte ich indessen vergebens. Dagegen ist der oben beim Hecht beschriebene, membranöse Canal (Ductus sacculi m.), welcher mit einer Oeffnung von dem oberen medialen Theil des Sacculus ausgeht, auch hier vorhanden. Von seiner ovalen Oeffnung (T. V. F. 3 *ds*) geht dieser Canal nach oben und legt sich der inneren Seite des Sinus superior an; das obere Ende desselben ist mir auch beim Barsch unbekannt geblieben. Die *Macula acustica sacculi* liegt, wie beim Hecht, an der inneren, medialen Wand und ist auch von ähnlicher Form. Die *Sagitta* (F. 1, 2 *S*) ist gross und gleicht ziemlich der des Hechtes, hat aber eine etwas stärkere Biegung der oberen und unteren Ränder, welche auch gewöhnlich tiefer gezahnt sind; ihre laterale Fläche ist von vorn nach hinten concav, ihre mediale convex, mit einer derjenigen des Hechtes ähnlichen Rinne versehen. Die *Lagena* (F. 1, 2, 3 *l*) bildet beim Barsch eine besondere Ausbuchtung am hinteren Ende des Sacculus, und gleicht etwas einer eiförmigen Düte; ihre laterale Wand geht ohne bestimmte Grenze in die des Sacculus über, die mediale zeigt dagegen inwendig eine etwas erhabene Falte, welche eine Art von Grenze gegen die Sacculushöhle bildet. Die *Papilla lagena* (F. 2 *l*, 3 *pl*, 7) liegt bald nach innen von dieser Falte an der medialen Wand der Lagena, mit der Spitze nach oben und vorn und der Falte am nächsten, mit dem breiteren Ende nach hinten und unten und etwas mehr davon getrennt. Auf der Papilla liegt ein etwas halbmondförmiger oder mehr dreieckiger, platter *Asteriscus* (F. 1, 2 *A*).

Auch betreffs des feineren Baues des membranösen Labyrinthes kann ich mich

kurz fassen, weil ich die grösste Uebereinstimmung desselben mit dem des Hechtes gefunden habe. Das Wandgerüst besteht aus gleichartigem Spindelzellenknorpel, und fast überall sieht man dieselben Epithelformen die Innenfläche bekleiden. In den Nervenendstellen — *Macula utriculi*, *Crista ampullarum*, *Macula sacculi*, *Papilla lagenae* und *Papillae basiliares* — welche auch alle etwa dieselbe Dicke wie beim Hecht (0,05—0,065 mm.) zeigen, finden sich immer ganz dieselben Bestandtheile (F. 9) nämlich:

1) Hörzellen von etwa 0,028—0,033 mm. Länge, welche mit einem 0,0065 mm. langen, rundlich-ovalen, in der Mitte der Zelle befindlichen Kern, einer rundlich-polygonalen, oberen Fläche (F. 8) versehen sind, aus welcher constant ein aus feinen, dicht aneinander geordneten Stäben gebildetes Hörhaar von verschiedener Länge (in der *Mac. utriculi* und *sacculi* wurden Haare von 0,0065—0,01 mm., in der *Pap. lagenae* von 0,0070 mm., in den *Cristae ampullarum* von 0,02—0,033 mm. gemessen) aufsteigt; ferner mit einem in frischem Zustand ziemlich stark lichtbrechenden, etwas gelblich glänzenden, fast homogenen und nur sehr schwach körnigen, nach Erhärtung in Osmiumsäure aber dunkelkörnigen Zelleninhalt, in dem man keine andere Bildungen wahrnehmen kann, und endlich mit einem, bisweilen in einen feineren Faden auslaufenden, nach Isolirung aber gewöhnlich quer abgebrochenen, unteren Ende, welches schief nach unten abgeht.

2) Eine zwischen und unter den Hörzellen befindliche Lage von langen, geraden, feinen, fast fadenförmigen Zellen — die eigentlichen Epithelzellen (Stütz- oder Isolirungszellen), welche ein unteres, oft ein wenig breiteres, quer abgestutztes, an der Knorpelwand stehendes Ende, ein oberes feineres, oft aber auch an der Spitze ein wenig erweitertes, zur freien Fläche hinaufreichendes Ende, und einem ovalen Kern von etwa 0,0055 mm. Länge haben, welcher bei einem Theil der Zellen am unteren Ende, an der Knorpelwand liegt, wo immer eine Schicht von solchen Kernen sich findet, bei den übrigen Zellen aber höher oben, nie aber höher, als am unteren Ende des Hörzellenkörpers.

3) Nervenfasern, welche auch hier, ihre Dicke und ihre Myelinscheide behaltend, in das »Nervenepithel« ungefähr bis zur halben Höhe desselben aufsteigen, worauf sie sich in einer der Knorpelwandfläche mehr parallelen Richtung unbiegen und oft eine kürzere oder längere Strecke verlaufen, ehe sie ihre Myelinscheide verlieren, um dann auch, wie beim Hecht, sich zu theilen. Alles ist also ganz übereinstimmend; doch scheint es mir, als ob die Nervenfasern beim Barsch ihre Myelinscheide noch etwas länger als beim Hecht behalten. Den eigentlichen Zusammenhang zwischen den Nervenfasern und den Ausläufern der Hörzellen ist mir auch hier nie mit voller Sicherheit zu sehen gelungen. Ein Mal sah ich doch eine isolirte, zweigetheilte Faser von ganz demselben Aussehen wie die feinen Nervenfasern mit ihren beiden Zweigen in das untere fadenförmige Ende zweier Hörzellen übergehen; ein unzweideutiger Zusammenhang jener Zellen und der Nervenfasern ist doch dadurch nicht vollständig erwiesen.

Die *Cupulae terminales* verhalten sich, so weit ich sehen konnte, wie beim Hecht; die feinere Structur bot aber auch hier etwa dieselben Schwierigkeiten. Die *Otolithen* und ihre Membranen (F. 4, 5) zeigen auch ungefähr denselben Bau, weshalb ich die Beschreibung derselben hier übergehe.

Das Gehörorgan des Flunders (*Pleuronectes Flesus* L.).

T. V F. 10—18.

Die schiefe oder ungleichseitige Entwicklung, welche im Schädel dieses Fisches vorhanden ist, macht sich doch in dem die beiden Gehörlabyrinthe umschliessenden Theil nicht geltend. Dieser Theil besteht auch hier sowohl aus Knochen, als aus Knorpel. Die Knochen sind: *Occipitale basilare*, *Occipitale laterale*, *Occipitale superius*, *Prooticum*, *Epioticum*, *Opisthoticum* und *Squamosum*. Obwohl diese Knochen auf eine dem Verhalten beim Hecht und Barsch ziemlich gleichartige Weise zur Bildung des »Labyrinthus ossens« beitragen, so kommen doch gewisse kleinere Verschiedenheiten vor. In eine detaillirte Beschreibung der Knochen einzugehen, würde indessen zu viel Raum nehmen; deswegen erwähne ich nur die wichtigeren Verhältnisse. Der Knochentheil, welchen ich für *Opisthoticum* halte¹⁾, liegt an der Aussenseite der Schädelwand auf dem *Occipitale laterale* und dem Knorpel, welcher das *Occipitale laterale*, *Prooticum* und *Squamosum* verbindet; er greift auch etwas in diesen Knochen ein, berührt aber nicht das eigentliche membranöse Labyrinth. Bei der Betrachtung der Innenseite des Schädels findet man den nach innen offenen »Labyrinthus ossens« durch eine horizontale, am meisten von Knorpel gebildete Firste wie in zwei Vertiefungen getheilt; die untere derselben besteht nach unten und medialwärts aus der *Fovea sacculi et lagenæ*, welche tief und gross ist, zu etwas kleinerem Theil als beim Hecht vom *Occipitale laterale* und *Prooticum*, und zu etwas grösseren Theil, als daselbst, vom *Occipitale basilare* gebildet wird. Nach oben und aussen geht diese Grube in eine andere kleinere, dreieckige Grube über, welche, wie die vorige, oben und vorn von einer dünnen, schief gehenden Kante begrenzt wird. Nach hinten von dieser Grube liegt eine andere tiefe Grube, in welche das hintere Ende des horizontalen und das untere äussere des frontalen Bogengangs münden. Ueber und vor der letzten Grube liegt die *Fovea recessus utriculi*, nach hinten und aussen von derselben die Grube und die Mündung der horizontalen Ampulle und ihres Bogengangs. Vor den letzteren findet sich die Grube der sagittalen Ampulle, welche zum sagittalen Canal führt; ein solcher ist nämlich hier vorhanden, indem wie beim Barsch eine Knorpelbrücke, welche aber weit breiter als bei jenem Fisch ist, über die Rinne des membranösen sagittalen Bogengangs sich wölbt; der obere hintere Theil (ungefähr die Hälfte) dieses Bogengangs liegt indessen frei in der oberen der erwähnten beiden grossen Vertiefungen, welche vorn von dieser Brücke, oben vom Schädeldach, hinten von der hinteren Schädelwand, unten von der erhabenen, am meisten aus Knorpel bestehenden Firste, die schon oben beschrieben wurde, begrenzt wird. In dieser Vertiefung liegt ferner der obere Theil des *Sinus superior utriculi* und der obere innere Theil des membranösen frontalen Bogengangs.

Das perilymphatische Gewebe ist im Ganzen nur in geringer Menge vorhanden. Es ist bezüglich des Baues dem des Hechtes und Barsches ähnlich, da es aus Membranen und Balken und aus spongiösem Gewebe besteht, und dazu auch wie beim Barsche Fettkugeln, wenn

¹ Wegen der Weichheit der Knochen und der Ausbreitung des Knorpels in den Knochen bei diesem Fische ist es nicht immer leicht die Grenzen der einzelnen Knochen mit voller Bestimmtheit hier anzugeben.

auch in etwas geringerer Menge, enthält; um die gröberen Gefässe finden sich grosse, verzweigte, braunschwarze Pigmentzellen.

Der Nervus acusticus theilt sich (T. V F. 10, 11) in einen *Ramus vestibularis* und einen *Ramus cochlearis*; der *Ramus vestibularis* verzweigt sich in einen *Ramulus rec. utriculi*, einen *Ramulus ampullæ sagittalis* und einen *Ramulus ampullæ horisontalis*; der *Ramus cochlearis* verzweigt sich in einen gewöhnlich gespaltenen *Ramulus sacculi*, einen *Ramulus ampullæ frontalis* und einen *Ramulus lagenaris cochleæ*; von den *Ramuli basilares cochleæ* sah ich aber keine Spur.

Das membranöse Labyrinth (T. V F. 10, 11), welches im Verhältniss zur Breite hoch ist¹, besteht aus einem *Utriculus* mit seinem *Sinus superior*, einem *Recessus utriculi*, einer *sagittalen*, einer *horizontalen* und einer *frontalen Ampulle* mit den ihnen angehörig gleichnamigen *Bogengängen*, und aus einem *Sacculus* und einer *Lagena*. Von Nervenendstellen giebt es also eine *Macula acustica utriculi*, drei *Cristæ acusticæ ampullarum*, eine *Macula sacculi* und eine *Papilla lagenæ*.

Der *Utriculus* (F. 10, 11 *u*) ist ein langer, schmaler, cylindrischer Canal, von dessen oberer Seite, ungefähr in der Mitte derselben, der nach oben, hinten und innen gerichtete, hohe, weite und ziemlich cylindrische *Sinus superior* (F. 10, 11 *sus*) ausgeht; an dem obersten Ende dieses Sinus, durch ihren Zusammenfluss denselben gleichsam bildend, münden der sagittale und der frontale Bogengang, indem sie mehr von oben als beim Hecht und Barsch sich darin einsenken.

Der *Recessus utriculi* (F. 10, 11 *rec*), in welchen der *Utriculus* nach vorn mit weiter Oeffnung übergeht, ist eine ziemlich kleine, rundliche Cavität, an deren unteren-lateralen und unteren Seite inwendig die *Macula acustica* sich findet, auswendig der *Ramulus rec. utriculi*, *Ramulus ampullæ sagittalis* und *horisontalis* verlaufen. Der *Lapillus* (F. 11, *L*) ist vorn und hinten zugespitzt und hat an der oberen Kante einen grösseren Zahn.

Die *sagittale Ampulle* (F. 10, 11 *as*) geht von der oberen vorderen Seite des *Recessus* ab, wendet sich dann fast gerade nach oben und aussen. Ihr *Septum nerveum*, welches am Querschnitt eine weniger ausgeprägte Kegelform zeigt, hat oben eine ebene Contour, ohne Erhabenheit in der Mitte und ohne Wellenlinie. Keine Seitenausbuchtungen finden sich an der Ampullenwand bei ihrem Uebergang zum *sagittalen Bogengange* (F. 10, 11 *es*). Dieser, welcher zur

¹ Folgende Masse sind am membr. Labyrinth eines mittelgrossen Exemplars genommen:

Das ganze membr. Labyrinth: Länge (vom vorderen Rande des sagittalen Bogengangs bis zum hinteren des frontalen) 9,5 mm., die Höhe desselben (vom obersten Ende des *Sinus superior* bis zum unteren Rande des *Sacculus*) 14,5 mm.

Utriculus (den *Sinus posterior* mitgerechnet): Länge 4 mm., Höhe 1,4 mm., sein *Sinus superior*: Höhe 5,5 mm., Breite 1,5 mm.; *Sinus posterior*: Länge 2,5 mm., Breite 1 mm.

Recessus utriculi: Länge 1,7 mm., Höhe 1,6 mm.; *Macula utriculi* ung. 1,3 mm.; *Lapillus*: Länge 1 mm.

Ampulla sagittalis: Länge 1,8 mm., Höhe 1,3 mm.; *Crista acustica*: Länge 0,9 mm., Breite in der Mitte 0,14 mm., an den Enden 0,23 mm.; *Canalis sagittalis*: Länge 11,5 mm.

Ampulla horisontalis: Länge und Höhe ung. wie bei der sagittalen Ampulle; *Crista acustica* wie bei der sag. Amp.; *Canalis horisontalis*: Länge 12 mm.

Ampulla frontalis: Länge und Höhe ung. wie bei der sag. Amp.; *Crista acustica*: wie bei der sag. Amp.; *Canalis frontalis*: Länge 11 mm.

Sacculus (die *Lagena* nicht mitgerechnet): Länge 6,5 mm., Höhe 4,5 mm.; *Macula sacculi*: Länge 2,8 mm., Breite 0,8 mm.; *Sagitta*: Länge 5 mm., Höhe 3,9 mm., Breite 0,8 mm.

Lagena: Länge 1,8 mm., Höhe 1,9 mm.; *Papilla lagenæ*: Länge 2 mm.; *Asteriscus*: Länge 1,7 mm.

Sagittalebene einen spitzigen, durch die Krümmungen schwer bestimmbareren Winkel, und mit dem frontalen Bogengang einen ebenso nicht leicht anzugebenden (115—120°) Winkel bildet, geht nach oben und etwas nach aussen und biegt sich dann nach hinten und etwas nach innen, um etwa mit seinem hinteren oberen Viertel sich nach hinten und stark nach unten umzubiegen und in den Sinus superior utriculi einzusenken.

Die *horizontale Ampulle* (F. 10, 11 *ah*), welche mit einer Mündung, die nicht so schief ist wie beim Hecht und Barsch, von der oberen äusseren Seite des Utriculus abgeht, wendet sich hierauf nach aussen, hinten und etwas nach oben. Ihr Septum nerveum ist dem der sagittalen Ampulle ähnlich; seitliche Ausbuchtungen am Uebergang zum *horizontalen Bogengang* (F. 10, 11 *ch*) sind nicht vorhanden. Dieser, welcher weniger von der Horizontalebene, als beim Hecht und Barsch abweicht, biegt sich nach hinten und aussen und etwas nach oben, dann nach innen und vorn, um sich mit einer erweiterten Mündung in das hintere Ende des Utriculus (*Sinus utriculi posterior*, F. 11 *sup*) unter der frontalen Ampulle, also an einer ganz anderen Stelle, als beim Hecht und Barsch, zu öffnen.

Die *frontale Ampulle* (F. 10, 11 *af*), welche auch vom hinteren Ende des Utriculus abgeht, wendet sich nach hinten, aussen und oben; sie ist der Form nach der sagittalen sehr ähnlich. Der *frontale Bogengang* (F. 10, 11 *cf*), welcher mit der Frontalebene einen schwer bestimmbareren (etwas weniger als einen rechten) Winkel bildet, geht von der Ampulle nach oben und hinten und biegt sich mit seinem oberen Theil in einer starken Biegung nach vorn, innen und unten, um sich in den Sinus utriculi superior einzusenken.

An der unteren Wand des Utriculus, ungefähr gerade unter dem Sinus superior, findet sich eine kleine, trichterförmige, hohle Verlängerung des Utriculus, welche nach hinten geht und sich zu einer feinen Düte verschmälernd an die Wand des Utriculus legt; ob aber dieser Canal blind endet, was ich am meisten glaube, oder ob er vielleicht in den Sacculus (als ein Canalis communicans) ausmündet, kann ich nicht mit Bestimmtheit angeben.

Der *Sacculus* (F. 10, 11 *s*), welcher an der unteren Seite des Utriculus liegt, ist ein ziemlich grosser, seitlich abgeplatteter Sack, der inwendig an der Mitte seiner medialen Wand eine länglich-ovale in der Längenrichtung horizontal gehende *Macula acustica* (F. 17) trägt. Die *Sagitta* (F. 10, 11 *S*), welche ihren Namen wenig verdient, ist eine geplattete, im Ganzen runde, nach vorn etwas zugespitzte Scheibe: ihr Rand ist mit dichten, feinen Zähnen und Unebenheiten besetzt; ihre laterale Fläche zeigt radiäre und concentrische Furchen und Erhabenheiten; die mediale hat an ihrer Mitte eine horizontale Rinne.

An der hinteren oberen Kante des Sacculus sitzt die *Lagena* (F. 10, 11, 12 *l*) als eine Ausbuchtung derselben. Sie ist, was die Form anlangt, der des Barsches ähnlich, also wie eine eiförmige Düte; an der Oeffnung, gegen den Sacculus findet sich auch hier an der medialen Seite eine halbmondförmige Falte. Nach innen von der letzteren liegt die *Papilla lagena* (F. 12 *pl*, 16), welche vorn und oben schmal, hinten und unten breiter und abgerundet und wie die Wand concav ist; der *Asteriscus* (F. 10 *A*) ist ziemlich triangulär, geplattet, an der lateralen Seite etwas convex, an der medialen mit einer Rinne versehen und am oberen vorderen Ende eingeschnitten.

Was den feineren Bau des membranösen Labyrinthes betrifft, so besteht auch hier die eigentliche Wand desselben aus Spindelzellenknorpel, welcher auswendig, besonders am Utriculus, reichlich mit schwarzen Pigmentzellen besetzt ist. Auch die inwendige Epithelbekleidung

(polygonale Epithelzellen, protoplasmatische Epithelzellen u. s. w.) und die Nervenendstellen sind mit denen des Hechtes und Barsches sehr übereinstimmend (T. V F. 18).

Die *Macula acustica utriculi*, deren Knorpelwand auch hier verdickt (bis 0,12 mm.) ist, hat selbst eine Dicke von 0,05 mm. Sie besteht (F. 18 *a*¹) aus Hörzellen, Epithelzellen und Nervenfasern in gewöhnlicher Anordnung. Die Hörzellen sind von etwa 0,029 mm. Länge, haben 0,0065 mm. lange, ovale Kerne, welche ungefähr in der Mitte der Zellen liegen; die Breite des oberen Endes der Zellen ist etwa 0,0045 mm., die Breite an der Mitte derselben in der Nähe des Kerns 0,0065—0,011 mm.; die Flächenansicht der Macula stimmt ganz mit der beim Hecht und Barsch überein; die Hörhaare sind aus feinen, aneinander geordneten Stäben zusammengesetzt und zeigten eine Länge von 0,0085 mm. Die Epithelzellen (Stütz-, Isolierungszellen) sind ganz von denselben Formen wie beim Hecht und Barsch; ihre ovalen Kerne waren etwa 0,0045 mm. lang. Die Nervenfasern zeigten auch ein ähnliches Verhalten wie bei den genannten Fischen; ich konnte aber nicht mit Sicherheit sehen, wie weit ihre Myelinscheiden in die Macula reichen.

Die *Cristae acusticae* haben nicht wie beim Hecht und Barsch eine rundliche Erhabenheit in ihrer Mitte, sondern eine gerade obere Contour, welche nur an den Seiten etwas ansteigt (F. 13). Die obere Ansicht (F. 14) ist in allen den drei Ampullen sanduhrförmig mit einer schmaleren Mittelpartie, nach den Seiten aber sich erweiternd und in abgerundeten Linien endigend. Am Querschnitt der Septa sieht man die Cristae ziemlich weit über dieselben hinausragen. Die Cristae sind wie beim Hecht und Barsch und auch wie die Macula utriculi gebaut (F. 18 *a*¹): ihre Dicke (Höhe) misst etwa 0,065 mm. Die Hörzellen, von gewöhnlicher Form, sind 0,025—0,033 mm. lang, haben Kerne von 0,0065 mm. und aus Stäben zusammengesetzte Hörhaare von etwa 0,05 mm. Länge. Von den Epithelzellen (Stütz-, Isolierungszellen) und den Nervenfasern gilt das von der Macula utriculi angeführte. Die *Plana semilunata* sind sehr niedrig und gehen vorn, oben und hinten ohne bestimmte Grenze in das umgebende Epithel über.

Macula acustica sacculi ist ganz wie die Macula utriculi gebaut (F. 18 *a*¹) und zeigt dieselben Grössenverhältnisse ihrer Elemente; sie ist von einer schmalen, hellen Rinne aus etwas niedrigerem Cylinderepithel umgeben.

Die *Papilla lagenae* zeigt auch ganz denselben Bau (F. 18 *a*¹) wie die übrigen Nervenendstellen; die Hörzellen sind 0,025—0,033 mm., ihre Kerne 0,0065, ihre Hörhaare 0,008 mm. u. s. w.

Eine Pars basilaris cochleae konnte ich nie finden, obwohl ich eine Menge von Exemplaren dieser Labyrinth durchmusterte; einige Mal glaubte ich sie dicht am Ramulus amp. frontalis gefunden zu haben; bei näherer Untersuchung erwies sich dies als irrig.

Die *Otolithen* und ihre *Membranen* (F. 15) zeigten, soweit ich sehen konnte, keine eigentliche Verschiedenheiten. Dies gilt auch von den *Cupulae terminales*, welche auch hier immer vorhanden sind.

Das Gehörorgan des Aales (*Muræna Anguilla* L.).

T. V F. 19—27.

Beim Aale ist die Schädelhöhle sehr niedrig, und deswegen ist das paarige Gehörlabyrinth, welches hier wie bei dem Hecht, dem Barsch und dem Flunder die Seitenpartien dieser Höhle einnimmt, niedrig und im Ganzen auch ziemlich klein. Die Knochen, welche den Labyrinthus ossens bilden, sind *Occipitale basilare*, *Occipitale laterale*, *Occipitale superius*, *Epioticum*, *Squamosum* und *Prooticum*; das *Opisthoticum* konnte ich hier nicht finden. Die Knochen greifen im Allgemeinen mit gezahnten Suturen in einander, denn von den Knorpelfugen sieht man hier nur schwache Spuren. Die Knochen fügen sich im Ganzen ungefähr in derselben Weise, wie bei den oben beschriebenen Fischen, zur Bildung des knöchernen Labyrinthes zusammen. An der Innenseite der Schädelwand sieht man beiderseits eine gemeinsame, rundliche Grube, in welcher das membranöse Labyrinth liegt; diese Grube entsteht hauptsächlich dadurch, dass sich vom *Prooticum* eine ziemlich hohe, halbmondförmige Firste nach innen erhebt, nach oben ein wenig am Schädeldach fortsetzt und nach unten in den medialen Begrenzungsrand der *Fovea sacculi et lagenæ* übergeht, wodurch die letztere auch in die gemeinsame Labyrinthengrube zu liegen kommt. Nach oben-aussen von der *Fovea sacculi et lagenæ*, die nur durch eine niedrige Firste (die Kante der *Fovea*) von derselben getrennt, findet sich eine Grube, welche für den *Utriculus*, die sagittale und horizontale Ampulle gemeinsam ist; nach oben geht die letztere Grube in eine sehr flache Rinne über, in welcher der sagittale membranöse Bogengang liegt. Nach hinten geht der horizontale Canal (der Canal des horizontalen membranösen Bogengangs) unter einer schmalen Knochenbrücke am *Squamosum* ab und mündet hinten in einer hinter und lateralwärts von der *Fovea sacculi et lagenæ* befindlichen, kleineren, aber scharf begrenzten, ovalen Grube, in welcher auch das äussere untere Ende des frontalen Canals (der Canal des frontalen membranösen Bogengangs) sich öffnet. Dieser letztere Canal geht unter einer schmalen, hauptsächlich vom *Epioticum* gebildeten Knochenbrücke ab und mündet oben mit einer kleineren, runden Oeffnung, welche nach vorn sieht und in die flache Rinne des sagittalen Bogengangs übergeht.

Der perilymphatische Raum hat im Ganzen beim Aale nur eine geringe Ausdehnung, und vom perilymphatischen Gewebe sah ich nur Spuren in Form von Membranen und Gefässführenden Balken.

Das membranöse Labyrinth (T. V F. 19, 20) besteht aus einem *Utriculus* mit *Sinus superior* und *posterior*, einem *Recessus utriculi*, einer *sagittalen*, einer *horizontalen* und einer *frontalen Ampulle* mit den ihnen angehörigen, gleichnamigen *Bogengängen*; ferner aus einem *Sacculus*, einer *Lagena cochlea* und einer *Pars basilaris cochlea*¹. Von Nervenendstellen giebt es eine

¹ Folgende Masse sind am membr. Labyrinth eines mittelgrossen Aales genommen:

Das ganze membr. Labyrinth: Länge (vom vorderen Rande des sagittalen Bogengangs bis zum hinteren des frontalen) 7 mm., Höhe (vom obersten Ende des *Sinus superior* bis zum unteren Rande des *Sacculus*) 6 mm.

Utriculus (den *Sinus post.* mitgerechnet): Länge 3,8 mm., Höhe 1,3 mm.; sein *Sinus superior*: Höhe 2 mm., Breite 1,1 mm.; *Sinus posterior*: Länge 1,6 mm.

Recessus utriculi: Länge 1,6 mm., Höhe 1,4 mm.; *Macula utriculi* ung. 1,2 mm. in Längendurchm. *Lapillus*: Länge 1 mm.

Macula utriculi, drei *Cristae ampullarum*, eine *Macula sacculi*, eine *Papilla lagenæ* und zwei *Papillæ basilares*. Der *Nervus acusticus* schickt Zweige zu denselben in der Art, dass (F. 19, 20) sein *Ramus vestibularis* sich in zwei *Ramuli ampullarum* (*sagittalis* und *horisontalis*) und einen *Ramus utriculi* theilt, sein *Ramus cochlearis* aber sich in einen *Ramus sacculi*, einen *Ramus ampullæ frontalis*, einen *Ramus lagenæ* und zwei *Ramuli partis basilaris* verzweigt — also ganz wie beim Hecht.

Der *Utriculus* (F. 19, 20 *u*), welcher auch hier einen langgestreckten, horizontal gehenden, etwas gebogenen Cylinder bildet und welcher nach oben, ungefähr in seiner Mitte, in einen sehr kurzen, senkrechten, auch cylindrischen, durch den Zusammenfluss der sagittalen und frontalen Bogengänge gebildeten *Sinus superior* (F. 19, 20 *sus*), nach hinten in einen langen und schmalen *Sinus posterior* (F. 19, 20 *sup*) ausläuft, geht nach vorn mit einer weiten Oeffnung in den verhältnissmässig kleinen, rundlichen *Recessus utriculi* (F. 19, 20 *rec*) über. Dieser, an dessen lateraler, unterer und vorderer Seite die Nerven wie gewöhnlich verlaufen, trägt inwendig an seiner lateralen und unteren Wand die rundliche, an dem Rand herzförmig eingeschnittene *Macula acustica* (F. 20 *mu*), auf welcher ein kleiner, etwas ovaler *Lapillus* (F. 20 *L*) ruht.

Von der oberen Seite des *Recessus* geht die *sagittale Ampulle* (F. 19, 20 *as*) nach oben und hinten ab: diese hat ein ziemlich niedriges Septum, welches keine Erhabenheit in der Mitte und eine nur schwach ausgeprägte Kegelform am Querschnitt zeigt; die Seitenausbuchtungen am Uebergang zum *sagittalen Bogengang* (F. 19, 20 *es*) sind kaum angedeutet. Dieser biegt sich nach hinten, oben und innen, einen spitzigen Winkel zur Sagittalebene, einen etwa 105° Winkel mit dem frontalen Bogengang bildend; das hintere Ende senkt sich, um in den *Sinus superior* einzumünden.

Die *horizontale Ampulle* (F. 19 *ah*) geht von der äusseren Seite des *Recessus* ab und biegt sich nach aussen und hinten, mit ihrer Convexität medialwärts und nach hinten gerichtet; sie hat ein Septum nervosum von derselben Form wie das der sagittalen Ampulle und setzt sich in den *horizontalen Bogengang* (F. 19, 20 *ch*) fort, welcher mehr in der Horizontalebene, als beim Hecht und Barsch liegend, sich nach aussen und hinten, dann nach innen und vorn biegt, um dann, dicht bei der vorderen lateralen Wand der frontalen Ampulle und der des *Utriculus* anliegend und auch innig mit derselben zusammenwachsend, mit einer etwas erweiterten Oeffnung an der lateralen Seite des *Utriculus*, ziemlich gerade unter dem *Sinus superior* einzumünden.

Die *frontale Ampulle* (F. 19, 20 *af*), in welche das hintere, lange und schmale Ende des *Utriculus*, der *Sinus posterior utriculi* (F. 20 *sup*), hinten übergeht, ungefähr wie bei einigen Batrachiern und Reptilien, ist der Form und dem Bau nach der sagittalen Ampulle sehr ähnlich;

Ampulla sagittalis: Länge 1,4 mm., Höhe 1 mm.; ihre *Crista acustica*: Länge 0,75 mm., Breite in der Mitte 0,20, an den Enden 0,27 mm.; *Canalis sagittalis*: Länge 3,5 mm.

Ampulla horisontalis, ung. wie die sagittale, so auch ihre *Crista acust.*; *Canalis horisontalis*: Länge 5 mm.

Ampulla frontalis, ung. wie die sagittale, so auch ihre *Crista acust.*; *Canalis frontalis*: Länge 5 mm.

Sacculus: Länge (die *Lagena* nicht mitgerechnet): 3,7 mm.; Höhe 2,6 mm.; *Macula sacculi*: Länge 3 mm., Breite 0,65 mm.; *Sagitta*: Länge 3,4 mm., Breite 2,2 mm.

Lagena: Länge 0,9 mm., Höhe 1 mm.; *Papilla lagenæ*: Länge 0,65 mm., Breite 0,4 mm.; *Asteriscus*: Länge 0,7 mm., Breite 0,45 mm.

Papillæ partis basilaris: jede hält etwa 0,3 in Längendurchm. — Es mag indessen erinnert werden, dass bei der Messung der membr. Labyrinth, wie im Allgemeinen bei Messung von Naturgegenständen, nur die ungefähr richtigen Masse genommen werden können, weil es oft keine ganz bestimmten Ausgangspunkte für die Messung giebt. Bei den grösseren Labyrinth (wie des Hechtes u. s. w.) fällt doch die Messung sicherer aus, als bei den kleineren.

sie geht, indem sie sich nach aussen und hinten wendet, unter einem etwas grösseren Winkel, als die Sagittalampulle, in ihren Bogengang über. Dieser steigt nach oben und dann hübsch gebogen nach vorn und innen, um sich endlich in den Sinus superior einzusenken. Der frontale Bogengang steigt höher, als der sagittale.

Der *Sacculus* (F. 19, 20 s), welcher mit dem Utriculus mittelst eines an der unteren Wand desselben, etwas vor seiner Mitte befindlichen, sehr kleinen, ovalen, nur mit bewaffnetem Auge bemerkbaren Loches, *Foramen (Canalis) communicans* (F. 21 cc), zusammenhängt, streckt sich mit seinem vorderen Ende bis unter die Mitte des *Recessus utriculi*, mit seinem hinteren ungefähr bis zum hinteren Rande des Sinus superior, während indessen die *Lagena* noch ein wenig weiter reicht. Der *Sacculus*, dessen Form dem des Flunders nicht unähnlich ist, ist aber nicht abgeplattet wie bei diesem Fisch; er trägt an seiner medialen Wand eine lang-ovale *Macula acustica* (F. 20 ms). Die *Sagitta* (F. 19, 20 S) ist unregelmässig viereckig, breit im Verhältniss zur Länge, an der lateralen Seite unten etwas concav, an der medialen etwas convex und mit einer horizontalen Rinne versehen, welche vorn und hinten in Einschnitte an der Kante des Otolithen ausläuft.

An der oberen Wand des *Sacculus*, eben da, wo dieser medialwärts sich am Utriculus anlegt, findet sich nach innen vom *Foramen communicans* ein ovales Loch, welches, wie beim Hecht, zu einem Canal (F. 21 ds) führt, der dicht an der Wand des Utriculus läuft und dieselbe etwas einbuchtet; ob dieser Canal (*Ductus sacculi m.*) oben blind endigt, was vielleicht am wahrscheinlichsten ist, oder wohin er mündet, konnte ich auch hier nicht mit Sicherheit darlegen.

Die *Lagena* (F. 19, 20, 21 l), welche eine Ausbuchtung vom hinteren Theil des *Sacculus* ist, ungefähr wie beim Barsch und Flunder, ist doch, wenn auch nur unbedeutend, etwas mehr vom *Sacculus* abgesondert, als bei diesen Fischen, hat im Ganzen eine ovale, schwach abgeplattete Form und trägt inwendig an ihrer medialen Wand eine rundlich-ovale oder zuweilen etwas birnförmige *Papilla lagenæ* (F. 21 pl, 25), auf welcher ein platt-ovaler *Asteriscus* (F. 19, 20 A) mit etwas zugespitztem oberen-vorderen Ende und gezahnten Rändern liegt.

Endlich findet sich an der unteren Wand des Utriculus eine *Pars basilaris cochleæ* (F. 20, 21 pb), welche aus zwei kleinen, getrennten, nach der Utriculushöhle etwas erhabenen Flächen (*Papillæ basilares*) besteht; die laterale von ihnen, zu welcher der längere Nervenzweig in gebogener Richtung geht, liegt ganz dicht bei dem Theil der Utriculuswand, welcher mit dem horizontalen Bogengang verwachsen ist, nicht weit von der Mündung des letzteren; die andere *Papilla*, zu welcher der kürzere Nervenzweig geht, liegt, gut abgetrennt, unter und etwas vor der ersten.

Was den feineren Bau des membranösen Labyrinthes betrifft, so stimmt er im Allgemeinen mit dem Verhalten bei den oben beschriebenen Fischen überein. Die eigentliche Wand besteht aus Spindelzellenknorpel; Die inwendige Epithelbekleidung ist im Ganzen auch übereinstimmend.

Die *Macula utriculi* zeigt etwa eine Dicke von 0,05 mm. und besteht (F. 27 a¹), aus:

1) Hörzellen von gewöhnlichem Aussehen und 0,027—0,03 mm. Länge, mit Kernen von 0,006 mm. und kurzen Hörhaaren, welche aus feinen Stäben gebildet sind;

2) Epithelzellen (Stütz-, Isolirungszellen) von denselben Formen, wie bei den anderen Fischen und mit Kernen von 0,005 mm.;

3) Nervenfasern, welche zum Theil ihre Myelinscheide eine Strecke in die Macula hinein behalten und sich endlich, wie bei den anderen Fischen, verzweigen.

Die *Crista acustica*, welche an ihrer oberen Contour in der Mitte eine Einsenkung, statt einer Erhöhung, zeigen (F. 24 ca) und von oben gesehen biscuitförmig mit einer schmaleren Mittelpartie sind (F. 23), haben eine Dicke (Höhe) von etwa 0,065 mm. und bestehen (F. 27 a') auch aus:

1) Hörzellen von gewöhnlicher Form und Anordnung (von 0,027 – 0,03 mm. Länge) mit rundlich-ovalen Kernen (von 0,006 mm. Länge) und aus feinen Stäben gebildeten Hörhaaren, von welchen ich 0,033 – 0,04 mm. lange gemessen habe, die aber wahrscheinlich noch länger sind;

2) Epithelzellen und

3) Nervenfasern, welche sich wie in der Macula utriculi verhalten.

Die *Macula sacculi* ist wie die Macula utriculi gebaut (F. 27 a'') und zeigt auch dieselben Masse der Elemente.

Die *Papilla lagenæ* und *Papillæ basilares* haben auch einen ganz ähnlichen Bau.

Die *Cupulæ terminales*, von welchen ich indessen nur Bruchstücke gesehen habe, die *Otolithen*, und ihre *Membranen* (F. 26) stimmen im Bau, so weit ich sehen konnte, mit dem Verhalten bei den anderen Fischen überein.

Das Gehörorgan des Brachsen (*Abramis Brama* L.).

T. V. F. 28—41.

Die Cyprinoiden, zu welchen, wie bekannt, der Brachsen gehört, und deren Gehörorgan schon mehrmals, wie z. B. von E. H. WEBER, LANG, HASSE, RÜDINGER u. A. untersucht wurde, zeigt in mehrfacher Hinsicht bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten in Verhältniss zu den Gehörorganen der oben beschriebenen Fische.

So ist schon der Labyrinthus osseus bei der ersten Ansicht ziemlich abweichend; bei näherer Betrachtung findet man indessen, dass er aus etwa denselben Knochen — *Occipitale basilare*, *Occ. laterale*, (*Occ. superius*), *Prooticum*, *Epioticum*, *Squamosum*, (*Opisthoticum*), *Frontale posticum* — wie bei den anderen Fischen besteht, und dass diese Knochen sich in einer ziemlich übereinstimmenden Weise zur Bildung des knöchernen Labyrinthes zusammenfügen. Von den Knorpelfugen sieht man nur an einigen wenigen Stellen unbedeutende Spuren, wogegen die Knochen meistens fest und mit gezahnten Suturen in einander greifen. Die hauptsächlichsten Verschiedenheiten beruhen indessen theils darauf, dass an den äusseren Seiten des Schädels beiderseits eine grosse Muskelgrube für die Branchialmuskeln vorhanden ist, welche lateralwärts, vorn und oben vom Squamosum, medialwärts und hinten vom Prooticum, Epioticum und Occipitale laterale gebildet ist, und von einer grossen, ovalen, nach unten mündenden Oeffnung hoch nach oben in die Schädelwand steigt, wobei sie dieselbe zu einer grossen Erhabenheit oder Buckel nach der Schädelhöhle zu einbuchtet, während der knöcherne Canal des horizontalen Bogengangs, welcher vom Squamosum, und Occipitale laterale gebildet wird, wegen dieser hinaufragenden Muskel-

grube in die äussere Wand derselben zu liegen kommt; theils bestehen die Verschiedenheiten darin, dass die Fovea sacculi et lagenæ grösstentheils in den Knochen eingeschlossen und nur mit einer kleineren Oeffnung am vorderen Theil ihrer oberen Wand versehen liegt. Dazu kommen noch ein Paar andere Eigenthümlichkeiten, nämlich das paarige Loch, welches wie bekannt an der hinteren Schädelwand im Occipitale laterale vorhanden ist, und durch welches das perilymphatische Gewebe sich nach hinten in einen membranösen Blindsack ausstülpt; und endlich der von WEBER beschriebene, eigenthümliche Knochencanal, der von dem Occipitale basilare und den Occipitalia lateralia gebildet wird, und in welchem der von ihm s. g. Sinus impar sich befindet. Wenn man die Innenseite des Schädels betrachtet, sieht man also am Boden desselben ein queres, breit herzförmiges Loch, welches an den Seiten zu den beiden Foveæ sacculi et lagenæ, in der Mitte dagegen nach hinten zu dem Canal des Sinus impar führt. Nach vorn und aussen geht im Prooticum beiderseits von diesem Loche ein schmaler, zugespitzter, oben von einer dünnen Knochenlamelle bedeckter Canal, in welchem, so viel ich sehen kann, die vorderen Enden der beiden Sacculi sich befinden; Die Fovea sacculi et lagenæ geht aber auch beiderseits nach hinten sich erweiternd, innen und unten vom Occipitale basilare, oben vom Occipitale laterale begrenzt, und dabei eine ovale, von einer Seite zur anderen verschmälerte Cavität bildend. Nach oben und vorn von dieser Grube findet sich im Prooticum eine ovale Fovea recessus utriculi. Ueber derselben liegt ferner, für die sagittale und horizontale Ampulle, eine Grube, welche vom Prooticum, Squamosum und Frontale posticum gebildet ist; am Boden dieser Grube sieht man die nach aussen führende Mündung des horizontalen Canals, und nach oben geht eine flache Rinne für den sagittalen Bogengang; vorn sind diese Gruben von einer scharfen, vom Prooticum und Frontale posticum gebildeten Knochenfirste begrenzt; hinter ihnen findet sich die oben erwähnte, grosse, knöcherne Erhabenheit, welche durch die Grube der Branchialmuskeln entsteht. Diese Erhabenheit, an deren oberem Umfang der sagittale und der innere vordere Theil des frontalen Bogengangs, an deren Mitte der Sinus utriculi superior und an deren unterem Umfang der Utriculus selbst anliegen, wird vorn vom Prooticum und Squamosum, hinten und unten vom Occipitale laterale, hinten und oben vom Epioticum gebildet: in dem letztgenannten Knochen befindet sich die obere Mündung des frontalen Canals, während die untere, auch für den horizontalen Canal gemeinsame, im Occipitale laterale vorhanden ist. Der sagittale Bogengang liegt also frei an der Schädelwand, nur theilweise in einer flachen Halbrinne (am Prooticum) eingesenkt; der frontale liegt mit seinem hinteren Theil in einem Knochencanal (im Epioticum und Occipitale laterale); der horizontale dagegen vollständig in einem solchen, sehr engen Knochencanal (im Squamosum und Occipitale laterale). Das Occipitale superius kommt hier kaum in Berührung mit dem membranösen Labyrinth; dies gilt auch vom Opisthoticum, für welches ich bei diesem Fische einen kleinen, an der Aussenseite des Schädels zwischen dem hinteren Ende des Squamosum und dem Occipitale laterale eingekeilten Knochen halte.

Das perilymphatische Gewebe, welches bei diesem Fisch die bekannte Fettmasse der Schädelhöhle bildet, hat hier eine bedeutende Ausbreitung im Verhältniss zu dem vom Gehirn eingenommenen Raume erhalten. Es besteht fast nur aus ziemlich grossen, von blutgefässführenden, homogenen oder schwach gestreiften Membranen eingeschlossenen Fettkugeln; wenn diese Membranen zerquetscht werden, fliessen die Kugeln zu grossen, klaren, rinnenden Fettmassen zusammen. Von dem spongiösen Gewebe, welches beim Hecht so reichlich vorhanden war, findet

man hier nur unbedeutende Reste, indem es noch mehr als beim Barsch vom Fett verdrängt wird. Ein wenig von diesem spongiösen Gewebe findet sich doch in der Nähe der grösseren Blutgefässe.

Eingebettet in einem solchen fettreichen, perilymphatischen Gewebe liegt also, grösstentheils frei in der Schädelhöhle, das membranöse Labyrinth (T. V F. 28, 29). Es wird wie bei den anderen, oben beschriebenen Fischen aus einem *Utriculus* mit seinem *Sinus superior*, einem *Recessus utriculi*, einer *sagittalen*, einer *horizontalen* und einer *frontalen Ampulle*, nebst den ihnen angehörigen, gleichnamigen *Bogengängen*, ferner aus einem *Sacculus*, einer *Lagena cochleæ*, und *Pars basilaris cochleæ* gebildet¹. Von Nervenendstellen sind folgende vorhanden: eine *Macula utriculi*, drei *Cristæ ampullarum*, eine *Macula sacculi*, eine *Papilla lagenæ* und zwei *Papillæ basilares*. Zu ihnen verzweigt sich der *Nervus acusticus*, ungefähr wie bei den oben beschriebenen Fischen, indem er sich (F. 28, 29) in einen *Ramus vestibularis* und einen *Ramus cochlearis* theilt, und von diesen der erstere sich wieder in einen *Ramus utriculi*, einen *Ramus ampullæ sagittalis* und einen *Ramus ampullæ horizontalis* auflöst, der andere aber sich in einen *Ramus sacculi*, einen *Ramus ampullæ frontalis*, zwei *Ramuli basilares* und einen *Ramus lagenæ* theilt.

Der *Utriculus* (F. 28, 29 *u*), welcher bei diesem Fisch ein ganz kurzes, seitlich etwas abgeplattetes Rohr bildet, setzt sich nach oben in einen ziemlich verticalen *Sinus superior* (F. 28, 29 *su*) fort, der über und medialwärts von den Mündungen der sagittalen und frontalen Bogengänge eine kleine, derjenigen des Barsches ähnliche Ausbuchtung (F. 28, 29 *asu*) besitzt. Nach vorn geht der *Utriculus* mit weiter Oeffnung in den *Recessus* (F. 28, 29 *rec*) über; dieser bildet eine ziemlich grosse, rundlich-ovale Blase, deren laterale Wand auswendig von den Nerven bekleidet ist und inwendig die schalenförmige, ovale *Macula utriculi* (F. 29 *mu*) trägt; auf der letzteren liegt der an der lateralen Fläche etwas convexe, an der medialen etwas concave, nach unten etwas dickere *Lapillus* (F. 29 *L*).

Vom oberen vorderen Theil des *Recessus* geht die *sagittale Ampulle* (F. 28, 29 *as*) ab. Diese, welche ziemlich dieselbe Form wie beim Hecht hat, ist nach aussen und vorn gerichtet und besitzt ein *Septum nerveum*, dessen obere Contour in der Mitte eine rundliche Erhabenheit

¹ Folgende Masse sind am membr. Labyrinth eines etwa mittelgrossen Brachsen genommen:

Das ganze membr. Labyrinth: Länge (vom vorderen Rande des sagittalen Bogengangs bis zum hinteren des frontalen) 13 mm., bis zur hinteren Lothlinie der *Lagena* aber 17 mm., Höhe (vom obersten Ende des *Sinus superior* bis zum unteren Rande des *Sacculus*) 17 mm.

Utriculus: Länge etwa 3,5 mm., Höhe 4 mm.; sein *Sinus superior*: Höhe 10 mm., Breite 2,4 mm.

Recessus utriculi: Länge 4,8 mm., Höhe 4 mm.; *Macula utriculi* ung. 4 mm. in Längendurchm.; *Lapillus*: Länge 4 mm., Breite 2,9 mm.

Ampulla sagittalis: Länge 2,8 mm., Höhe 2,3 mm.; ihre *Crista acustica*: Länge 1,2 mm., grösste Breite 0,4 mm.;

Canalis sagittalis: Länge 14,5 mm., Breite 0,9—1 mm.

Ampulla horizontalis: Länge 2,5 mm. *Crista acustica*: Länge 1,2 mm., grösste Breite 0,35 mm.; *Canalis horizontalis*: Länge 26 mm., Breite 0,65—0,8 mm.

Ampulla frontalis: Länge 2,8 mm.; *Crista acustica*: Länge 1,2 mm., grösste Breite 0,4 m. m.; *Canalis frontalis*: Länge 17,5 mm., Breite 0,8 mm.

Sacculus und *Lagena*: Länge 10,5—11 mm., (*Sacculus* ohne die *Lagena* etwa 10 mm.).

Macula sacculi: Länge ung. 5 mm., Breite 0,7 mm.; *Sagitta*: Länge 7,5 mm., grösste Breite 1 mm.

Lagena: Länge 6,5 mm., Breite 4,7 mm.; *Papilla lagenæ*: Länge 4 mm., Breite etwa 1,4 mm.; *Asteriscus*: Länge 4,3 mm., Breite 4 mm.

Papillæ partis basilaris: jede von etwa 0,55 mm. in Längend.

hat, nach den Seiten aber sich senkt, um an den Seitenwänden wieder etwas anzusteigen und in dieselben überzugehen; bei mikroskopischer Betrachtung zeigt sie aber nicht die wellenförmige Beschaffenheit wie beim Hecht, sondern ist im Allgemeinen eben. Von oben gesehen ist es dem Septum des Hechtes ähnlich; so auch der kegelförmige Querschnitt (F. 35), dessen oberer Rand vorn und hinten oft in kleine Ecken ausläuft (F. 36) und übrigens einige Erhabenheiten zeigt, im Ganzen doch ziemlich eben ist. Die Seitenausbuchtungen am Uebergang zum *sagittalen Bogengang* sind kaum angedeutet. Dieser letztere (F. 28, 29 *cs*), welcher mit der Sagittalebene einen etwa 30° Winkel und mit dem Plane des frontalen Bogengangs etwas mehr als 110° Winkel bildet, biegt sich von der Ampulle unter einem queren Winkel fast gerade nach oben, um sich dann in der Nähe seiner Mitte mehr nach hinten und innen und zuletzt nach innen und unten zum Sinus superior zu senken.

Die *horizontale Ampulle* (F. 28, 29 *ah*) geht vom oberen Theil des Recessus ab und biegt sich davon nach oben, aussen und vorn, um mit einer an der einen Seitenwand befindlichen Oeffnung in den Bogengang überzugehen. Die Ampulle ist im Ganzen klein und rundlich; ihr Septum ist dem der sagittalen ähnlich. Der *horizontale Bogengang* (F. 28, 29 *ch*), dessen Plan mit der Horizontalebene einen etwa 45° Winkel bildet und welcher sehr lang ist, geht erst nach oben, vorn und aussen, biegt sich dann nach hinten und etwas nach unten, zuletzt aber nach unten, innen und vorn, um in den Sinus superior in der Nähe seines Uebergangs zum Utriculus einzumünden. Er ist sehr schmal, am schmalsten jedoch in der Mitte seines Verlaufs.

Die *frontale Ampulle* (F. 28, 29 *af*) geht vom hinteren Ende des Utriculus ab und biegt sich nach aussen und hinten; sie ist wie die sagittale gebaut. Der *frontale Bogengang* (*cf*), dessen Plan mit der Frontalebene etwa einen halben rechten Winkel bildet, und welcher schmäler als der sagittale, aber nicht so schmal, wie der horizontale ist, biegt sich von der Ampulle nach oben und etwas nach hinten, um sich an seinem oberen Ende nach innen, vorn und unten zu wenden und zuletzt in den Sinus superior einzumünden.

An der unteren Wand des Utriculus finden sich zwei kleine, von einander getrennte, ovale, kaum erhabene Flächen, die *Papillæ partis basilaris cochleæ* (F. 28, 30, 31 *pb*), und dicht vor ihnen eine kleine, ovale Oeffnung, welche mittelst eines ziemlich kurzen, etwas gewundenen Canales, *Canalis communicans* s. *utriculo-saccularis*, in der Knorpelwand zum Sacculus führt (F. 30 *cc*).

Der *Sacculus* (F. 28, 29, 31 *s*) bildet einen langen, schmalen, im Allgemeinen horizontalen Sack, dessen vorderes, zugespitztes Ende ungefähr bis unter das hintere Ende des Recessus utriculi (oft aber noch länger nach vorn) reicht, dessen hinteres, ebenso verschmälertes Ende ein wenig hinter den frontalen Bogengang ragt. An seiner medialen Wand trägt er inwendig eine lange, schmale *Macula acustica* (F. 34 *ms*); im Sacculus liegt die lange, schmale, etwas platte *Sagitta* (F. 28, 29 *S*), welche mit drei scharfen, wie geflügelten Rändern versehen und im Ganzen einen alten Steinpfeil nicht unähnlich ist. Etwas vor der Mitte der medialen Wand des Sacculus sieht man an herauspreparirten Labyrinth ein rundes Loch (F. 29 *lo*), dessen Zweck mir nicht klar wurde, das aber jedoch, wie ich glaube, im Verhältniss zum Sinus impar Weberi steht; einige Mal fand ich von diesem Loch einen kurzen membranösen Canal ausgehen. Ich suchte mehrmals diesen Theil zusammen mit dem Labyrinth in Situ zu prepariren, aber stets ohne ein bestimmtes Resultat zu erhalten; wegen der Schwierigkeit jetzt während des Herbstes hinreichendes Material von diesem Fische zu weiterer Untersuchung zu erhalten, musste ich

diese interessante Frage offen lassen, obwohl sie doch nicht eigentlich grosse Schwierigkeiten bietet. WEBER konnte mit Hinsicht auf den Zusammenhang zwischen dem membranösen Labyrinth und dem Sinus impar nicht zum bestimmten Resultat gelangen; LANG läugnet diesen Zusammenhang; HASSE lässt ihn unentschieden.

Etwas hinter der Mitte des Sacculus findet sich an dessen lateralem, unterem Theil ein ovales Loch (F. 31 *cl*), welches mittelst eines kurzen Canales (*Canalis lagenaris*) — ob ein wirkliches Homologon des Canalis reuniens, ist nicht leicht zu sagen, besonders weil die Pars basilaris so abgesondert liegt — zur Höhle der Lagena führt.

Diese, die *Lagena* (F. 28, 29, 31, 34 *l*), welche sich an die Aussenseite des hinteren Theils des Sacculus anlegt und so (F. 34 *z*) mit ihm eine gemeinsame Wand besitzt (die lateral für den Sacculus, medial für die Lagena ist), bildet einen vorn zugespitzten, hinten breiten und abgerundeten, ovalen, platten Sack, dessen einzige Communication mit dem übrigen Labyrinth der eben genannte Canal ist. An ihrer medialen, etwas concaven Wand trägt sie inwendig eine ovale *Papilla lagenæ* (F. 31, 34 *pl*), und in ihrer Cavität liegt der rundliche, platte *Asteriscus* (F. 28, 29 *A*), welcher wegen seiner Form wirklich diesen Namen verdient, um so mehr, da er an seiner lateralen Fläche strahlenförmig radiirende Firsten zeigt, die in eine Menge von Zähnen am Rande auslaufen, an der medialen auch am Rand kleine, von den Zähnen nach dem Mittelpunkt gehende Firsten, in der Mitte aber eine Grube hat, welche als eine Rinne nach vorn läuft.

Was den feineren Bau des membranösen Labyrinthes betrifft, so besteht auch hier die eigentliche Wand aus Spindelzellenknorpel. Die Dicke der Wand ist verschieden an verschiedenen Orten, im Allgemeinen doch mit dem Verhalten beim Hecht ziemlich übereinstimmend. Im Utriculus und Sinus superior ist also die mediale, auswendig gewöhnlich mit grossen schwarzen Pigmentzellen besetzte, betreffs der Structur etwas streifige Wand am dünnsten (0,006—0,02 mm.); die laterale ist aber etwas dicker (0,033—0,04 mm.). Die mediale Wand des Recessus utriculi ist auch dünn (0,006—0,01 mm.), wird schnell nach oben dicker (bis etwa 0,3 mm.); die laterale, der Macula angehörige Wand ist dünner am unteren Umfang (0,08 mm.), wo die Nervenfaserbündel in Gruben und Furchen eingelagert sind, als am oberen (0,23 mm.). Von dem Verhalten der Nervenfasern und Blutgefässe in der Knorpelwand gilt übrigens ungefähr das oben beim Hecht Gesagte; doch scheinen die Blutgefässe in der Wand des Brachsenlabyrinthes etwas zahlreicher zu sein. In den Ampullen ist die Wand am Dache an der Aussenfläche etwas uneben (im Allgemeinen von 0,08—0,1 mm. Dicke); in den Seitentheilen an den *Plana semilunata* etwas dicker (0,13—0,16 mm.); am unteren Theil des *Planum* beim Uebergang des Septum in die Seitenwand ist die Wand beiderseits wieder dünner, indem hier eine Einbuchtung derselben vorhanden ist; am Boden der Ampullen ist die Wand auch dünner (0,016—0,05 mm.); das Septum hat am Querschnitt eine bedeutendere Dicke (bis 0,3 mm. in seiner Mitte). In den Bogengängen ist die Wand nach der einen Seite auch bedeutend dünner (0,08 mm.), als an der anderen (etwa 0,2 mm.). Im Sacculus ist die mediale Wand, in welcher der Nerv, *Ramus sacculi* (F. 34 *rs*), läuft, ziemlich dick (0,13—0,16 mm.), die laterale, für die Lagena gemeinsame, etwas dünner (0,08—0,1 mm.); oben und unten, am Zusammenfluss dieser Wände, entsteht eine am Querschnitt dreieckige Verdickung; in der oberen derselben läuft der *Ramus lagenæ* (F. 34 *rl*), gröbere Blutgefässe finden sich auch in ihnen. Die laterale Wand der Lagena ist sehr dünn (etwa 0,0033—0,0066 mm.).

Die Epithelbekleidung, welche inwendig die Wand des Labyrinthes bedeckt, stimmt im Ganzen mit derjenigen des Hechtes überein. Im Utriculus ist das Epithel indessen grösstentheils ein polygonales (am meisten sechseckiges) Plattenepithel (von etwa 0,02 mm. Grösse) mit ovalen Kernen; stellenweise, besonders an der Aussenwand, treten Partien von protoplasmatischen Epithelzellen zwischen den Plattenzellen auf.

Im Recessus utriculi findet sich an der medialen Wand ein polygonales Plattenepithel von theils etwas grösseren, theils kleineren Zellen mit ovalen Kernen: nach der Macula hin treten, wie gewöhnlich, die protoplasmatischen Epithelzellen in ihren wechselnden Formen auf. Die *Macula* selbst hat eine Dicke von 0,05—0,065 mm. und besteht (F. 41 *a'*) wie bei den anderen Fischen aus:

1) Hörzellen von ziemlich cylindrischer Form und ungefähr 0,025—0,035 mm. Länge (Hörhaar und untererer Ausläufer, wie oben, nicht mitgerechnet); sie haben in ihrer Mitte einen rundlich-ovalen Kern von etwa 0,06 mm. Grösse, oben ein zugespitztes, an der Wurzel breiteres, aus feinen, dicht bei einander geordneten Stäben zusammengesetztes Hörhaar (die längsten Haare, die ich hier sah, massen 0,013 mm.), und am unteren Ende einen feinen Ausläufer, der bei der Isolirung gewöhnlich abbricht; übrigens findet man im Inhalt der Hörzellen, welche sich ganz wie bei den anderen Fischen verhalten, keine andere Bildung; von der Oberfläche gesehen zeigen die Hörzellen eine rundliche oder etwas polygonale Form und stehen in etwas unregelmässiger Anordnung mit etwa ebenso grossen Abständen von einander wie bei den oben beschriebenen Fischen.

2) Epithelzellen (Stütz- oder Isolirungszellen) von ganz denselben Formen und Dimensionen und mit derselben Anordnung, wie es oben beim Hecht, Barsch u. s. w. beschrieben ist.

3) Nervenfasern, welche gewöhnlich ihre Myelinscheide am oder bald nach ihrem Uebergang in die Macula abgeben, bisweilen aber dieselbe noch eine kleine Strecke behalten, um dann immer die schönste, wiederholte Theilung (F. 39) zu zeigen; dabei geht bald von der Nervenfaser eine feine varicöse Faser ab, bald theilt sich die ganze Faser in zwei gleichdicke Fasern, welche sich dann wieder zu wiederholten Malen in immer feinere, gewöhnlich zuletzt varicöse Fasern theilen. Trotz anhaltenden Nachspürens ist es mir auch hier nicht gelungen, den Zusammenhang zwischen diesen Nervenendfasern und den unteren Ausläufern der Hörzellen mit einiger Sicherheit zu sehen; immer wurde bei der Isolirung dieser doch so wahrscheinliche Zusammenhang abgebrochen. Der *Lapillus*, welcher dieselbe Structur wie beim Hecht zeigt, liegt in einer schleimigen Masse eingebettet, welche eine schwache, radiirende, fein streifige Textur zeigt; an seiner Maculafläche aber ist er mit einer etwas dünneren Membran bedeckt, welche wie man unter dem Mikroskop sieht, aus schmalen, im Allgemeinen ziemlich parallelen, gleichbreiten Balken besteht und an der Fläche, ungefähr wie es LANG beschrieben hat, cribrirt ist (mit Löchern von 0,0033—0,0066 mm. Grösse — F. 32).

Die *sagittale Ampulle* hat an ihrem Dach polygonales Plattenepithel, welches nach den *Plana semilunata* zu allmählig Cylinderform annimmt. Die *Plana semilunata* zeigen sowohl oben, als vorn und hinten noch weniger bestimmte Grenzen, als beim Hecht; sie bestehen indessen auch hier aus polygonalen Cylinderzellen mit Kernen unter ihrer Mitte, von welchen Zellen die längsten (von der Fläche polygonal, von der Seite gleichbreit) etwa 0,04 mm. lang sind. Am Boden der Ampulle und an der Utriculusseite des Septum finden sich protoplasmatische Epithelzellen in noch etwas grösserer Ausdehnung, als beim Hecht; solche Zellen finden sich auch

an einer kleineren Fläche am Uebergang zum Bogengang; die übrigen Theile der Ampullenwand sind mit niedrigeren polygonalen Epithelzellen bekleidet. Die *Crista acustica* besteht wie gewöhnlich (F. 41 *a*^{iv}) aus:

1) Hörzellen von derselben Form und Grösse, wie oben bei der *Macula utriculi* geschildert wurde, nur mit längeren Hörhaaren (von welchen ich sogar 0,066 mm. lange gemessen habe); ferner

2) aus Epithelzellen und Nervenfasern, welche sich hier ganz wie gewöhnlich verhalten. Ueber der *Crista* sitzt eine *Cupula terminalis* von üblicher Form, Lage und Beschaffenheit (s. beim Hecht); mehrmals sah ich diese *Cupula* an Querschnitten der *Crista* in ihrer Lage an derselben festsitzen und fand dabei immer einen Zwischenraum (von 0,03—0,06 mm. Höhe) zwischen der unteren Fläche der *Cupula* und der Hörzellenfläche der *Crista*.

Die *horizontale Ampulle* hat nur ein deutlich entwickeltes *Planum semilunatum*, dem des Hechtes entsprechend; sie zeigt an ihrer unteren Wand an der *Utriculusseite* des *Septum nervum* eine Bekleidung von cylindrischen (bis zu 0,04 mm. hohen) protoplasmatischen Epithelzellen, welche sogar bis zur Grenze der *Crista acustica* hin aufsteigen. In Betreff des Baues der *Crista* und der *Cupula* verweise ich auf das bei der sagittalen Ampulle Gesagte, was auch mit Hinsicht auf die *frontale Ampulle* gilt, welche im Allgemeinen mit der sagittalen ganz übereinstimmt.

Das Epithel der *Bogengänge* ist ein gewöhnliches, polygonales Plattenepithel, mit kleinen, dichtgedrängten, mehr spindelförmigen, eine niedrige, aber ziemlich breite Firste bildenden Zellen längs der einen Seite der Wand.

Die Epithelbekleidung des *Sacculus* besteht aus polygonalem Plattenepithel und protoplasmatischen Epithelzellen, die letzteren nehmen aber hier eine sehr bedeutende Ausdehnung an, besonders nach der *Macula* zu. Die *Macula sacculi* besteht (F. 41 *a*ⁱⁱ) aus ganz denselben Elementen, wie die *Macula utriculi*, nämlich aus Hörzellen, Epithelzellen und Nervenfasern von ganz derselben Form, Grösse und Anordnung. Die *Sagitta* ist wie die anderen Otolithen gebaut; ihre *Membrana tectoria* zeigt nichts Besonderes.

Die *Lagena* trägt an ihrer lateralen Wand polygonales Plattenepithel; nach ihrer *Papilla acustica* zu, treten wie gewöhnlich protoplasmatische Epithelzellen in einer dichten Zone auf. Die *Papilla acustica lagenæ* ist wie die *Macula utriculi* gebaut (F. 40, 41 *a*ⁱⁱⁱ); die Hörzellen haben auch hier eine Länge von 0,027—0,03 mm. mit Kernen von gewöhnlicher Form und Grösse und Hörhaaren von 0,0165 mm. Länge und üblichem Bau; diese Zellen sowie die Epithelzellen und Nervenfasern haben die gewöhnliche Anordnung. Der *Asteriscus* und seine *Membrana tectoria* (F. 33) zeigen auch den üblichen Bau. Die beiden *Papillæ basilares*, an welchen ich bisher keine Deckmembran finden konnte, haben ganz denselben Bau von Hörzellen, Epithelzellen und Nervenfasern, und verweise ich deshalb auf obige Beschreibungen.

Von der Beschreibung des Gehörorganes zweier anderer von mir untersuchter Fische¹⁾, des *Coregonus Oxyrhynchus* und des *Gadus Morrhu*, muss ich wie bereits erwähnt, besonders wegen der Schwierigkeit, Tafeln zu erhalten, jetzt abstehen. Da indessen diese Fische zwei wichtige Familien repräsentiren, will ich doch ihre Hörlabyrinth kurz besprechen.

Das knöchernerne Labyrinth des **Coregonus Oxyrhynchus** Lin. ist dem des Hechtes sehr ähnlich, sowohl in Betreff der Form der einzelnen Knochen und der Knorpelfugen, als in ihrer Zusammenfügung zu einem Ganzen. Auch hier wird das *Opisthoticum* ganz vermisst. Das perilymphatische Gewebe ist dem des Barsches ähnlich. Das membranöse Labyrinth ist mit dem des Hechtes ziemlich übereinstimmend, sowohl in Betreff der allgemeinen Form, als auch der einzelnen Theile; doch ist keine Appendix utriculi vorhanden, und statt des Canalis communicans findet man nur eine etwas dünne, verwachsene Stelle an der Wand. Die Abgrenzung der *Lagena* vom Sacculus ist nur wenig angedeutet; sie findet sich nämlich als eine sehr schwache Ausbuchtung am hinteren Ende desselben, und ihre *Papilla* bildet eine ziemlich hohe Firste. Die *Pars basilaris* ist der des Hechtes ähnlich. So auch der *Ductus sacculi*. Die Nervenendstellen sind ganz übereinstimmend mit denen des Hechtes gebaut.

Beim **Dorsch (Gadus Morrhu** Lin.) weicht dagegen das knöchernerne Labyrinth mehr von dem des Hechtes ab. Hier ist ein sehr grosses *Opisthoticum* vorhanden; es liegt an der Aussenseite der Schädelwand, an dem Occ. basilare, Occ. laterale, Epioticum, Squamosum und Prooticum, mittelst dieser Knochen und ihrer Knorpelfugen fast vollständig vom membranösen Labyrinth getrennt. Die *Fovea sacculi et lagenæ* ist sehr gross, geht aussen und vorn in eine andere Grube über, in welcher der *Recessus utriculi* und die beiden vorderen Ampullen liegen. Ueber das vordere Ende des sagittalen Bogengangs geht eine Knorpelbrücke; über den anderen beiden Bogengängen finden sich ziemlich schmale Knorpelbrücken; die Canäle sind sehr weit und münden mit grossen Oeffnungen. Das perilymphatische Gewebe ist sehr eigenthümlich; es besteht aus einer farblosen, klaren, schleimigen, halbfesten Masse, welche unter dem Mikroskope homogen und structurlos, aber von Gefässen und feineren Balken und Fasern durchzogen erscheint. Das membranöse Labyrinth scheint beim ersten Ansehen dem des Hechtes ziemlich ähnlich, weil es mehr niedrig, als hoch ist. Der *Utriculus* ist indessen viel länger und schmaler, als beim Hecht; er ist besonders ausgezeichnet durch einen mehrere Millimeter langen und engen *Sinus posterior*, welcher hier als eine offenbar selbstständige Bildung erscheint, hinten mit einer kleinen Ausstülpung endigt und in der Nähe des hinteren Endes die frontale Ampulle und den horizontalen Bogengang aufnimmt. Der *Utriculus* lässt sich von dem sehr grossen *Sacculus* ohne Verletzung der Wand trennen; ein *Canalis communicans* ist nicht zu finden. Dagegen ist der *Ductus sacculi* vorhanden; er läuft von seiner ovalen unteren Oeffnung, sich schnell verschmälernd, wie gewöhnlich vom *Sacculus* schief nach oben an der medialen Seite des *Sinus superior* und kann hoch nach oben an demselben verfolgt werden. Die *Ampullen* sind ungefähr wie beim Hecht gebaut, sind aber, wie der *Recessus utriculi* (mit seiner *Macula*), verhältnissmässig klein. Die *Lagena*, welche der Form nach der des Barsches ähnlich ist, sitzt als eine kleine Düte am hinteren Ende des *Sacculus*, hängt aber mit der Höhle desselben nur mittelst eines

¹ Die übrigen Fische, deren Gehörorgan ich untersuchte, die *Lucioperca Sandra*, *Pleuronectes Platessa*, *Cyprinus Idus*, gehörten nicht zu besonderen Familien; es mag hier erwähnt werden, dass das membranöse Labyrinth der *Lucioperca Sandra* in grösster Uebereinstimmung mit dem des Barsches, das Labyrinth des *Pleuronectes Platessa* mit dem des Pleur. Flesus und dasjenige des *Cyprinus Idus* mit dem des Brachsen gebaut ist.

engen Canals (ungefähr wie beim Brachsen) zusammen. Die Nervenendstellen haben dieselbe Zusammensetzung, wie bei den anderen Fischen; eine Pars basilaris gelang es mir aber hier nicht zu finden.

Kurzer Rückblick.

Da von allen den verschiedenen Familien der Knochenfische in den obigen Beschreibungen nur fünf (resp. sieben) repräsentirt sind, scheint es mir zu früh, ganz bestimmte, für alle Knochenfische geltende Resultate aus denselben zu ziehen.

Folgende hauptsächlichliche Ergebnisse lassen sich indessen für diese aus verschiedenen Familien (die *Esocidæ*, die *Percoidei*, die *Pleuronecteidei*, die *Muraenoidei*, die *Cyprinoidei* — und ich kann auch die *Salmonoidei* und die *Gadoidei* beifügen) ausgewählten Fische aufstellen:

1) Das knöchernerne Labyrinth umschliesst nur auswendig das membranöse, indem das letztere in der gemeinsamen Schädelhöhle und beiderseits in einem vom Gehirn nur durch die Dura mater abgetrennten perilymphatischen Raume liegt. Das knöchernerne Labyrinth wird im Ganzen bei Allen aus denselben Knochen gebildet, nämlich aus *Occipitale basilare*, *Occipitale laterale*, *Occipitale superius*, *Prooticum*, *Epioticum* und *Squamosum*, wozu bei einigen noch das *Frontale posticum* und das *Opisthoticum* kommt, welches letztere indessen nur wenig dazu beiträgt. Diese Knochen setzen in einer ziemlich übereinstimmenden Weise das knöchernerne Labyrinth zusammen (s. oben); doch kommen mehrere Abweichungen vor, so dass man hier wahrscheinlich viele und interessante Variationen in der Fischserie finden wird.

2) Das perilymphatische Gewebe ist von wechselnder Beschaffenheit, doch glaube ich eine Art Entwicklung von niedrigeren zu höheren Stufen darin zu finden. Beim Dorsche, wo es nur aus Balken, Gefässen und schleimig-structurlosem Gewebe besteht, erscheint es am wenigsten entwickelt zu sein; beim Hecht findet man statt dieses structurlosen Gewebes, ein feinfaseriges, spongiöses Gewebe in den Zwischenräumen der Balken und Membranen; beim Barsch und Flunder und bei *Coregonus* treten grösstentheils statt desselben Fettkugeln in bedeutender Menge auf, und beim Brachsen verdrängen dieselben fast vollständig das spongiöse Gewebe.

3) Das membranöse Labyrinth ist bei allen den oben beschriebenen Fischen von ziemlich übereinstimmendem Bau; doch kommen bei Allen bestimmte Verschiedenheiten vor. Bei Allen hat es einen *Utriculus* mit einem *Sinus superior*, an dessen oberem Ende der sagittale und der frontale Bogengang einmünden, einem gewöhnlich nur schwach angedeuteten, bisweilen aber sehr gut (Flunder, Dorsch) entwickelten *Sinus posterior*, in welchen die frontale Ampulle und bisweilen (Flunder, Dorsch) der horizontale Bogengang münden. Ferner ist bei Allen ein *Recessus utriculi* mit einer *Macula acustica*, einem ihr anliegenden Otolithen, dem *Lapillus*, und einer *Membrana tectoria* vorhanden; in dem *Recessus* öffnen sich die *sagittale* und die *horizontale Ampulle*, welche beide Ampullen sowie die *frontale Ampulle* bei Allen von ziemlich übereinstimmender Form und ähnlich gebaut (*Cristæ acusticæ*, *Cupulæ terminales* u. s. w.) sind. Aus

den Ampullen gehen die *drei Bogengänge*, welche bei den verschiedenen Fischarten einen übereinstimmenden Bau, aber keine bestimmte Längenverhältnisse zu einander zeigen. Nur beim Hecht hat der Utriculus noch eine eigenthümliche *Appendix*. Der *Sacculus* steht bei einigen Fischen (Hecht, Aal, Brachsen) durch ein *Foramen* oder *Canalis communicans* mit dem Utriculus in offener Verbindung. Bei Anderen (Barsch, Flunder, Dorsch, Coregonus) wurde eine solche Communication nicht gefunden. Der *Sacculus* trägt bei Allen eine *Macula acustica* und darauf einen Otolith, die *Sagitta*, mit einer *Membrana tectoria*. Am hinteren Ende des *Sacculus* findet sich die *Lagena cochleæ*, welche beim Hecht gar nicht, beim Coregonus sehr wenig abgegrenzt ist, beim Barsch, Flunder und Aal als eine mehr ausgeprägte, offene Ausstülpung der *Sacculus*-höhle erscheint, beim Brachsen und Dorsch aber weit mehr selbstständig wird und nur durch einen engen Canal mit dieser Höhle in Verbindung steht. Die *Lagena* trägt bei Allen eine *Papilla acustica*, auf welcher eine *Membrana tectoria* und ein Otolith, der *Asteriscus*, liegen. Bei Allen, mit Ausnahme des Flunders und Dorsches, bei welchen ich sie bisher nicht finden konnte, sind noch zwei *Papillæ acusticæ* vorhanden, nämlich die beiden kleinen, am Boden des Utriculus befindlichen *Papillæ basilares cochleæ*; beim Barsch können sie bisweilen zu einer verschmelzen. Beim Flunder und Dorsch finden sich also sechs Nervenendstellen, bei den übrigen acht (beim Barsch zuweilen sieben). Zu diesen Nervenendstellen vertheilt und verbreitet sich der *Nervus acusticus* bei Allen in übereinstimmender Weise. — Der feinere Bau ist bei Allen fast derselbe, sowohl betreffs der knorpeligen Wand und ihrer inwendigen Epithelbekleidung, als der Zusammensetzung der Nervenendstellen, der *Membranæ tectoria*, der Otolithen u. s. w. Die einzelnen Nervenendstellen unterscheiden sich auch in Betreff ihres Baues fast gar nicht von einander; die Hörhaare zeigen zwar etwas verschiedene Länge, aber doch dieselbe Zusammensetzung. Die *Plana semilunata*, welche gar keine Nervenendigungen, wie es von einigen Verfassern (z. B. STEIFENSAND, RÜDINGER) angegeben wird, enthalten, zeigen bei den verschiedenen Fischarten etwas verschiedene Verhältnisse, indem ihre Cylinderzellen bald sehr hoch (Hecht) bald sehr niedrig (Flunder, Aal) sind. -

Ich will hier in diesem kurzen Ueberblick nicht näher auf den Bau des Labyrinthes eingehen, um so mehr, da die Befunde oben schon ausführlich mitgetheilt sind. Nur die wichtigsten Theile des Gehörorgans, die Nervenendstellen, deren Erforschung eigentlich von Anfang an das Ziel dieser Untersuchungen war, und mit welchen ich mich daher am eifrigsten beschäftigt habe, erfordern eine etwas eingehendere Besprechung, weil meine Befunde von denen meiner Vorgänger wesentlich abweichen. Mit den älteren Angaben über den feineren Bau dieser Theile ist es etwas schwer Vergleichungspunkte zu finden, doch möge bemerkt werden, dass LEYDIG gewiss die Hörzellen mit ihren Hörhaaren beim Aale gesehen, und dass REICH auch einige richtige Angaben über den feineren Bau dieser Theile gegeben hat. Die Darstellung von MAX SCHULTZE ist indessen die erste, welche die Elemente genauer angiebt¹. Wenn man seine Beschreibung mit der meinigen vergleicht, findet man leicht:

¹ In einer späteren Arbeit (Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut 1862 s. 8), als die oben in der Historik angeführte äussert sich MAX SCHULTZE noch etwas bestimmter über diesen Gegenstand, indem er seine Untersuchungen über das Gehörlabyrinth bespricht: »Welche der innerhalb letzterer (der Epithelialschicht) gefundenen Zellenarten etwa mit den fein verästelten Axencylindern in Verbindung trete, blieb einer letzten definitiven Entscheidung vorbehalten, doch konnte ein Zweifel kaum mehr darüber bestehen, dass die zwischen den grösseren Cylinderepithelzellen eingeschobenen Fadenzellen die Endzellen des Hörnerven, also die »Hörzellen« seien.»

1) dass seine wichtigsten Elemente, die »Fadenzellen«, welche er als Nervenendorgane ansieht, von mir als indifferente Epithelzellen (Stütz- oder Isolirungszellen) beschrieben sind;

2) dass seine »Basalzellen« von mir ganz zu derselben Art von Epithelzellen gerechnet werden, weil sie sich von den vorigen nur durch den Platz der Kerne unterscheiden. Beide Arten von Zellen zusammengenommen entsprechen unzweifelhaft den eigentlichen Epithelzellen der Nervenendstellen bei den höheren Wirbelthieren und zeigen nie eine Verbindung mit den Nervenfasern; wenn MAX SCHULTZE glaubt, eine solche gesehen zu haben, so beruhte das gewiss nur auf einer Anklebung;

3) dass die dritte Art von Zellen, welche MAX SCHULTZE beschrieben hat, die indifferenten »Cylinderzellen«, welche er mehr als Stützzellen ansieht, nach meiner Darstellung die wichtigsten Elemente, die eigentlichen Nervenendorgane, oder die s. g. Hörzellen sind. Sie entsprechen nämlich ganz und gar den Hörzellen der höheren Wirbelthiere. Ihr Zusammenhang mit den Nervenfasern ist bei den Fischen noch nicht mit Bestimmtheit gesehen; sie haben aber einen unteren, feinen Ausläufer, der wie ein Nervenfaden aussieht, und der Zusammenhang ist bei anderen Wirbelthieren dargelegt. Wenn MAX SCHULTZE gewusst hätte, dass die Hörhaare von diesen Zellen ausgehen, so hätte er wahrscheinlich auch die hohe Bedeutung dieser Zellen eingesehen. Seine Auffassung gründet sich indessen besonders auf seine genaue Kenntniss vom Bau der Riechschleimhaut. Es lag wirklich auch nahe die »Riechzellen« mit seinen Fadenzellen im Gehörorgan zu vergleichen. Nach meiner Darstellung wird aber die Vergleichung eine andere; dieselben Nervenendzellen sind im Gehörorgan viel gröber und die Epithelzellen viel kleiner, als in der Riechschleimhaut, oder — was vielleicht richtiger und sehr interessant ist — es hat eine Wechselung statt gefunden: die Nervenendzellen der Riechschleimhaut sind zu Epithelzellen in dem Gehörorgan, und die Nervenendzellen des Gehörorgans dagegen zu Epithelzellen in der Riechschleimhaut geworden; die eigenthümlichen Anhänge, die Riechbüschel und die Hörhaare sind aber in beiden Sinnesorganen immer nur mit den Nervenendzellen verbunden¹. Meine Beschreibung vom Verhalten der Nervenfasern stimmt mit derjenigen MAX SCHULTZES wesentlich überein.

HARTMANN sah, trotz seiner übrigen Missgriffe, zuweilen einen Zusammenhang der Hörhaare mit den Cylinderzellen. So auch, aber bestimmter, LANG im Utriculus und Sacculus; an den *Cristæ acusticæ* läugnet er aber die Hörhaare, weil er sie mit den Streifen seiner *Cupula terminalis* verwechselte. Die Hohlräume, welche LANG unter den Cylinderzellen fand, waren wahrscheinlich die hellen Kerne der Epithelzellen oder auch Querschnitte von Nervenfasern.

Die Darstellung, welche zuletzt RÜDINGER zu wiederholten Malen gegeben hat, ist besonders mit Rücksicht auf die Fische, schwieriger mit der meinigen zu vergleichen. Ich kann dieselbe nicht anders verstehen, als dass er die Hörhaare nicht zu den eigentlichen Hörzellen — seinen indifferenten Cylinderzellen ohne Fortsätze, Stützzellen — rechnet, sondern dieselben in Verbindung mit eigenthümlich gestalteten Epithelzellen, seinen »Fadenzellen«, setzt und die letzteren Zellen für die Nervenendigungen hält. Seine Angaben von einem Zusammenhang der

¹ Es mag auch hier erinnert werden, dass in einem anderen Sinnesorgan, dem Geschmacksorgan, bei einigen Thieren, — wie wir durch die bekannten schönen Untersuchungen von A. KEY über die Endigungsweise der Geschmacksnerven in der Zunge des Frosches wissen — das Verhältniss sehr übereinstimmend mit dem der *Regio olfactoria* ist, indem nämlich die Geschmackszellen, wie die Riechzellen, feine, beinahe fadenförmige, bipolare Zellen, die indifferenten Epithelzellen dagegen viel gröber sind und der Form nach viel mehr den Hörzellen des Gehörlabyrinthes ähneln. Hier kann also auch von einer Wechselung der Elemente die Rede sein.

Kerne der letztgenannten Zellen mit dem Axencylinder der Nervenfasern und seine Beschreibung von einem anastomosirenden Nervennetz mit ganglien-ähnlichen Knotenpunkten im Nervenepithel weiss ich nicht zu deuten; möglicher Weise hat er die Kerne der Epithelzellen für ganglien-ähnliche Knotenpunkte genommen. Die Epithelzellen mit an der Knorpelwand angereihten Kernen, die Basalzellen MAX SCHULTZES, welche RÜDINGER nicht sehen konnte, sind doch nicht schwierig zu finden, obgleich man sie, wie oben gesagt, nicht für eine besondere Zellenart halten mag. — Dies die wichtigsten Bemerkungen.

Ich schliesse jetzt meine Arbeit ab mit dem lebhaften Wunsche, durch dieselbe, wenn auch nur etwas, zu der vergleichenden Kenntniss des Gehörorganes beigetragen zu haben, und in der Hoffnung, ein anderes Mal das interessante Studium dieses Sinnesorganes wieder aufnehmen zu können.

Erklärung der Abbildungen.

Für alle fünf Tafeln geltende Zeichen.

<i>na</i>	Nervus acusticus.	<i>af</i>	Ampulla frontalis.
<i>rv</i>	Ramus vestibularis.	<i>cs</i>	Canalis sagittalis.
<i>rc</i>	Ramus cochlearis.	<i>ch</i>	Canalis horisontalis.
<i>ru</i>	Ramulus rec. utriculi.	<i>cf</i>	Canalis frontalis.
<i>ras</i>	Ramulus ampullæ sagittalis.	<i>s</i>	Sacculus.
<i>rah</i>	Ramulus ampullæ horisontalis.	<i>l</i>	Lagena.
<i>rs</i>	Ramulus sacculi.	<i>pb</i>	Pars basilaris.
<i>raf</i>	Ramulus ampullæ frontalis.	<i>ca</i>	Crista acustica; <i>cas</i> Cr. sagitt.; <i>cah</i> Cr. horis.
<i>rb</i>	Ramuli partis basilaris.	<i>mu</i>	Macula utriculi.
<i>rl</i>	Ramulus lagenæ.	<i>ms</i>	Macula sacculi.
<i>nf</i>	Nervus facialis.	<i>pl</i>	Papilla lagenæ.
<i>u</i>	Utriculus.	<i>cu</i>	Cupula.
<i>su, sus</i>	Sinus utriculi superior.	<i>ps</i>	Planum semilunatum.
<i>ass, assu</i>	Apex sinus superioris.	<i>cc</i>	Canalis communicans.
<i>sup</i>	Sinus utriculi posterior.	<i>ds</i>	Ductus sacculi.
<i>ap</i>	Apendix utriculi.	<i>L</i>	Lapillus.
<i>rec</i>	Recessus utriculi.	<i>S</i>	Sagitta.
<i>as</i>	Ampulla sagittalis.	<i>A</i>	Asteriscus.
<i>ah</i>	Ampulla horisontalis.		

Tafel I.

Gehörnlabyrinth des Hechtes.

Fig. 1. Das membranöse Labyrinth der linken Seite, von aussen und in viermaliger Vergrösserung gesehen.

Fig. 2. Dasselbe von innen gesehen.

Fig. 3. Dasselbe von oben gesehen.

Fig. 4—9. Ansichten des Schädels, um »das knöcherne Labyrinth« zu zeigen.

ob Occipitale basilare.

ol Occipitale laterale.

os Occipitale superius.

sq Squamosum.

pr Prooticum.

ps Processus squamosus prootici.

ep Epioticum.

fp Frontale posticum.

al Alisphenoidale.

ps Parasphenoideum.

cv Canalis vertebralis.

v¹ Erster Halswirbel.

fs Fovea sacculi et lagenæ.

fu Fovea rec. utriculi

fas Fovea ampullæ sagittalis.

oh Ostium anterius canalis horisontalis.

cho Canalis horisontalis osseus.

oc Ostium commune canalis horisontalis et canalis frontalis.

of Ostium superius canalis frontalis.

fv Foramen nervi vagi.

ft Foramen nervi trigemini.

ff Foramen nervi facialis.

m Muskel, der sich hinten am Schädel ansetzt.

mg Muskelgrube zwischen Epioticum, Occipitale superius, und Squamosum.

ar Augenmuskelrinne.

kn Knorpel.

Fig. 4. Die linke Seitenwand eines sagittal halbirten Schädels von innen gesehen (zwei Mal vergrössert); das membranöse Labyrinth ist herausgenommen, um die Ausbreitung der Knochen, die Gruben und Canalmündungen zu zeigen.

Fig. 5. Dieselbe Ansicht mit dem membranösen Labyrinth in seiner Lage.

Fig. 6. Der Schädel von hinten gesehen.

Fig. 7. Die äussere und untere Schädelwand von innen und oben gesehen; das Occipitale superius, das Epioticum und das übrige Schädeldach sind entfernt, um den horizontalen Canal und die Fovea sacculi et lagenæ zu zeigen.

Fig. 8. Die äussere und untere Schädelwand von aussen und unten gesehen, um die Ausbreitung der Knochen und Knorpel zu zeigen.

Fig. 9. Hinterer Theil des Schädeldachs von oben gesehen.

Fig. 10. Perilymphatisches Gewebe, mit Müllerscher Lösung behandelt, bei HARTNACKS Obj. 7 und Ocular 3 gezeichnet; *me*, die kernführenden Membranen; *sp*, das spongiöse Gewebe; *bl*, ein Blutgefäss.

Fig. 11. Querschnitt des sagittalen Bogengangs (*cs*) mit dem

ansitzenden perilymphatischen Gewebe, bei schwacher Vergrösserung gezeichnet; *dm*, die Dura mater; *me*, die kernführenden Membranen; *sp*, das spongiöse Gewebe; *bl*, Blutgefässe; *ef*, die Epithelfirste an der Innenseite des Bogengangs.

Fig. 12. Segelartige Membranen durch Abpinselung des spongiösen Gewebes aus dem perilymphatischen Gewebe dargestellt und bei schwacher Vergrösserung gezeichnet; die Kerne der Membranen sind hier kaum bemerkbar; *bl*, ein Blutgefäss.

Fig. 13. Nervenfasern und Ganglienzellen aus den Zweigen des Nervus acusticus; I, feinere, myelinhaltige Nervenfasern; II, eben solche mit Varicositäten; III, eine gröbere, myelinhaltige Nervenfasern mit aus der Scheide ausschliessendem, breitem Axencylinder; IV, Gruppe von kleineren, von einer Myelinscheide umgebenen Ganglienzellen mit ihrem Uebergang in die Nervenfasern; V, zwei grössere, ebenfalls von Myelinscheide umgebene Ganglienzellen verschiedener Form mit dem Uebergang in die Nervenfasern; *k*, Kern der Ganglienzellen.

Tafel II.

Aus dem Recessus utriculi des *Esox Lucius*.

Fig. 1. Laterale Wand des Recessus, von innen gesehen, um die Ausbreitung des Nervus rec. utriculi und die Macula acustica zu zeigen; die Nerven der sagittalen und horizontalen Ampulle sind nebst dem Beginn der Ampullen selbst und die Cristæ acusticæ derselben in etwas ausgebreiteter Lage zu sehen. Die Fläche der Macula acustica ist fein punktirt, mit scharfem oberen Rand, der sich so weit nach oben wie die Nervenfaserausbreitung erstreckt, und mit weniger bestimmter unterer Grenze. Nach oben von der Macula findet sich die breite Zone der protoplasmatischen Epithelzellen, welche durch grössere Punkte angedeutet ist. 20 malige Vergrösserung.

Fig. 2. Ein Stück der Zellenfläche an dem oberen Umfang der Macula acustica, mehr vergrössert (HARTNACK Obj. 7 Ocul. 3); *pz*, protoplasmatische Epithelzellen in verschiedener Form, theils dunkler und mehr klumpenförmig, theils mehr langgestreckt zwischen den vorigen liegend (*pz*¹) und mit hier und da unter ihnen liegenden, kleinen, gewöhnlichen Epithelzellen, welche auch mit einem grösseren Haufen (*e*) in den oberen Theil eindringen. An dem unteren Umfang sieht man die Grenzpartie der Macula acustica mit ihren Hörzellen und die darunter in Schlingen sich umbiegenden Nervenfasern.

Fig. 3. Elemente aus der Macula; links ein dünner Verticalschnitt derselben mit Hörzellen (*hz*), und ihnen angehörigen Kernen und theils unbeschädigten (*hk*), theils büschelförmig aufgelösten (*hk*¹) Hörhaaren; ferner Stützepithel (*iz*), dessen Kerne in mehreren Schichten zu sehen sind, aber ohne die Zellengrenzen zu zeigen; eine Zelle ist doch etwas isolirt von den übrigen. Eine dicke myelinhaltige Nervenfasern

steigt zwischen den Zellen hinauf, wird aber dicht unter den Hörzellen unsichtbar. Die übrigen Zellen sind isolirte Hörzellen (*uf* unterer Fortsatz) und Stützzellen aus der Macula. Bei HARTNACKS Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 gezeichnet.

Fig. 4. Ein Stück der Macula-oberfläche bei derselben Vergrösserung gezeichnet; die dunkleren, rundlichen Figuren entsprechen den Hörzellen, die hellen Zwischenräume werden von den Stützzellen gebildet.

Fig. 5. Verticalschnitt der Macula, mit ihrer Knorpelwand (*kn*) und dem angrenzenden Epithel (*e*, *e*¹); *ob*, oberer, *un* unterer Theil. *n*, Nervenfasern, welche einzeln oder büschelförmig durch die Knorpelwand vom Nervenzweige zur Macula aufsteigen; *mu*, die eigentliche Macula, deren Elemente bei dieser Vergröss. (etwa 60 Mal) kaum zu unterscheiden sind; den nach oben befindlichen Absatz (*ab*) sieht man sich gegen *e*¹, die Zone der protoplasmatischen Epithelzellen, senken. *bl*, Blutgefässe der Knorpelwand.

Fig. 6. Isolirte, verzweigte Nervenfasern, aus der Knorpelwand in die Macula ausgetreten.

Fig. 7. Der Lapillus, von innen (*a*¹) und aussen (*a*¹¹) bei viermaliger Vergrösserung.

Fig. 8. Ein scheibenförmiges Stück des Lapillus mit den radiirenden, dichten Streifen und den concentrischen Bändern. In der einen Kante ist eine aus Stäben deutlich zusammengesetzte Partie zum Theil abgelöst.

Fig. 9. Ein kleineres Stück des Lapillus bei stärkerer Vergrösserung; hier sieht man nur undeutlich die Zusammensetzung aus Stäben; die Querbänder (concentr. Bänder) sind ausgeprägt.

Fig. 10. Ein Stück des Lapillus, dessen Kalksatze zum

Theil mit Essigsäure ausgezogen sind; *k*, noch übrige Kalksalze mit feineren Nadeln in die streifige, mehr durchsichtige, zurückbleibende Masse einschliessend.

Fig. 11. Ein Stück eines mit chromsaurem Kali entkalkten Lapillus; hier ist die Zusammensetzung aus langen Stäben oder Fasern sehr deutlich zu sehen. HARTN. Imm. Obj. 9 Ocul. 3.

Fig. 12. Ein kleines Stück aus der den Lapillus umgeben-

den halbfesten Masse (die Membrana tectoria), überall aus feinen Fasern bestehend, welche durch die Preparation sehr verworren sind. Das Präparat mit chroms. Kali und Anilin behandelt. HARTN. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3.

Fig. 13. Ein Stück der auf der Macula liegenden Fläche dieser Membranmasse mit ihren tiefen, schalenförmigen Vertiefungen von etwas verschiedener Form, Grösse und Anordnung. HARTN. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3.

Tafel III.

Aus den Hörampullen des *Esox Lucius*.

Fig. 1. Die sagittale Ampulle, von aussen und etwas von oben gesehen; 6-malige Vergrösserung; *ou*, Ostium utriculi; *g*, die ovalen Seitengruben; *n*, Nervus amp. sagitt.

Fig. 2. Die horizontale Ampulle, von der convexen Seite gesehen, 6-malige Vergrösserung; *ou*, ostium utriculi; *n*, der sich in die Crista acustica, an der unteren Seite, ausbreitende Nervus amp. horisont.

Fig. 3. Die sagittale und horizontale Ampulle mit ihren Utricularöffnungen (*ous*, *oud*): *u*, die abgeschnittene Utriculuswand.

Fig. 4. Verticaler Querschnitt durch die Mitte der sagittalen Ampulle, 20 Mal vergrössert.

Fig. 5. Ihre Crista acustica von oben; die Form der seitlichen abgerundeten Partien können bei dieser Ansicht nicht in voller Ausdehnung gesehen werden, weil sie nach oben steigen.

Fig. 6. Verticaler Querschnitt durch die Mitte der horizontalen Ampulle, 20 Mal vergrössert.

Fig. 7. Ihre Crista acustica von oben.

Fig. 8. Ein Theil eines verticalen Längenschnitts der frontalen Ampulle von ihrer Innenseite gesehen; *kw*, untere Ampullenwand, die in der Mitte in das Septum übergeht; *n*, die in das Septum aufsteigenden Nervenfasern. Das Septum ist nicht in der Mitte, sondern etwas seitlich durchschnitten; *pz*, protoplasm. Epithelzellen mit denen des Utriculus zusammenhängend; *pz*¹, solche Zellen in der ovalen Seitengrube; über der durchschnittenen Crista acustica sieht man ihre seitliche, etwas fächerförmige Ausbreitung und über derselben das Planum semilunatum; *bl*, Blutgefässe, welche grösstentheils an der äusseren Fläche der Ampulle verlaufen.

Fig. 9. Verticaler Querschnitt des Septum nerv. der sagittalen Ampulle; die Crista acust. ist abgetrennt, und man sieht den oberen Rand des Septum mit seinem Hügel in der Mitte und die wellenförmig verlaufenden, kleineren Flächenerhöhungen, in welchen man die Lumina der Blutgefässchen und zwischen welchen man die zur Crista aufsteigenden, abgerissenen, myelinhaltigen Nervenfasern beobachtet.

Fig. 10. Seitenpartie eines verticalen Querschnitts der sagittalen Ampulle mit ansitzendem Theil des Planum se-

milunatum und der Crista acustica, um die Einbuchtung (*ps*¹) zwischen diesen zu zeigen; in denselben sieht man den hier eindringenden, verdünnten Rand der Cupula terminalis; *n*, Nervenfasern, zur Crista aufsteigend; *k*, Knorpelwand.

Fig. 11. Senkrechter Querschnitt des Septum nerveum der sagittalen Ampulle, mit ansitzender Crista acustica und Cupula terminalis (*zw*, ein heller Zwischenraum zwischen denselben), und dem Epithel der Bogengangsseite (*e*) und dem protoplasm. Epithel der Utricularseite (*pz*); *n*, der in der Mitte zur Crista aufsteigende Nerv. amp. sagittalis.

Fig. 12. Isolierte verzweigte Nervenfasern aus der Knorpelwand, in die abgetragene Crista sich verbreitend; die feineren Zweige zeigen Varicositäten.

Fig. 13. Epithelzellen aus der Randzone der Crista (Uebergangsformen zu den Stützzellen).

Fig. 14. Senkrechter Querschnitt durch die Mitte der oberen Wand einer Ampulle mit den Spindelzellen, die sich gegen das Epithel (*e*) in der Mitte gedrängter und mit demselben parallel sammeln; *ef*, die Epithelfirste in der Mitte des Ampullendachs, aus schiefstehenden, mehr spindelförmigen Epithelzellen bestehend.

Fig. 15. Isolierte Fasern aus der Cupula terminalis, bei HARTN. Imm. 10 und Ocul. 3 gezeichnet.

Fig. 16. Ein Stück der oberen Partie einer Cupula terminalis mit ihrer Faserstreifung und der zum Theil noch anliegenden, dünnen Flächenmembran (*me*). HARTNACK Imm. 9 und Ocul. 3.

Fig. 17. Partie der Epithelbekleidung von der Utricularseite eines Septum nerveum in Flächenansicht; die Kerne des gewöhnlichen Epithels theils unbedeckt, theils durch die dieselben bedeckenden, verzweigten, grossen prot. Epithelzellen wahrnehmbar, wodurch die letzteren als mehrkernig erscheinen.

Fig. 18. Elemente aus einer Crista acustica, bei HARTNACKS Imm. Obj. 10 u. Ocul. 3 gezeichnet; *A*¹, Verticalschnitt, die Hörzellen (*hz*) mit Kernen und theils ungespaltenen (*hh*), theils büschelförmig aufgelösten (*hh*¹) Hörhaaren; ferner Kerne der Stützzellen (*tz*) in mehreren Schichten und von der Knorpelwand in die Crista aufsteigende myelinhaltige Nervenfasern (*n*); *ak*, eine an dem Hörhaar ansitzende Albuminkugel;

- A^{11} , isolirte Elemente (Hörzellen und Stützzellen) der Crista; f , unterer Ausläufer einer Hörzelle.
- A^{111} , ein Stück der Crista-oberfläche, deren dunkle, runde Partien den Hörzellen entsprechen.
- Fig. 19. Lange Zellen aus dem Planum semilunatum; A^1 , von der Seite, A^{11} von der Fläche, bei HARTNACKS Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 gezeichnet; f , unteres Ende, an der Knorpelwand liegend.
- Fig. 20. Epithel, gewöhnliche Plattenzellen (e) und protoplasmatische Zellen (pz), von welchen letzteren zwei weggefallen sind und Lücken (w) nachgelassen haben. Flächenansicht.
- Fig. 21. Protoplasmatische Epithelzellen, dichtgedrängt und von der Fläche gesehen; 21 a , solche Zellen von der Seite.
- Fig. 22. Epithel von dem oberen Theil der Utricularfläche eines Septum; zwischen den gewöhnlichen, hier cylindrischen Epithelzellen (e) sieht man zwei Lücken der ausgefallenen protoplasm. Epithelzellen (w), und eine noch vorhandene prot. Zelle, welche sich über jene ausbreitet (pz).
- Fig. 23. Polygonales Plattenepithel aus dem Dache einer Ampulle.
- Fig. 24. Stück eines Querschnitts von einem Bogengang, die Knorpelwand mit ihren Spindelzellen und das inwendig bekleidende, zum Theil abgelöste polygonale Plattenepithel (e) zeigend.

Tafel IV.

Aus dem Sacculus und der Cochlea des *Esox Lucius*.

- Fig. 1. Mediale und obere Wand des geöffneten Sacculus und der Lagena von ihrer Höhle aus gesehen und in einer Fläche ausgebreitet. Ein kleiner Theil der Utriculuswand (w), in deren Mitte das Foramen communicans und rechts davon die beiden Papillæ basilares (an der Utriculus-fläche) und an deren unterem Rand das Loch des Ductus sacculi liegen. Die Nerven, zwischen welchen anastomosirende Fasern laufen, dringen von unten in die Macula sacculi und Papilla lagenæ und von oben in die Papillæ basilares ein; man sieht durch die beiden ersteren die Nervenfasern hier und da schlingenförmige Umbiegungen bilden. Die Macula sacculi, Papilla lagenæ und Papillæ basilares sind fein punktiert; in ihrer Umgebung sieht man eine Zone von protoplasmatischen Epithelzellen als grössere Punkte. 20-mal. Vergrösserung.
- Fig. 2. Verticalsechnitt der Macula sacculi mit der Knorpelwand (k), dem umgebenden Epithel (e^1 , das nach oben von der Macula, e , das nach unten von derselben befindliche), dem Nerven (n), der an der medialen Wand anliegend viele Aeste durch dieselbe zur Macula sendet. Die Elemente der Macula können bei dieser Vergrösserung (etwa 60 Mal) kaum gesehen werden; bl , Blutgefässe.
- Fig. 3. Elemente aus der Macula; a^1 , Verticalsechnitt mit Hörzellen, Stützzellenkernen, einer mehr isolirten Stützzelle und einer zwischen denselben aufsteigenden, myelinhaltigen Nervenfasern; a^{11} , zwei Hörzellen und drei Stützzellen. HARTN. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3.
- Fig. 4. Ein Stück der Macula-oberfläche, bei derselben Vergrösserung; die dunkleren Figuren sind die oberen Flächen der Hörzellen.
- Fig. 5. Die Sagitta von innen gesehen; a , das vordere, verbreiterte Ende ihrer Rinne. Vergröss. 4 Mal.
- Fig. 6. Ein Stück der nach der Macula gerichteten Fläche der Membrana tectoria mit tief schalenförmigen Vertiefungen, deren Löcher von verschiedener Form, Anordnung und Grösse sind. HARTN. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3.
- Fig. 7. Randpartie derselben Fläche der Membr. tectoria; an dem äusseren, verdünnten Rand derselben sieht man faserartige Bildungen auslaufen; die zwei dunkleren Körper sind für zellenartige Figuren leicht zu nehmende, erhärtete Albuminkugeln, welche hier oft anliegen. Imm. 9 und Ocul. 3.
- Fig. 8. Verticaler, querer Schnitt der glasig homogenen Membrana tectoria, an dessen oberem Umfang man vacuolenartige Räume (va), von denen einige sehr gross sind, sieht, an dessen unterem solche kleinere, mehr senkrecht zur unteren Fläche gestellte Räume wahrgenommen werden (a); die letzteren entsprechen den Löchern an der Fig. 6 und 7; einige dieser Räume sind schief durchschnitten; das linke verschälerte Ende (ra) der Membran, an welchem man eine etwas faseroder mehr balkenartige Structur sieht, ist unbeschädigt; das rechte, übrigens ähnlich aussehende Ende derselben ist nicht gezeichnet. In mehreren der unteren Vacuolen finden sich zellenähnliche Albuminkugeln. HARTN. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3.
- Fig. 9. Verticalsechnitt der Papilla lagenæ mit Knorpelwand (k), Nerven (n), Blutgefässen (bl), umgebendem Epithel (e oberes, e^1 unteres) in 60-maliger Vergröss., bei welcher die Elemente der Papilla kaum angedeutet sind.
- Fig. 10. Elemente aus der Papilla lagenæ; A^1 , A^{11} , Hörzellen und Stützzellen; A^{111} , ein Stück der Oberfläche, bei HARTNACKS Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 gezeichnet.
- Fig. 11. Asteriscus bei 4-maliger Vergrösserung; a^1 , von der vorderen, a^{11} von den hinteren Seite.
- Fig. 12. Ein Stück der Fläche der Membrana tectoria (der Lagena). Imm. 9 und Ocul. 3.
- Fig. 13. Polygonales Plattenepithel von der lateralen Wand des Sacculus.
- Fig. 14. Protoplasmatische Epithelzellen mit zwischenliegenden gewöhnlichen Epithelzellen aus der Nähe der Macula sacculi.
- Fig. 15. Verticalsechnitt einer Papilla basilaris (pb) an ihrer

erhöhten Knorpelwand, bei etwa 30-maliger Vergrößerung. *e*, das Epithel der Utriculushöhle; *e*¹, das der Sacculushöhle; *pl*, ein Theil der Papilla lagenæ; der Nervus basilaris (*rb*) läuft zwischen der sich trennenden Utriculuswand (*u*) und Lagenawand (*l*).

Fig. 16. Elemente aus den Papillæ basillares, bei HARTNACKS Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 gezeichnet; Hörzellen (mit ihren Hörhaaren u. s. w.), Stützzellen und Hörzellenoberfläche (wie in Fig. 3, 4, 10).

Tafel V.

Fig. 1—9. Von der *Perca fluviatilis*.

- Fig. 1. Das membranöse Labyrinth der linken Seite von aussen gesehen und 4 Mal vergrößert.
 Fig. 2. Dasselbe von innen gesehen.
 Fig. 3. Die Cochlea von unten (von der Sacculushöhle) gesehen; die abgeschnittene Wand des Utriculus sieht man unter der gleichfalls abgeschnittenen Wand des Sacculus; die Lagena zum Theil geöffnet; *ds*, Öffnung des Saccularecanals. Vergröss. etwa 8 Mal.
 Fig. 4. Ein Stück der Membrana tectoria der Macula sacculi, Flächenansicht, bei HARTN. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 gezeichnet.
 Fig. 5. Ein Stück von der Membrana tectoria der Macula utriculi, bei derselben Vergrößerung gezeichnet.
 Fig. 6. Querschnitt der sagittalen Ampulle.
 Fig. 7. Die Papilla lagenæ von der Fläche gesehen; etwa 11 Mal vergr.
 Fig. 8. Ein Stück von der Fläche der Macula sacculi, bei HARTN. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 gezeichnet.
 Fig. 9. Elemente aus den Nervenendstellen, Hörzellen, Isolirungszellen, Nervenfasern. *a*¹, Verticalschnitt aus der Macula utriculi; *a*¹¹, isolirte Zellen aus der Mac. sacculi; *a*¹¹¹, aus einer Crista acustica; *a*^v, aus der Papilla lagenæ.

Fig. 10—18. Vom *Pleuronectes flesus*.

- Fig. 10. Linkes membran. Labyrinth von aussen gesehen; 4 Mal vergrößert.
 Fig. 11. Dasselbe von innen.
 Fig. 12. Die Cochlea, bestehend aus der Lagena mit ihrer Papilla, von dem geöffneten Sacculus aus (also von unten und vorn gesehen); 12 Mal vergröss.
 Fig. 13. Querschnitt der sagittalen Ampulle mit ihrer Crista acustica, mit einer fast bis zum Dach aufsteigenden Cupula term.
 Fig. 14. Die Crista acustica desselben von oben.
 Fig. 15. Ein Stück von der Membrana tectoria der Macula sacculi.
 Fig. 16. Die Lagena, von der Fläche gesehen, in etwa 11-maliger Vergröss.
 Fig. 17. Die Macula acustica sacculi, von der Fläche gesehen, in derselben Vergröss.
 Fig. 18. Elemente aus den Nervenendstellen (Hörzellen und Isolirungsepithel); *a*¹, aus der Macula utriculi; *a*¹¹, aus der Macula sacculi; *a*¹¹¹, aus der Papilla lagenæ; *a*^v, aus einer Crista acustica.

Fig. 19—27. Von der *Muræna Anguilla*.

- Fig. 19. Linkes membranöses Labyrinth von aussen gesehen. 4 Mal vergröss.

- Fig. 20. Dasselbe von innen.
 Fig. 21. Die Cochlea, von dem geöffneten Utriculus aus gesehen; *g*, längs abgeschittene Scheidewand zwischen dem Sinus utric. posterior und dem horizontalen Bogengang; 16 Mal vergröss.
 Fig. 22. Querschnitt eines Septum nerveum (der sag. Amp.) mit der Crista acustica (*ca*), dem Epithel der vorderen und hinteren Flächen (*e*), und den in der Mitte aufsteigenden Nervenfasern (*n*).
 Fig. 23. Die Crista acustica von oben.
 Fig. 24. Querschnitt der horizontalen Ampulle mit ansitzender Crista acustica.
 Fig. 25. Die Papilla lagenæ, von der Fläche gesehen, etwa 11 Mal vergröss.
 Fig. 26. Ein Stück der Membrana tectoria der Macula acustica sacculi in Flächenansicht. HARTN. Imm. 9 und Ocul. 3.
 Fig. 27. Elemente aus den Nervenendstellen; *a*¹, aus der Crista acustica einer Ampullæ; *a*¹¹, aus der Macula sacculi. HARTN. Imm. 10 und Ocul. 3.

Fig. 28—41. Vom *Abramis Brama*.

- Fig. 28. Linkes membran. Labyrinth von aussen. 3 Mal vergr.
 Fig. 29. Dasselbe von innen; *lo*, ein Loch, welches wahrscheinlich zum Sinus impar führt. Das vordere Ende des Sacculus zeigt sich oft länger und spitziger, als auf Fig. 28 und 29 gezeichnet ist. Der Nerv. acust. ist weggerissen.
 Fig. 30. Die Pars basilaris und der Canalis communicans vom Utriculus aus gesehen, etwa 13 Mal vergröss.
 Fig. 31. Sacculus und Lagena von aussen und etwas von oben gesehen, 6 Mal vergröss.; die äussere Wand der Lagena abgetragen, um die Öffnung des Canalis lagenaris (*cl*) und die Papilla lagenæ zu zeigen.
 Fig. 32. Ein Stück von der Membrana tectoria der Macula utriculi in Flächenansicht. HARTN. Imm. 9 und Ocul. 3.
 Fig. 33. Ein Stück von der Membrana tectoria lagenæ in Flächenansicht; dieselbe Vergröss.
 Fig. 34. Querschnitt durch den Sacculus und die Lagena, etwa in der Mitte der letzteren, deren äussere Wand (*l*¹) in der Figur nicht vollständig ist; *z*, Wand zwischen dem Sacculus und der Lagena; *bl*, Blutgefässe.
 Fig. 35. Querschnitt des Septum der sag. Ampulle in der Nähe seiner Mitte mit Crista acust. (*ca*), mit dem Epithel (*e*), Nervenfasern (*n*) und festsitzender Cupula terminalis (*cu*); ein Raum zwischen der letzteren und der Crista ist auch hier zu sehen.

Fig. 36. Querschnitt des oberen Theils des Septum mit gelüfteter Crista; *e*, Epithel der vorderen und hinteren Flächen; *n*, Nerv.

Fig. 37. Querschnitt der sagittalen Ampulle mit ihrer Crista und Cupula terminalis. Die Seitenwand ist etwas zu dick gezeichnet.

Fig. 38. Die Crista von oben gesehen.

Fig. 39. Isolirte, verzweigte Nervenfasern aus der Macula utriculi.

Fig. 40. Flächenansicht der Papilla lagenæ. HARTN. Imm. 10 und Ocul. 3.

Fig. 41. Elemente aus den Nervenendstellen (Hörzellen, Isolirungsepithel) bei HARTN. Imm. 10 und Ocul. 3 gezeichnet.

a^I, aus der Macula utriculi.

a^{II}, aus der Macula sacculi.

a^{III}, aus der Papilla lagenæ.

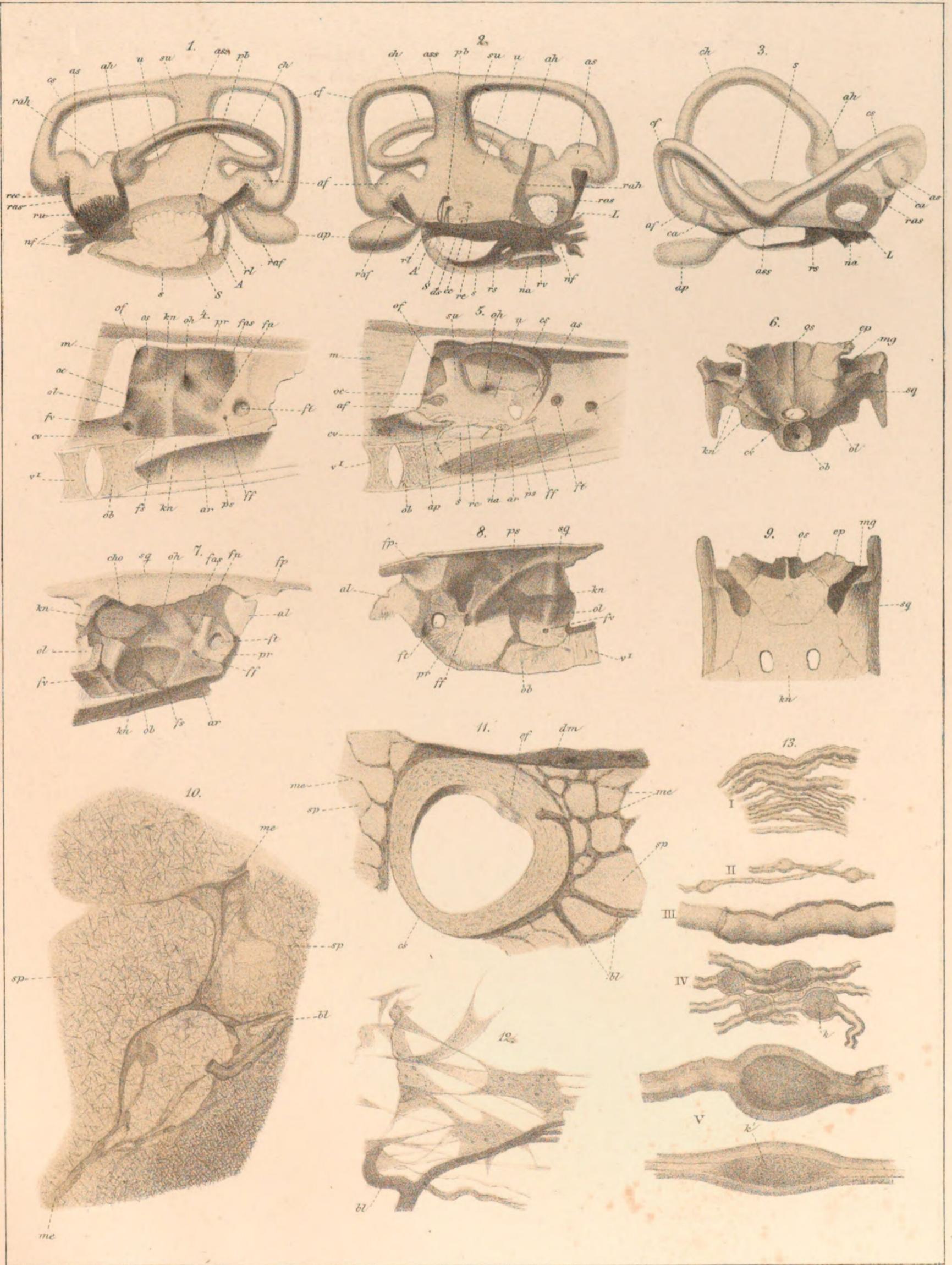
a^{IV}, aus einer Crista acustica.

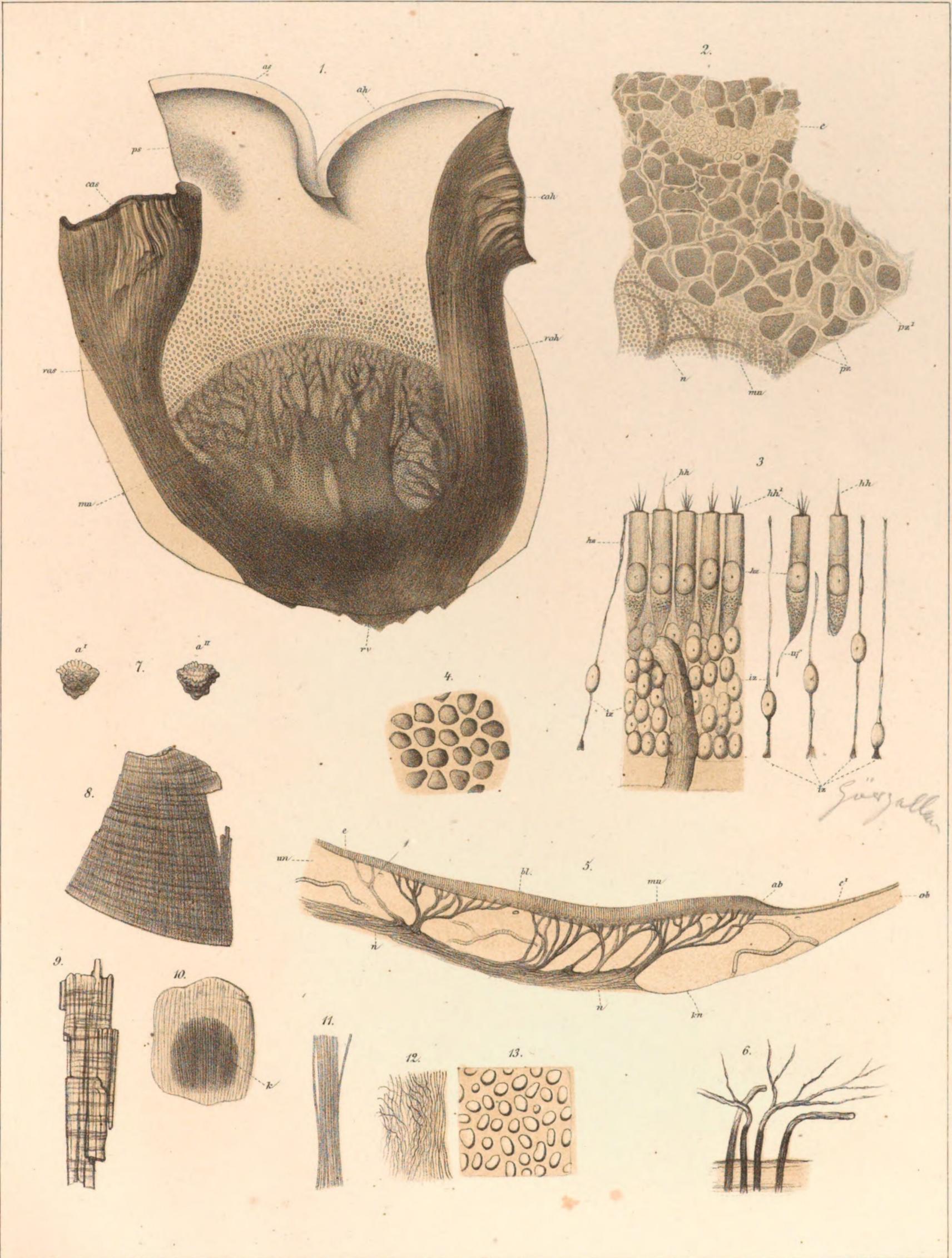
Da die Figuren meistens nach Osmiumsäurepreparaten gezeichnet wurden, sind die Nerven im Allgemeinen dunkel gehalten.

STOCKHOLM

GEDRUCKT BEI IVAR HÆGGSTRÖM

1872.







N.O. Björkman del.