

Aus dem I. anatomischen Institut (Vorstand: Hofrath Professor ZUCKERKANDL) und dem pathologisch-anatomischen Institut (Vorstand: Hofrath Professor WEICHSELBAUM) der k. k. Universität in Wien.

# Entwicklung und Bau des inneren Gehörorganes von *Echidna* *aculeata*.

Ein Beitrag zur Morphologie des Wirbelthierohres.

Von

Privatdozent Dr. G. Alexander,

Assistent der Ohrenklinik (Vorstand: Hofrath Professor POLITZER) an der k. k. Universität in Wien.

---

Mit Tafel I—XXIII und 24 Figuren im Text.

---



## Einleitung.

In der Kenntniss der Phylogenese des Gehörapparates der Wirbelthiere ist durch die spärlichen Angaben über das innere Ohr der niederen Säuger eine Lücke gegeben, die jedem, der an stammesgeschichtliche Fragen des Gehörorgans herantritt, bemerkbar wird.

Selbst seit längerer Zeit mit vergleichend-anatomischen Studien des inneren Ohres beschäftigt, konnte ich es daher mit um so grösserer Freude begrüßen, als mir von Herrn Professor SEMON die Bearbeitung der Entwicklungsgeschichte und der Anatomie des inneren Ohres von *Echidna aculeata* an seinem vorzüglichen Thiermaterial übertragen wurde. Die vorliegende Arbeit stellt das Resultat dieser Untersuchungen dar, sie wurde im November 1899 in Angriff genommen und im Februar 1903 zum Abschluss gebracht.

Dank dem liebenswürdigen Entgegenkommen des Herrn Professor SEMON erhielt ich zunächst die bereits vorhandenen fertigen Schnittserien der *Echidna*-Embryonen (Stadium 40—47) und -Beuteljungen (Stadium 48—51) seines Materiales zur Untersuchung. Die Serien des letzteren erwiesen sich leider für meinen Zweck nicht ausreichend, und Herr Professor SEMON überliess mir sodann Köpfe der Beuteljungen von Stadium 48—51 und zur Fortführung meiner Untersuchung bis zum vollkommenen Abschluss der embryologischen Entwicklung und des Wachstums die Schädelbasis eines *Echidna*-Jungen von 42 mm Kopflänge, sowie 2 Köpfe der erwachsenen *Echidna*. Von diesem Material habe ich selbst die Schnittserien angefertigt, die technische Arbeit war im August 1901 vollendet.

Im März 1902 wurde mir durch die Freundlichkeit des Herrn Professor SEMON und des Herrn Geheimrathes FÜRBRINGER das ältere Serienmaterial, das unterdessen anderen Bearbeitern übermittelt worden war und dessen Controldurchsicht mir für meine Arbeit erwünscht schien, abermals für mehrere Monate zur Verfügung gestellt.

Herrn Professor RICHARD SEMON in München, der es mir ermöglicht hat, an seinem prächtigen *Echidna*-Material die vorliegende Arbeit durchzuführen, spreche ich meinen herzlichen Dank aus, ebenso bin ich Herrn Geheimrath Professor MAX FÜRBRINGER in Heidelberg für seine wiederholten Bemühungen in der Auswahl und Uebersendung des Materiales zu tiefem Dank verpflichtet.

Für die Durchführung der Arbeit waren mir verschiedene Gesichtspunkte maassgebend. Die Grundlage des behandelten Themas musste in der descriptiven Untersuchung des häutigen Ohrlabyrinthes der erwachsenen *Echidna* gewonnen werden, dessen Studium ich daher dem der Labyrinthentwicklung bei *Echidna* nothwendiger Weise vorausgehen liess. In der Literatur sind diesbezüglich nur Einzelangaben vorhanden (s. u.), zusammenhängende Beschreibungen fehlen gänzlich. Dabei war eine möglichst genaue, mikroskopische Bearbeitung nöthig, um für das, was die Untersuchung der einzelnen Embryonalstadien bot, einen genügenden Hintergrund zu schaffen.

Die Resultate dieses Theiles der Untersuchung bilden den beschreibenden Theil der vorliegenden Arbeit.

Im vergleichenden Theil ist in Gruppierung nach den einzelnen Abschnitten des Ohrlabyrinthes die Form- und Gewebsentwicklung des inneren Gehörorgans der *Echidna* enthalten, er ist zugleich als Beitrag zur Phylogenese des Wirbelhierlabyrinthes gedacht; es sollte entschieden werden, welche Stellung dem *Echidna*-Labyrinth in der aufsteigenden Thierreihe zukommt und inwiefern verschiedene charakteristische Kennzeichen des Saurier-, Vogel- und Stügerohres in ihm zum Ausdruck gelangen.

Hierbei sind auch zum ersten Mal über die ontogenetische Entwicklung des „Lagena“ genannten Labyrinthabschnittes eingehende Thatsachen gewonnen worden, so dass über die Embryologie der Lagena, die wegen ihrer unmittelbaren Nachbarschaft und des embryonalen, bisher fraglichen Zusammenhanges mit der Pars basilaris cochleae besonders interessant erscheint, genaue Angaben gemacht werden können.

Weiters galt es, an vergleichend-anatomische Fragen anzuknüpfen, die RETZIUS durch die Bearbeitung seines reichen Materiales, das jedoch keine *Echidna* enthielt<sup>1)</sup>, angeregt hat. Hierher gehört die Discussion über die Existenz der Macula neglecta, einer accessorischen Nervenendstelle des Ohrlabyrinthes der Saurier und Vögel, bei den niederen Säugethieren, der feinere Bau der Papilla basilaris cochleae der Monotremen, Ausbreitung, Form und Grösse des Ganglion nervi octavi, sowie die Verzweigungsweise des peripheren Hörnerven an der erwachsenen *Echidna*. — Gerade die letztere Frage konnte exacte Beantwortung an dem vorliegenden Material erfahren, als RETZIUS selbst, nachdem er an seinem vergleichenden Thiermaterial die Verzweigungsweise und Entbündelung des Nervus acusticus untersucht hat, zu dem Schluss kommt, dass man diese Frage endgültig erst an dem *Echidna*-Labyrinth werde entscheiden können.

Endlich konnte ich an eigene Untersuchungen anknüpfen: so liessen mich (4) vergleichend-anatomische Befunde an den Vestibularganglien verschiedener höherer Säuger Communicationsfasersysteme annehmen, die sich nur an einzelnen, vorher untersuchten höheren Säugern constatiren liessen und bezüglich welcher von den Monotremen Aufschluss erwartet werden konnte. Untersuchungen über das Labyrinthpigment der höheren Säuger (8) liessen die Frage des Labyrinthpigments an den niederen Säugern interessant erscheinen. Endlich konnte ich an eigene embryologische Befunde anschliessen, die vorzugsweise die Pars inferior labyrinthi betreffen (5), Befunde, die in einiger Beziehung an dem mir vorher zugänglichen höheren Säugermaterial keine vollständige Klärung erfahren hatten und zu deren Illustration die Kenntniss der entsprechenden Verhältnisse an *Echidna* sich als unbedingt nöthig erwies: dahin gehört die Formentwicklung der Pars inferior labyrinthi, die Entwicklung des Ductus reuniens und des Vorhofblindsackes als selbständige Labyrinthabschnitte, endlich die Existenz einer selbständigen Nervenendstellen-Anlage im Ductus reuniens, einer Macula ductus reunientis, deren Nachweis mir unter den höheren Säugern beim Meerschweinchen gelungen ist. Meine Befunde gaben mir damals Veranlassung, in der Phylogenese eine Lagena cochleae und Lagena sacculi zu unterscheiden: beide besitzen mit Statolithen versehene Nervenendausbreitungen, welche im feineren Bau mit den Nervenendstellen der beiden Vorhofsäcke übereinstimmen, beide sind in functionstüchtiger Ausbildung am erwachsenen höheren Säugethier nicht mehr vorhanden. Als Homologen der Lagena sacculi, die bei den Fischen und Amphibien sehr schön entwickelt ist, wäre nach den bisherigen Befunden der Ductus reuniens der Säuger anzusehen, die Lagena cochleae findet sich dagegen in schönster Ausbildung bei den Reptilien und Vögeln.

Auch hier war von der *Echidna*, dem Uebergangsthier zwischen Saurier, Vogel und Säuger (als solches wird es von manchen Autoren aufgefasst), Aufschluss zu erhoffen: und das Studium der Ent-

1) RETZIUS selbst hat das innere Ohr der Monotremen nicht untersucht. Er sagt p. 361 seines Werkes: „Mir lag es unter anderem ob, zu wissen, ob die Macula ac. neglecta mit ihrem Nerven noch vorkommt, auch schien mir eine genaue Kenntniss der Gesamtgestalt des membranösen Gehörorgans mit seinen Umgebungen sehr wünschenswerth zu sein. Leider gelang es mir weder von den Monotremen noch von den niederen Marsupialiern brauchbares Material zu bekommen.“

wicklung der Lagena bei *Echidna* bildete für mich fast den interessantesten Theil meiner Arbeit. Da hiernit auch zum ersten Mal die Entwicklung der Pars inferior bei Thieren, welche eine Lagena besitzen, genauer verfolgt worden ist, so kommt den Thatsachen, die sich hierbei ergeben haben, weitere Bedeutung zu.

Auch bezüglich einiger histologischer, in den Bereich der Norm fallender Varietäten bot *Echidna* Befunde, welche sich an solche, die ich (9) an höheren Säugern und am Menschen gemacht habe, eng anschliessen.

Die Frage der ersten Anlage des Ductus endolymphaticus bei *Echidna* (ob dieser Kanal aus dem ursprünglichen Verbindungsrohr zwischen Labyrinthgrübchen und Ektoderm hervorgeht oder als selbständige Ausstülpung der bereits geschlossenen Labyrinthblase entsteht) konnte an dem mir zugänglichen Embryonenmaterial keine eingehende Erörterung erfahren, da an dem jüngsten vorgelegenen Embryo (Stadium 40) der Ductus endolymphaticus bereits vorhanden und die Labyrinthblase geschlossen erscheint.

### Material und Untersuchungsmethode.

Ein Theil des Materiales lag mir bereits in fertigen Schnittserien vor, es sind dies zunächst die Embryonalstadien:

No. 40—47 (Schnittdicke 10  $\mu$ , nur in Stadium 47: 15  $\mu$ , Färbung mit Cochenille-Alaun, Schnitt-richtung senkrecht zur sagittalen Medianebene des Kopfes, parallel dem Rautenhirndach; Paraffin).

Sodann erhielt ich Serien der Beuteltungenstadien No. 48—51 (Färbung mit Boraxkarmin, Schnittebene frontal, senkrecht auf die lange Schädelaxe). Die Schnittdicke variirt leider in diesen Serien, infolgedessen sich dieselben zur plastischen Reconstruction nicht eigneten. Uebrigens erwiesen sich diese Schnitte auch für die histologische Untersuchung des Labyrinthes grösstentheils zu dick.

Herr Professor SEMON hatte sodann die Freundlichkeit, mir ungeschnittenes Material zur Verarbeitung zu überlassen, es bestand dieses aus den Köpfen der Beuteltungen der Stadien 48, 49 und 51, der Schädelbasis einer jungen *Echidna* von 42 mm Kopflänge und 2 erwachsenen *Echidna*-Köpfen. Von diesen letzteren eignete sich ein Kopf überhaupt nicht zur mikroskopischen Untersuchung und diente nur zur makroskopischen Zergliederung.

Die Köpfe der erwachsenen *Echidna* waren in Alkohol conservirt, die übrigen Objecte in Sublimat fixirt und in Alkohol nachgehärtet.

Die Präparate wurden nach kurzer Behandlung mit Jodalkohol entkalkt (Salpetersäure 5,0 g, 95-proc. Alkohol 70,0 g, destill. Wasser 30,0 g, Kochsalz 0,6 g), und zwar belies ich

den Kopf des <i>Echidna</i> -Stadium 48 . . . . .	24 Stunden
„ „ „ „ „ 49 . . . . .	48 „
„ „ „ „ „ 51 . . . . .	48 „
die Schädelbasis der jungen <i>Echidna</i> von 42 mm Kopflänge . . . . .	4 Tage
die Gehörorgane der erwachsenen <i>Echidna</i> im Zusammenhang mit der entsprechenden	

Kleinhirnhälfte . . . . . 3 Wochen  
in der Entkalkungsflüssigkeit, die zuerst täglich, dann nach je 3—5 Tagen erneuert wurde.

Das gesammte Material wurde in Celloidin eingebettet und in Serien geschnitten (Schnittdicke der Stad. 48 und 49: 20  $\mu$ ; der übrigen Objecte 25  $\mu$ ). Behufs plastischer Reconstruction wurden die Frontalserien mit Definirebene (s. u.) geschnitten.

Danach resultirt folgendes

### Serienmaterial.

	Anzahl der untersuchten Gehörorgane in Schnittserien
1) Embryo von <i>Echidna aculeata</i> , Stadium 40	2
2) „ „ „ „ „ 41	2
3) „ „ „ „ „ 42	2
4) „ „ „ „ „ 43	2
5) „ „ „ „ „ etwas älter als Stad. 43	2
6) „ „ „ „ „ Stadium 44	2
7) „ „ „ „ „ 45	2
8) „ „ „ „ „ etwa wie Stadium 45	2
9) <i>Echidna</i> -Beuteljunge, Stadium 46	2
10) „ „ „ 47	2
11) „ „ „ 48	4
12) „ „ „ 49	4
13) „ „ „ 50	2
14) „ „ „ 51	2
15) „ „ „ 51a	2
16) Junge <i>Echidna aculeata</i> von 42 mm Kopflänge	2
17) Erwachsene <i>Echidna aculeata</i>	1
	<hr/> Summa 37

Hierzu kommen 3 makroskopisch bzw. unter der Lupe zerlegte Gehörorgane der erwachsenen *Echidna*.

Das übrige Material der erwachsenen *Echidna* diente, wie erwähnt, zur Herstellung makroskopischer Präparate und der Lupenuntersuchung des Labyrinthes und des Hörnerven des erwachsenen Thieres.

Das der vorliegenden Arbeit zu Grunde liegende Material umfasst danach 36 Schnittserien durch Labyrinth von 16 verschiedenen Embryonalstadien und Beuteljungen und eine Serie des Gehörorganes der erwachsenen *Echidna*.

Der gewebliche Erhaltungszustand war an dem letztgenannten Object mangelhaft und ein gut fixirtes Object leider nicht zu erhalten.

Die Köpfe der Stadien 48, 49 und 51 der Beuteljungen wurden parallel der sagittalen Medianebene des Kopfes zunächst bis zur Medianebene geschnitten, an dieser Ebene sodann Definirlinien angebracht und nun von der zweiten Kopfhälfte in frontaler Richtung, senkrecht zur Längsaxe des Schädels, eine Definirlinien tragende Frontalserie gewonnen (s. Lit. 1 u. 2).

Vom Stadium von 42 mm Kopflänge (junge *Echidna*) wurde die rechte Kopfhälfte in eine Frontalserie (mit Definirlinie), die linke in eine Sagittalserie zerlegt. An der erwachsenen *Echidna* habe ich das ganze linksseitige Gehörorgan im Zusammenhang mit dem Nervus acusticus und dem Hirnstamm in Serie geschnitten.

Bezüglich technischer Einzelheiten in der Herstellung der Definirlinien und der Plattenmodelle kann ich auf frühere Mittheilungen (1, 2) verweisen.

## Reconstructionsmaterial (Wachplattenmodelle).

Behufs genauen Studiums der Formentwicklung des häutigen *Echidna*-Labyrinthes habe ich eine Modellreihe von dem jüngsten mir vorgelegenen Stadium 40 bis Stadium 51 angefertigt (Taf. I—IV):

- 1) Labyrinthblase, *Echidna*-Embryo des Stadium 40. Vergr. 100:1.
- 2) „ „ „ „ „ 41. Vergr. 100:1.
- 3) „ „ „ „ „ 42. Vergr. 100:1.
- 4) „ „ „ „ „ 43. Vergr. 100:1.
- 5) Häutiges Labyrinth, *Echidna*-Embryo, etwas älter als Stadium 43. Vergr. 100:1.
- 6) „ „ „ „ „ des Stadium 44. Vergr. 100:1.
- 7) „ „ „ „ „ 45. Vergr. 100:1.
- 8) „ „ Beuteljunges des Stadium 46. Vergr. 100:1.
- 9) „ „ „ „ „ 47. Vergr. 100:1.
- 10) „ „ „ „ „ 48. Vergr. 50:1.
- 11) „ „ sammt den Nervenästen, Beuteljunges des Stadium 51. Vergr. 25:1.
- 12) Rechte Hälfte des Hirnstammes mit den eintretenden Wurzeln des Trigemini und Acustico-facialis, Stadium 51. Vergr. 25:1.

Die Modelle sind nach dem äusseren Umfang der epithelialen Wände hergestellt, die Lumenränder an jeder einzelnen Platte eingezeichnet.

Die Nomenclatur anlangend, war ich bestrebt, in Uebereinstimmung mit der seiner Zeit von RETZIUS aufgestellten, vorzüglichen Benennungen zu bleiben.

Für die im Sinus utricularis inferior befindliche Nervenendstelle, die im Folgenden für die *Echidna* und damit für einen niederen Säuger zum ersten Mal beschrieben wird, musste ein mehr charakterisirender Ausdruck gefunden werden, als ihn der von RETZIUS seiner Zeit vorgeschlagene Name Macula neglecta darstellt. Da aus Befunden an Amphibien und Reptilien und auch aus der Beschreibung der Brüder SARASIN (32) hervorgeht, dass diese kleine Nervenendstelle an verschiedenen Theilen, in der Umgebung der beiden Vorhofssäcke oder an diesen selbst auftreten kann, so meinte ich, wenn schon der Gewohnheit halber der Ausdruck Macula neglecta beibehalten werden soll, denselben mit einem weiteren Attribute versehen zu müssen, und schlage demnach für meine Befunde an der *Echidna* und für alle homologen, d. h. zwischen Utriculus und hinterer Ampulle gelegenen Maculae neglectae den Ausdruck Macula neglecta ampullaris vor.

Da fernerhin an der *Echidna* von einer Cochlea nach der Form des knöchernen und häutigen Apparates nicht gesprochen werden kann, so habe ich den Ausdruck „cochlearis“ durch die nichts präjudicirende Benennung „basilaris“ ersetzt. Demnach wird im Texte von: Pars basilaris, Nervus basilaris, Lagena basilaris (zum Unterschied von der Lagena sacculi) und Fenestra basilaris gesprochen.

## Allgemeine Literatur.

Das membranöse Gehörorgan von *Echidna* ist bisher noch nicht zum Gegenstand anatomischer oder entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen gemacht worden.

Denjenigen Autoren, welche durch umfassende Bearbeitung des membranösen Gehörorgans der Wirbelthiere zur Klärung der vergleichenden Anatomie des Ohrlabirynthes am meisten beigetragen haben, HASSE (17) und RETZIUS (28, 29), standen niedere Säuger nicht zur Verfügung.

HASSE, dem das Verdienst gebührt, als erster das innere Gehörorgan der Amphibien und Reptilien in vergleichender Beziehung unserem Verständniss nahe gebracht zu haben, hat auf niedere Säuger über-

haupt nicht recurriert. Er leitet das Säugerlabyrinth, das er als morphologische Einheit darstellt, aus dem Vogellabyrinth ab, und es mag in der grosszügigen Durchführung seiner Arbeit gelegen sein, dass sich ihm die Fragen, bei deren Beantwortung schon damals an das Monotremenlabyrinth hätte gedacht werden müssen, überhaupt nicht boten.

In dem RETZIUS'schen, auf der Grundlage moderner histologischer Technik aufgebauten Werke sind mit der Absicht des Verfassers die aus den uns nicht bekannten anatomischen Verhältnissen des häutigen Labyrinthes niederer Säuger sich ergebenden Lücken in unseren Kenntnissen der Labyrinthphylogenese deutlich zu erkennen. So weist RETZIUS ausdrücklich darauf hin, dass erst von der Untersuchung niederer Säuger für die Phylogenese des höheren Säugerlabyrinthes Klarheit zu erwarten sei, und hat in einer Frage, in welcher er selbst grundlegende Arbeit geleistet hat, in der Frage der Verzweigungsweise des Nervus acusticus, auf die besondere phylogenetische Bedeutung des *Echidna*-Labyrinthes hingewiesen.

Von Einzeldarstellungen ist der Aufsatz PRITCHARD's (26) zu nennen, der die Cochlea von *Ornithorhynchus platypus* untersucht und sie in morphologischen Vergleich mit der Schnecke höherer Säuger (Meerschweinchen, Katze) und der Vögel (Elster und Ente) gebracht hat. Mit Rücksicht auf die nahe Verwandtschaft des *Ornithorhynchus* und der *Echidna* sei aus dieser Arbeit Folgendes hervorgehoben: Die Schnecke von *Ornithorhynchus* stellt einen schwach nach aufwärts gebogenen Fortsatz dar, der nur an seinem freien Ende stärker gekrümmt erscheint. In der makroskopischen Gestalt besteht somit eine Aehnlichkeit der Cochlea von *Ornithorhynchus* mit derjenigen der Vögel, im feineren Bau finden sich dagegen am Schneckenendorgan des *Ornithorhynchus* auffallende Aehnlichkeiten mit dem der Säuger. Eine Lamina spiralis, die nur in ihrem axialen Bezirk knöchern, sonst häutig ist, theilt den Kanal in eine grössere obere (Scala vestibuli) und kleinere untere (Scala tympani) Hälfte. Ueber das Vorhofende des häutigen Kanals, das offenbar an dem PRITCHARD vorgelegenen Präparat nicht mehr erhalten war, kann PRITCHARD nichts berichten. An das distale Ende des häutigen Kanals ist ein Blindsack angeschlossen, die Lagena, die eine im Bau mit der Macula acustica des Utriculus oder Sacculus übereinstimmende Nervenendstelle aufweist. Ueber den Verlauf und den Ursprung des Nervus lagenae finden sich in der Arbeit PRITCHARD's keine näheren Angaben.

Als auffallenden Unterschied der Schnecke von *Ornithorhynchus* gegenüber der Schnecke der höheren Säuger findet PRITCHARD die grossen Differenzen der Querschnittgrössen der Scala vestibuli und Scala tympani gegenüber den, wie erwähnt, fast gleich grossen Scalen der Schnecke der höheren Säuger. Geringere Unterschiede ergeben sich für die Querschnittsform des häutigen Kanals: die der höheren Säuger sei im Beginn des Kanals in der Nähe des Vorhofes ein gleichschenkliges Dreieck, dessen Basis in der Richtung gegen die Schnecken spitze breiter wird, ein Verhalten, aus welchem ein allmähliches Niedrigerwerden des häutigen Schneckenkanals von der Basis zur Schnecken spitze folgt. Dieses Verhalten ist nach PRITCHARD bei *Ornithorhynchus* nur gerade angedeutet zu erkennen.

An der REISSNER'schen Membran ist das Epithel dicker (höher) als an den typischen Säugern, und die gefässführenden Zotten, die P. an der REISSNER'schen Membran gefunden hat, bedeuten einen fundamentalen Unterschied im Bau des Ductus cochlearis des *Ornithorhynchus* und der höheren Säugethiere. Die Membrana basilaris und die Lamina spiralis ossea von *Ornithorhynchus* bieten keine auffallenden Unterschiede gegen das Labyrinth höherer Säuger, im CORTI'schen Organ selbst findet er Steilstellung der beiden Pfeiler, wodurch der Tunnelraum verkleinert erscheint. Den Verlauf des Nervus cochleae anlangend, ergibt sich nur der Unterschied, dass beim höheren Säuger nach Bau und Form des inneren Gehörganges die Fasern in diesem senkrecht zur Lamina spiralis ossea verlaufen, bei *Ornithorhynchus* dagegen derselben parallel, und dass der Nervus cochlearis beim *Ornithorhynchus* nicht bloss das CORTI'sche Organ, sondern auch, die Macula lagenae mit Nervenfasern zu versorgen hat.

Im Vergleich mit der Cochlea der Vögel findet er für *Ornithorhynchus* und Vögel eine charakteristische Uebereinstimmung beider nur in dem Bestand der Lagena und der Macula lagenae.

PRITCHARD resumirt folgendermaassen: 1) Trotz der Uebereinstimmung der äusseren Form des Schneckenrohres von *Ornithorhynchus* mit dem der Vögel (bei beiden ist das Rohr fast gerade gestreckt oder nur wenig gebogen und zeigt sich überall gleich weit gegenüber der allmählichen Verengerung des Schneckenrohres der höheren Säuger von der Basis gegen die Spitze) zeigt die innere Anordnung und der mikroskopische Bau der Cochlea des *Ornithorhynchus* den höheren Säugertypus. 2) Der akustische Apparat ist beim *Ornithorhynchus* auch nicht annähernd so ausgedehnt wie bei den typischen Säugern, ebenso zeigen seine Elemente keine so hohe Entwicklung. 3) Im Befund der Lagena stimmt die Cochlea des *Ornithorhynchus* in grundsätzlichem Gegensatz zu den typischen Säugern mit der Cochlea der Vögel überein. Von dem Bestand der Lagena erhält die Cochlea des *Ornithorhynchus* den Stempel einer Uebergangsform vom Vogel bzw. vom Reptilien- und Amphibienlabyrinth zu dem der Säuger. Sie stellt in weiterem Sinne eine Uebergangsform von dem niederen zum höheren Wirbelthiertypus dar.

In jüngster Zeit hat endlich DENKER (13) an dem SEMON'schen Thiermaterial den knöchernen Apparat von *Ornithorhynchus* und *Echidna* an Knochenobjecten und Corrosionspräparaten der Labyrinthkapsel studirt. Er gelangt zur Ansicht, dass das Gehörorgan der Monotremen bei makroskopischer Betrachtung mancherlei Anklang an den Bau des Saurierohres aufweist, dass dasselbe aber noch mehr übereinstimmende Merkmale mit dem Säugethierohr und ganz besonders mit dem Gehörorgan der Chiroptera und Insectivora gemeinsam hat. Das Monotremenohr stellt nach seiner Ansicht eine Uebergangsform zwischen dem Gehörorgan der Mammalia und Saurier dar, steht jedoch, soweit es sich durch makroskopische Untersuchung feststellen lässt, dem Säugethierohr näher als dem Reptilienohr.

Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen liegen für das Monotremenlabyrinth bisher nicht vor.

## Beschreibender Theil.

### Embryo von *Echidna ac.*, Stadium 40<sup>1)</sup>.

Die Labyrinthblase ist in der Ansicht von aussen (Taf. I, Fig. 1) stumpf-dreieckig mit nach hinten und oben gerichteter Spitze. Ein unterer Pol ist nicht vorhanden, man kann vielmehr je einen stumpfen vorderen und hinteren Pol unterscheiden; im oberen Theil (Taf. V, Fig. 28, *Lr*) im Querschnitt rundlich, erscheint sie im unteren von innen nach aussen abgeflacht (Taf. V, Fig. 28, *Ll*) und ergiebt daher in diesen Partien elliptischen Querschnitt. Die Labyrinthblase misst von hinten-oben nach vorn-unten 0,37 mm, im Umfange des unteren Theiles 0,09 mm.

Der Ductus endolymphaticus zeigt ungefähr Halbkugelform (Taf. I, Fig. 2 *De*) und ist hinten-innen an den oberen Theil des Hörbläschens angeschlossen (Taf. I, Fig. 2 *De*). Seine Insertionsfläche misst 0,055 mm im Umfange, sein oberes Ende wird vom oberen Hörblasenpol überragt (Taf. I, Fig. 1, 2, *De*).

Der Ductus endolymphaticus ist hinten und innen an das Bläschen angesetzt. — Die Labyrinthblase ist zu beiden Seiten des Medullarrohres gelegen und ihm eng angeschlossen (Taf. V, Fig. 28, 29, *M*, *L*, *L'*); lateralwärts reicht sie fast unmittelbar bis unter die Epidermis des Kopfes (Taf. V, Fig. 28, *L*).

1) In dieser Nummernbezeichnung folge ich der von SEMON selbst aufgestellten Stadieneintheilung seines Materiales und verweise auf die Publication SEMON's (35). Hier sei nur erwähnt, dass der jüngste Beutelembryo (Stadium 40) eine Länge von 5,5 mm, der älteste (Stadium 46) eine Länge von ungefähr 15 mm besitzt.

Jenaische Denkschriften. VI. 2. Theil.

2

SEMON, Zoolog. Forschungsreisen. III. 2. Theil.

Die Epithelwand besteht in dem oberen, dem Ductus endolymphaticus entsprechenden Theil, sowie in einem umschriebenen Bezirk der Aussenwand aus 7  $\mu$  hohem Epithel, welches an einzelnen Stellen knospenartig gegen das Lumen vorgebuchtet ist. An der Innen-, Vorder- und Hinterwand steigt die Epithelhöhe an und erreicht in Form eines vielreihigen Cylinderepithels als Maximum 24  $\mu$ .

Nach dem Lumen hin findet sich ein scharfer, stark lichtbrechender Rand; in der Nähe des Randes, seltener in der Tiefe treten Kerntheilungsfiguren auf. Die Zellkerne stehen sehr dicht in vielen, zumeist unregelmässigen Etagen angeordnet, an manchen Stellen in nur 2—3-facher Schicht; sie sind bläschenförmig und hell tingirt. An manchen Regionen bemerkt man bereits eine protoplasmatische Lumenrandzone, Härchenanlagen sind noch nicht nachweisbar.

Rings um das Bläschen ist das perilymphatische Gewebe in circular die Labyrinthblase umlaufenden Zügen angeordnet und bildet in der Region des hochcylindrischen Epithels eine 20—30  $\mu$  hohe, solide subepitheliale Gewebsschicht.

Am vorderen Contour des Bläschens findet sich in annähernder Kugelform die Anlage des Ganglion acustico-faciale (Taf. V, Fig. 28, *G VII/VIII*); sie misst im Querschnitt in mediolateraler Richtung 110  $\mu$ , in occipitofrontaler Richtung 68  $\mu$ , besteht aus spärlichen Fasern und zahlreichen kugeligen Zellen. Zarte Faserzüge lassen sich von der Ganglienanlage in die Wand des Medullarrohres verfolgen. Das Neuroepithel des Bläschens ist an der Stelle, an welcher sich das Ganglion ihm anlagert, in seiner Entwicklung am weitesten vorgeschritten (protoplasmatische Lumenrandzone, 2—3 geordnete Kernreihen und Protoplasmasaum). In unmittelbarer Nachbarschaft der Labyrinthblase verläuft die Vena capitis lateralis (Taf. V, Fig. 29, *Vcl*).

Auf die Organbeschreibung des Stadiums gehe ich nicht näher ein. Es sei nur erwähnt, dass das Linsengrübchen noch nicht zum Säckchen abgeschnürt und die Riechgrube als flache Furche sichtbar ist.

Der Entwicklungszustand des Gefässsystems (18) und der Innenorgane an den Embryonen dieses und der nächstfolgenden Stadien ist von anderen Mitarbeitern des SEMON'schen Werkes zum Gegenstand eingehender Untersuchungen gemacht worden.

### Embryo von *Echidna ac.*, Stadium 41.

Die Labyrinthblase hat sich im oberen Abschnitt in dorsoventraler Richtung vergrößert (Taf. I, Fig. 3, *a, b*). Der untere Theil hat sich nur wenig nach abwärts fortgesetzt, und es kann nur andeutungsweise ein stumpfer unterer Hörblasenpol (Taf. I, Fig. 4, *c*) unterschieden werden. Der Ductus endolymphaticus ist nur um Weniges länger geworden (Taf. I, Fig. 3, 4, *De*). Das Rohr ist ganz gering von innen nach aussen abgeflacht und inserirt mit breiter Basis an der Medialfläche der Labyrinthblase in mittlerer Höhe derselben (Taf. I, Fig. 4, *De*). Der obere Hörbläschenabschnitt reicht wesentlich weiter nach rückwärts als das obere Ductusende (Taf. I, Fig. 4, *b*).

Zwischen Labyrinthblase, Neuralrohr und Epidermis hat sich im oberen Abschnitte der Blase die Zone des mesodermalen Gewebes etwas verbreitert, so dass jetzt die Labyrinthblase medial- und lateralwärts von einer breiteren Zone perilymphatischen Gewebes umgeben ist als früher (Taf. V, Fig. 30). Die Epithelwand zeigt 27  $\mu$  Dicke, entsprechend der medialen, der Vorder- und Hinterwand der Blase; das Epithel fällt in der Umgebung ziemlich steil zu einer einfachen, cubischen bis cylindrischen Zellenreihe von 7—11  $\mu$  Dicke ab. Ueberall ist ein scharfer Lumenrand vorhanden, desgleichen findet sich an der ganzen Innenfläche mit Ausnahme der cubischen Epithelstellen ein protoplasmatischer, flimmerhaartartiger Belag in Form von dicht neben einander stehenden, 2—4  $\mu$  langen und fast ebenso dicken, mit Cochenille-

alaun roth gefärbten Fortsätzen, deren freie Enden nicht selten kolbig verdickt sind. Auch in der dem Ductus endolymphaticus entsprechenden Ausstülpung werden solche Fortsätze getroffen, die wie die übrigen mit den Flimmeranlagen des Neuralrohres übereinstimmen. (In der Fig. 30, Taf. V, wurden die Fortsätze, an welchen postmortale Veränderungen nicht auszuschliessen sind, weggelassen.)

Der Ductus endolymphaticus ist ziemlich scharf gegen den Saccus communis begrenzt (Taf. V, Fig. 30, *De*). Im Bereich des hohen Epithels, das die Neuroepithelanlage repräsentirt, stehen die Zellen und die sehr reichlich vorhandenen Kerne in 2—6-facher unregelmässiger Schicht über einander. Der distale, nach vorn-unten-einwärts gerichtete Theil liegt dem Neuralrohre noch dicht an. Im oberen Abschnitte erscheint zwischen dem Querschnitte des Neuralrohres und des Hörbläschens der Ductus endolymphaticus quer getroffen, der somit schon in diesem Stadium gänzlich an die mediale Seite des Bläschens verlegt ist (Taf. V, Fig. 30, *De*). Der distale Theil der Hörblase besteht durchaus aus vielreihigem Cylinderepithel von 20—24  $\mu$  Höhe, er trägt deutlichen Haarbesatz am Lumenrand. Der seitliche Abschnitt der ersten Schlundspalte reicht nahe an das Bläschen heran.

Die Ganglienanlage hat sich vergrössert, ist bis an den unteren Theil des Bläschens gerückt, dessen medialer und vorderer Wand sie angelagert erscheint, und zeigt rundlichen Querschnitt von 130  $\mu$  Durchmesser. Es lassen sich nun schon deutlich Fasern nachweisen, die sich vom Neuroepithel des Bläschens in das Ganglion erstrecken, desgleichen Facialisfasern, die in den oberen Theil des Ganglion einstrahlen, in welchem die Nervenzellen grösser und heller gefärbt erscheinen als im übrigen Abschnitte. Ein Theil der Facialisfasern zieht über das Ganglion hinweg, ohne mit ihm in gewebliche Verbindung zu treten.

Die Zellen der Ganglienanlagen erweisen sich — von den oben erwähnten grösseren Nervenzellen im oberen Pol des Ganglion abgesehen — durchaus gleichartig und stark tingirt und (wie im Stadium 40) von einer Mesodermhülle umschlossen. Kurze Faserzüge verbinden die Ganglienanlage mit dem Neuralrohr.

Die Labyrinthkapsel ist noch nicht angelegt.

### Embryo von *Echidna ac.*, Stadium 42.

Die Labyrinthblase ist 0,53 mm lang, der mediolaterale Durchmesser in der Höhe der lateralen Bogengangsfalte beträgt 0,22 mm (Taf. I, Fig. 5, 6); man kann an ihr einen oberen Abschnitt und einen nach abwärts, vorn und innen gerichteten unteren Fortsatz unterscheiden.

Am oberen Theil ist die für den oberen und hinteren Bogengang gemeinsame Falte bereits deutlich sichtbar (Taf. I, Fig. 5, 6, *Psc*). Sie ist 0,65 mm lang, ihre Enden sind entsprechend der Anlage der vorderen und hinteren Ampulle verbreitert; eine flache, 0,2 mm lange Vorwölbung deutet die Tasche des lateralen Bogenganges an (Taf. I, Fig. 5, *Ps*). Der Ductus endolymphaticus mündet an der medialen Fläche der Labyrinthblase, ist 0,03 mm lang und stellt bereits einen schlanken, im Querschnitt elliptischen Fortsatz dar (Taf. I, Fig. 6, *De*), der den oberen Contour der Labyrinthblase bedeutend überragt. Das vordere Ende der gemeinsamen Bogengangsfalte ist gegen den unteren Fortsatz durch einen einspringenden Winkel scharf abgesetzt (Taf. I, Fig. 5,  $\alpha$ ).

Das mesodermale Gewebe in der Umgebung der Labyrinthanlage ist an der medialen Seite der Anlage grobmaschig, an der lateralen dicht gefügt, zell- und kernreich (Taf. V, Fig. 31—34, *p*, *p*<sub>1</sub>).

Der Ductus endolymphaticus besteht in seinem oberen Theil aus cubischem Epithel von 8  $\mu$  Höhe (Taf. V, Fig. 31, *De*); in diesem sind die Kerne basal gelagert. Am Lumenrand finden sich kurze, in das Lumen vorragende, haar- oder kolbenförmige Fortsätze. Gegen den Saccus communis hin wird das Ductus-

epithel cylindrisch, und finden sich am Lumenrand vereinzelte kleine, halbkugelige Vorbuchtungen des Epithels (Epithelknospen). Ein ziemliches Stück über der Mündungsregion zeigt sich endlich die Wand aus typischem Neuroepithel (vielreihiges Epithel von  $21\ \mu$  Höhe) zusammengesetzt (Taf. V, Fig. 32, *De*).

Im oberen Theil der Hörblase trifft man einreihiges Cylinderepithel mit basal gelagerten Kernen von  $13\ \mu$  Höhe. Weiter nach abwärts wird die Innen- und Vorderwand des Bläschens von mehrreihigem Cylinderepithel eingenommen (Taf. V, Fig. 33, *Se*), während sich an der lateralen Wand einfaches cubisches bis cylindrisches Epithel trifft (Taf. V, Fig. 32, *Se*). Im Bereich des geschichteten Epithels lässt sich ein mit Cochenillelaun tingirter, stark lichtbrechender Cuticularsaum nachweisen. Haarfortsätze fehlen.

Die Wand der Pars inferior besteht durchaus aus hochcylindrischem, vielreihigem Epithel (Taf. V, Fig. 34, *Pil*).

Das Ganglion acustico-faciale misst im grössten Durchmesser  $130\ \mu$  (Taf. V, Fig. 33, *GVIII*) und ist  $220\ \mu$  lang. Es reicht ungefähr bis in die Höhe der Einmündungsstelle des Ductus endolymphaticus nach oben und erstreckt sich dem die Pars inferior darstellenden Fortsatz entlang nach abwärts (Taf. V, Fig. 34, *GVII*, *GVIII*). Centralwärts hängt es durch kurze Fasern mit dem Medullarrohr zusammen. Peripherwärts können zwei Fasergruppen unterschieden werden. Die der ersten Gruppe angehörenden Fasern begeben sich an den vorderen Contour des Hörbläschens und sind entsprechend der zurückgelegten Wegstrecke ziemlich lang. Die Fasern der zweiten Gruppe treten an das Neuroepithel an der medialen Bläschenwand und der medialen Seite des unteren Labyrinthabschnittes heran und sind, da das Ganglion unmittelbar bis an diese Theile reicht, ausserordentlich kurz.

Der Nervus facialis liegt dem Ganglion von oben her an und steht mit ihm nur mit einem Theil seiner Fasern in nachweisbarer geweblicher Verbindung (Taf. V, Fig. 34, *NVII*, *GVII*).

### Embryo von *Echidna ac.*, Stadium 43.

Die Labyrinthanlage hat sich, von dem mediolateralen Durchmesser, der ungeändert geblieben ist, abgesehen, in allen Theilen gegenüber Stadium 42 gleichmässig vergrössert (Taf. I, Figg. 7, 8). Die Labyrinthblase ist  $0,67\ \text{mm}$  lang (die Länge gemessen nach der grössten Distanz der gemeinsamen Bogengangsfalte vom vorderen Hörblasenpol). Die gemeinsame Falte (Taf. I, Fig. 7, 8, *Pse*) ist  $0,97\ \text{mm}$  lang und zeigt deutlich die ampullaren Verbreiterungen am Vorder- und Hinterende, die laterale Bogengangsfalte (Taf. I, Fig. 7, *Psl*) ist wie in Stadium 42 beschaffen, der Ductus endolymphaticus (Taf. I, Fig. 8, *De*) ist  $0,35\ \text{mm}$  lang, im Mündungsgebiet im Querschnitt rund und ziemlich schlank, verbreitert er sich etwas gegen sein abgeplattetes oberes Ende hin (Taf. I, Fig. 7, *De*). Er mündet in mittlerer Höhe in die mediale Seite der Pars superior. Der untere, vordere Fortsatz (Taf. I, Fig. 7, 8 *Pil*), der circulär undeutlich, an dem vorderen und hinteren Ende der gemeinsamen Bogengangsfalte dagegen scharf nach aufwärts begrenzt erscheint, ist  $0,35\ \text{mm}$  lang, von innen nach aussen abgeflacht, wobei seine mediale Wand (Taf. I, Fig. 8, *Pil*) mässig gewölbt, die laterale Wand (Taf. I, Fig. 7, *Pil*) fast plan erscheint.

Das perilymphatische Gewebe ist an der lateralen Seite des Bläschens verdichtet, an der medialen locker angeordnet (Taf. VI, Fig. 35, 36, *p*, *p<sub>1</sub>*).

Die Wand des Ductus endolymphaticus besteht aus einfachem, cubischem bis cylindrischem Epithel von  $8\ \mu$  durchschnittlicher Höhe mit kugeligen, in der Mitte der Zellen oder basal gelagerten Kernen. Das Epithel in der Mündungsregion verhält sich wie in Stadium 42 (Taf. VI, Fig. 35, *De*).

Die Neuroepithelanlage erstreckt sich über die ganze mediale und Vorderwand der Labyrinthblase; Haarfortsätze sind noch nicht nachweisbar.

Das Ganglion acustico-faciale stellt noch eine einheitliche Anlage dar. Doch zeigen sich bereits gewebliche Unterschiede zwischen dem akustischen und nicht akustischen Theil des Ganglion, indem die Nervenzellen des ersteren kleiner ( $5 \mu : 4 \mu$ ) und dichter gelagert sind als die des oberen, dem Knieganglion entsprechenden Abschnittes ( $7 \mu : 5 \mu$ ). Das Facialisganglion wird auch vom akustischen Ganglion an Grösse bei weitem übertroffen, welches letztere ungefähr  $250 \mu$  Durchmesser misst und in dorsoventraler Richtung  $320 \mu$  Länge zeigt (Taf. VI, Fig. 36, *GVII*, *GVIII*, *NVII*).

### Embryo von *Echidna ac.*, Stadium etwas älter als 43.

Dieses Stadium (Taf. I, Fig. 9, 10) bietet ungefähr die Länge des vorhergehenden, jedoch wesentlich veränderte Gestalt. Der obere Theil der Labyrinthblase zeigt deutlich den fast  $\frac{3}{4}$  eines Kreisumfanges langen Contour der gemeinsamen Bogengangfalte (Taf. I, Fig. 9, 10, *Psc*), die  $0,9 \text{ mm}$  lang ist, an ihren beiden Enden deutliche Anlagen der Ampullen und etwas hinter der Mitte eine der Theilung in vordere und hintere Bogengangfalte entsprechende Furche zeigt (Taf. I, Fig. 9, *a*, *Pss*, *Psi*). Der hintere Theil der Tasche biegt entsprechend der Lage des späteren hinteren Bogenganges deutlich nach aussen ab (Taf. I, Fig. 10, *Psi*). Die laterale Bogengangfalte springt scharf contourirt vor (Taf. I, Fig. 9, *Psl*), sie ist fast ebenso hoch wie die gemeinsame Falte,  $0,5 \text{ mm}$  lang, und zeigt der Anlage der lateralen Ampulle entsprechend eine Verbreiterung ihres Vorderendes. Der nach vor- und abwärts gerichtete Fortsatz der Pars inferior (Taf. I, Fig. 9, 10, *Pil*) nimmt  $\frac{2}{3}$  der Länge der Labyrinthblase ( $0,68 \text{ mm}$ ) ein. Er ist circular deutlich gegen die Pars superior begrenzt (Taf. I, Fig. 10) und von innen nach aussen derart abgeflacht, dass im oberen Theil die mediale Wand (Taf. I, Fig. 10, *a*) halbkugelig convex, die laterale (Taf. I, Fig. 9, *b*) concav erscheint und im unteren Theil beide wenig gewölbt sind (Taf. I, Fig. 9, 10, *c*). Im Kreis erstreckt sich die Pars inferior nach vorn ein- und abwärts. Der Ductus endolymphaticus (Taf. I, Fig. 9, 10, *De*) ist  $0,35 \text{ mm}$  lang, mit seiner Längsaxe etwas nach hinten und abwärts gerückt und mündet am Uebergang der medialen Wand des oberen Abschnittes (Taf. I, Fig. 10, *De*) in die Pars inferior. Der Ductus endolymphaticus besteht aus cubischem bis cylindrischem Wandepithel, mit stark tingirten, zumeist basal gelagerten Kernen. Die Bogengangtaschen zeigen sich aus einschichtigem, durchschnittlich  $11 \mu$  hohem Cylinderepithel zusammengesetzt.

Man kann nun schon deutlich die Neuroepithelanlage der Labyrinthblase in zwei Abschnitte sondern die allerdings noch in breitem Zusammenhang mit einander stehen. Der obere Theil, im Bereich der später auftretenden vorderen und äusseren Ampulle und des Utriculus gelegen, stellt ein annähernd kreisrundes, ungegliedertes Feld dar, in welchem das Neuroepithel  $27 \mu$  hoch ist, einen stark tingirten, glänzenden Lumenrand besitzt und deutlichen Haarbesatz erkennen lässt. — Das Epithel weist eine protoplasmatische Lumenrandzone und eine 3—4-fache, unregelmässige, basale Kernreihe auf. Es begrenzt sich scharf gegen das Cylinderepithel der Umgebung. Eine gleiche Neuroepithelanlage mit Haarbesatz lässt sich im Ductus endolymphaticus an dessen Mündungsstelle an der medialen Ductuswand nachweisen, die sodann continuirlich in die Neuroepithelanlage der Pars superior übergeht.

Die Neuroepithelanlage der Pars inferior hängt mit derjenigen der Pars superior breit zusammen und erstreckt sich über die ganze mediale Wandfläche der Pars inferior nach abwärts. Sie entsendet einen Fortsatz nach hinten und unten an das untere Ende der gemeinsamen Bogengangtasche, entsprechend der Neuroepithelstelle der aus dieser Region hervorgehenden hinteren Ampulle.

Die Crista ampullaris inferior ist somit als Abkömmling des Neuroepithels der Pars inferior anzusehen. Auch hier sind überall kurze, in das Lumen vorragende Protoplasmafortsätze nachzuweisen.

Die distalen Enden der Labyrinthblase beider Seiten convergiren gegen einander und sind dem Hirnstamm unmittelbar genähert.

Das Neuroepithel der Pars inferior ist  $27\ \mu$  hoch, das Cylinderepithel ihrer lateralen Wand misst  $13\ \mu$  Höhe.

Sowohl an der lateralen als an der gemeinsamen Bogengangtasche sind die beiden Wände an der Basis der Tasche auf eine ziemliche Strecke einander fast bis zur Berührung genähert.

Das perilymphatische Gewebe in der Umgebung der Pars inferior ist durchaus dicht gefügt desgleichen das an der lateralen Wand der Pars superior. Das perilymphatische Gewebe an der medialen Wand der Pars superior ist weitmaschig.

Das Ganglion acustico-faciale zeigt  $180\ \mu$  Durchmesser,  $200\ \mu$  Länge, ist zwischen Hirnstamm und Labyrinthanlage gelegen und reicht mit seinem unteren Theil bis unmittelbar an die Hirnoberfläche, mit welcher es durch kurze Fasern verbunden ist. Wie in Stadium 43 lassen sich peripherewärts 2 Faserbündel erkennen, von denen das obere nach vorn und aussen zieht und für den Utriculus und die beiden vorderen Ampullen bestimmt ist, während das untere das übrige Neuroepithel und, wie es scheint auch die im Ductus endolymphaticus nachweisbare Neuroepithelanlage versorgt.

Der Facialis zieht über die Labyrinthblase nach vorn und aussen hinweg. Der dem späteren Ganglion geniculi entsprechende Theil der ganzen Ganglionanlage ist, wie in Stadium 43, durch besondere Zellgrösse und lockere Gruppierung seiner Nervenzellen charakterisirt, schliesst sich jedoch unmittelbar dem akustischen Theil an.

### Embryo von *Echidna ac.*, Stadium 44.

Die Labyrinthblase ist deutlich in Pars superior und inferior geschieden (Taf. I, Fig. 11, 12). Sie ist  $0,92\text{ mm}$  lang. Die 3 Bogengänge sind bereits vorhanden. Nach den von denselben umschlossenen Lücken erscheinen der vordere und hintere fast in gleichem Grade (Taf. I, Fig. 11, 12 *Css*, *Csi*), der laterale jedoch weniger entwickelt, indem bei ihm die Bogengangsfalte nur in kleinem Umfange durchbrochen erscheint (Taf. I, Fig. 12, *Csl*). Die 3 Ampullen sind nach Lage und Form deutlich zu erkennen und zeigen ungefähr gleiche Grösse (Taf. I, Fig. 11, 12, *As*, *Ai*, *Al*). Der vordere und der hintere Bogengang sind fast gleich lang ( $0,35\text{ mm}$ , an der convexen Seite gemessen), der laterale etwas kürzer ( $0,27\text{ mm}$ ). Die Ampullen zeigen  $0,06\text{--}0,07\text{ mm}$  Durchmesser. Der Sinus utricularis superior (Taf. I, Fig. 11, *Sus*) ist elliptisch,  $0,14\text{ mm}$  lang und misst im Querschnitt  $0,15:0,05\text{ mm}$ , der Utriculus zeigt längsovale Form (Taf. I, Fig. 12, *U*), ist  $0,35\text{ mm}$  lang, seine Längsaxe verläuft von vorn, oben, aussen nach hinten, unten, innen. Der Recessus utriculi (Taf. I, Fig. 11, 12, *Ru*) ist vorhanden.

Die Pars inferior (Taf. I, Fig. 11, 12, *Pil*) ist fast in ihrer ganzen Querschnittsbreite noch mit der Pars superior vereinigt, von der sie sich jedoch gut abgrenzen lässt; sie ist  $0,6\text{ mm}$  lang, verläuft in ihrem oberen Theil (Taf. I, Fig. 11, *S*) zunächst nach vorn und einwärts, daran schliesst sich ein schwach nach aufwärts concaves, fast rein medianwärts laufendes Mittelstück (Taf. I, Fig. 11, *Pbc*) und endlich entsprechend einer halben Windung von kleinerem Durchmesser ein nach oben und aussen gerichtetes blindes Ende (Taf. I, Fig. 11, 12, *L*; Taf. VI, Fig. 38, *L*). Der mittlere Theil zeigt elliptischen Querschnitt von  $0,20:0,07\text{ mm}$  Axenlänge (Taf. VI, Fig. 36, *Pil*). Durch eine Einschnürung ist das blinde Ende, die Lagen a, deutlich von der übrigen Pars inferior geschieden (Taf. I, Fig. 11, *L*). Ein am oberen Theil convex vor-

springender Fortsatz, der in das Mittelstück der Pars inferior verläuft, entspricht allerdings derzeit noch in unvollkommener Begrenzung der Anlage des Sacculus (Taf. I, Fig. 11, *S*).

Der Ductus endolymphaticus ist 0,47 mm lang, von innen nach aussen plattgedrückt (Taf. I, Fig. 11, 12, *De*), an seinem Mündungsgebiet verengt er sich und mündet am Uebergang der Pars superior in die Pars inferior. An den Bogengängen grenzt das hintere Ende des lateralen Bogenganges fast unmittelbar an die hintere Ampulle (Taf. I, Fig. 11, *Csl*, *Csi*). Lateraler und oberer Bogengang stehen zu einander in rechtem Winkel (Taf. I, Fig. 12, *Csl*, *Css*); der hintere Bogengang schliesst mit dem oberen Bogengang einen Winkel von ungefähr  $100^\circ$ , mit dem lateralen einen Winkel von  $80^\circ$  ein (Taf. I, Fig. 12, *Csi*, *Css*, *Csl*).

Fig. 1.

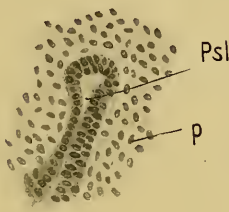


Fig. 2.

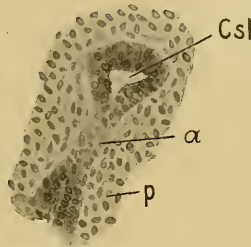


Fig. 3.



Fig. 5.

Fig. 4.

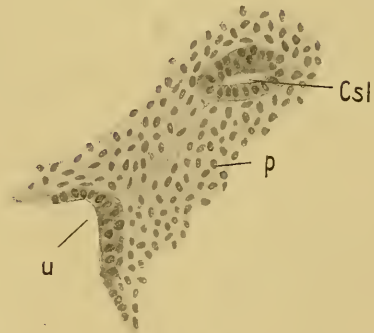


Fig. 1—5. Zur Entwicklung des lateralen Bogenganges aus der lateralen Bogengangstasche. *Echidna*-Embryo, Stadium 44, Cochenillealaun. Fig. 1: Vergr.: Z. Oc., Obj. 6, Tub.-L. 15 cm; Fig. 2—5: Vergr.: Z. Oc., Obj. 7a, Tub.-L. 15 cm. *Psl* Plica semicircularis lateralis, *Csl* Canalis semicircularis lateralis, *U* Utriculus, *α* Randpartie aus dem dehiscen Teil der Bogengangstasche, *p* perilymphatisches Bindegewebe.

Theile des knorpeligen Cranium sind bereits entwickelt, sie reichen bis an die Labyrinthanlage heran, die selbst von mesodermalem Bindegewebe umhüllt ist, noch keine Knorpelkapsel aufweist und nur an einzelnen Stellen Vorknorpel erkennen lässt. Der Vorknorpel ist zunächst als fast isolirter Theil um den körperlichen Winkel der Bogengänge angelegt (Taf. VI, Fig. 37, *a*), wobei aber in der Ebene der Bogengänge selbst kein Vorknorpel, sondern zellreiches, in Faserlagen angeordnetes Bindegewebe zu erkennen ist (Taf. VI, Fig. 37, *Css*, *Csl*). Der concave Bogengangcontour ist an allen 3 Kanälen zum Theil noch zugeschärft (Textfig. 3, 4, *Csl*), entsprechend der noch nicht vollständig rückgebildeten Bogengangstasche (Taf. VI, Fig. 37 *Css*, *Csl*; Textfig. 1—5, *Csl*).

Von perilymphatischen Räumen ist noch nichts zu sehen. Das Bogengangepithel ist cubisch und  $6-8\ \mu$  hoch. An der äusseren Circumferenz (Convexität der Bogengänge) erreicht es an manchen Stellen eine Höhe von  $10-12\ \mu$  und ist sodann cylindrisch.

Am Rande der Durchbruchsöffnung der Bogengangtaschen sind die spindelförmigen Bindegewebszellen mit ihrer Längsaxe nach dem Längsverlauf des betreffenden Bogenganges orientirt, d. h. mit ihrer Längsaxe in die Verlaufsrichtung des Bogenganges gestellt (Textfig. 3, *a*). Endlich findet sich hier unter dem Bogengangepithel nicht selten eine zweite Epithelzone, die im Unterschiede zur intensiven Färbung des Bogengangepithels überaus hell gefärbt ist und nur die contourirten, blassen Kerne erkennen lässt. Diese Zellreihen scheinen dem im Zugrundegehen befindlichen oder im Schnitt tangential getroffenen Epithel der Bogengangtaschen anzugehören (Textfig. 2, *a*). Der zugeschärfte Rand an der Concavität der Bogengänge folgt aus der Aneinanderlegung der beiden Taschenwände und der Dehiscenz derselben bis an den concaven Bogengangrand (Textfig. 3, 4, *Csl*).

Die laterale und die obere Wand des Utriculus zeigt sich aus einer bindegewebigen Grundlage und einem  $5\ \mu$  hohen Epithel zusammengesetzt, das ellipsoide, mit ihren Längsaxen unter einander parallel gestellte Kerne besitzt.

Der Ductus endolymphaticus ist an seinem oberen Ende erweitert, in lockeres Bindegewebe eingelagert und von reichlichen Venen umgeben. Sein Epithel ist daselbst cubisch,  $5-8\ \mu$  hoch. Ein gut begrenzter Saccus endolymphaticus ist noch nicht vorhanden. Ein ziemliches Stück vor seiner Mündungsöffnung in den Sacculus erhebt sich das Epithel der medialen Wand des Ductus endolymphaticus auf ein  $18-20\ \mu$  hohes, mehrreihiges Cylinderepithel, das nach seinem Bau als Neuroepithel betrachtet werden muss und auch weiter nach abwärts continuirlich in die Neuroepithelanlage der beiden Säckchen übergeht.

Der Sinus utricularis superior zeigt eine Epithelhöhe von  $4-6\ \mu$ .

Die Ampullen sowie ihre Nervenendstellen sind bereits entwickelt. Die Neuroepithelanlage für den Utriculus und die beiden vorderen Ampullen ist noch ungetheilt, so dass die beiden Cristae ampullarum anteriorum mit der Macula utriculi breit zusammenhängen. Das Neuroepithel ist  $27\ \mu$  hoch und lässt im Bereich des centralen Theiles der späteren Macula utriculi deutliche Stütz- und Sinneszellen von einander unterscheiden. Es sind zwei Kernreihen entwickelt: die untere basale enthält sehr zahlreiche, spindelförmige Kerne, die obere, in welcher sich nur etwa der vierte bis fünfte Theil der Kernmenge der unteren findet, enthält grössere, helle, bläschenförmige Kerne. Die Zelleiber der Haarzellen sind nach ihrer helleren Tinction scharf von den Stützzenen zu sondern. Sie lassen sehr schön die Tonnen- oder Fassform erkennen. Im Uebrigen präsentirt sich das Neuroepithel als vielreihiges Epithel mit reichlichen, in 5-6-fachen, unregelmässigen Reihen über einander gelagerten, spindelförmigen, stark tingirten Zellkernen. Die Kernreihen reichen im peripheren Antheil der Neuroepithelanlage bis an den Lumenrand, sonst aber lässt sich bereits eine protoplasmatische Lumenrandzone im Neuroepithel erkennen.

Die gesammte Neuroepithelanlage zeigt eine stark lichtbrechende, dem Cuticularsaum vergleichbare Lumengrenzzone, sowie typische Haarfortsätze, welche in eine schmale eosinrothe Schicht übergehen, die unter starker Vergrösserung zarte Streifen erkennen lässt und der späteren Statolithenmembran entspricht. Statolithen sind noch nicht nachweisbar. Die Haarfortsätze sind senkrecht zum Wandverlaufe des Epithels gestellt.

Durch eine schmale Neuroepithelzone hängt die Nervenendstellen-Anlage der Pars superior mit derjenigen der Pars inferior zusammen. Diese letztere erstreckt sich continuirlich von der Höhe des runden Sackes bis in den unteren Abschnitt der Pars inferior (Taf. VI,

Fig. 38, *Pbc*). Die Crista ampullaris inferior stellt einen Fortsatz dieser Nervenendstellen-Anlage, mit welcher sie zusammenhängt, dar. Die Nervenendstellen-Anlage der Pars inferior zeigt in ihrem oberen (proximalen) Abschnitte schon eine der definitiven ähnliche Gestalt (deutlich contourirte Haarzellen, 2 distincte Kernreihen, typische Stützzellen), in ihrem unteren Theile wird das Neuroepithel durch ein vielreihiges Epithel mit mehreren unregelmässigen Kernreihen und schmäler protoplasmatischer Lumenrandzone dargestellt.

Die Labyrinthkapsel ist im Bereich der Pars inferior rein bindegewebig und besteht aus spindelförmigen und verästelten Bindegewebszellen. Diese letzteren sind parallel der Oberfläche der Pars inferior orientirt. Die intermediäre Zone des perilymphatischen Gewebes zeigt im Bereich der Pars inferior in der Gegend der späteren Scala vestibuli weitmaschigen Bau. Grössere, zusammenhängende Hohlräume sind noch nicht vorhanden.

Das Ganglion acustico-faciale ist im frontalen Durchschnitt rundlich und zeigt darin  $340\ \mu$  Durchmesser, in fronto-occipitaler Richtung misst es  $330\ \mu$  Länge. Centralwärts erstreckt es sich bis unmittelbar an das Medullarrohr, so dass die Fasern zwischen peripherem Ganglion und Centrum sehr kurz ausfallen. Peripherwärts können zwei vom Ganglion ausgehende Aeste unterschieden werden: der Nervus utriculo-ampullaris und ein gemeinsamer Ast für alle übrigen Nervenendstellen (Nervus saccularis, ampullaris inferior, basilaris und lagenae).

Der Nervus facialis vereinigt sich proximalwärts mit dem Nervus acusticus zu einem anatomisch einheitlichen Stamm. Ein Theil der Fasern des N. facialis tritt mit dem oberen Pol des Ganglion acustico-faciale, der sich durch grössere Ganglienzellen (Zellgrösse  $9:7\ \mu$ ) vom übrigen Ganglion (Zellgrösse  $6\ \mu:4\ \mu$ ) unterscheidet, in Verbindung.

### Embryo von *Echidna ac.*, Stadium etwa wie 45.

Stimmt hinsichtlich des Gehörorganes mit Stadium 45 überein.

### Embryo von *Echidna ac.*, Stadium 45.

Länge der Labyrinthblase (oberer Bogengang — Spitze der Pars inferior) 0,83 mm. Pars superior und inferior sind deutlich von einander gesondert (Taf. II, Fig. 13); die drei Bogengänge sind entwickelt, jedoch zeigt sich der äussere Bogengang hierin weniger weit vorgeschritten als die beiden anderen Bogengänge (Taf. II, Fig. 14, *Csl*). Am convexen Contour gemessen, ist der obere Bogengang 0,35 mm, der hintere 0,35, der laterale 0,25 mm lang. Die Ampullen besitzen 0,6 mm mittleren Querdurchmesser, alle 3 Ampullen sind formell deutlich erkennbar (Taf. II, Fig. 13, 14). Der Sinus utricularis superior (Taf. II, Fig. 13, 14, *Sus*) ist 0,15 mm lang, im Querschnitt elliptisch ( $0,12:0,03\ \text{mm}$ ). Der Utriculus zeigt 0,3 mm Länge (Taf. II, Fig. 14, *U*), sein vorderer Pol trägt die Nervenendstellenanlage und ist danach als Recessus utriculi (Sinus utricularis anterior, Taf. II, Fig. 13, *Ru*) zu bezeichnen.

Die Pars inferior ist durch eine circuläre Einschnürung gegen die Pars superior gut begrenzt, verläuft zunächst nach vorne, abwärts und innen, sodann rein nach vorne und medianwärts, das blinde Ende ist nach aufwärts abgebogen und endet halbkugelförmig contourirt ohne im letzten Stück seinen Querschnitt geändert zu haben; die ganze Pars inferior erscheint von innen nach aussen ein wenig abgeflacht. Eine weitergehende Differenzierung der Theile lässt sie nicht zu. Der 0,39 mm lange Ductus endolymphaticus mündet am Uebergange der Pars superior in die Pars inferior. Sein Mündungsstück verläuft in unmittelbarer Nähe des Sinus utricularis superior. Die Pars inferior misst, gestreckt gedacht, 1,2 mm. Das obere

Ende des Ductus endolymphaticus ist in weitmaschiges Bindegewebe eingebettet (Taf. VI, Fig. 39, *De*). Lateral davon zeigt sich bereits Knorpel angelegt, medialwärts ist eine schmale, lockere, mesodermale Bindegewebszone zwischen Ductus endolymphaticus und Medullarrohr eingeschaltet. Am Rautenhirn ist bereits der Plexus chorioideus ventriculi quarti vorhanden, an welchen das obere Ductusende unmittelbar heranreicht. Ebendort erscheint auch die Bindegewebslage mit der Oberfläche des Rautenhirns innig verbunden. Die Epithelwand des Ductus endolymphaticus ist aus einem 5 bis 8  $\mu$  hohen, cubischen bis cylindrischen Epithel zusammengesetzt. In der Nähe der Mündungsstelle in das Säckchen (im Bereich des Foramen utriculo-sacculare) wird das Epithel anscheinend mehrreihig, 16 bis 18  $\mu$  hoch, zeigt mehrfache Kernreihen, Haarfortsätze und geht continuirlich in die Neuroepithelanlage der Pars superior über (Taf. VI, Fig. 40, *Fus*). Im mittleren Theil des Kanales finden sich stellenweise leisten- oder knospenartige Erhebungen des Epithels (Taf. VI, Fig. 39, *a*). Das obere Ende des Ductus endolymphaticus ist gegenüber dem übrigen Canal erweitert, glattwandig, ein Saccus endolymphaticus ist noch nicht unterscheidbar.

Die Pars superior (Taf. VI, Fig. 40, *U, Sus, Css*) besitzt noch eine gemeinsame Nervenendstellenanlage für den Utriculus und die beiden vorderen Ampullen. Die rein epithelialen Theile (Bogengänge und Säckchenwand) zeigen eine Epithelhöhe von 15  $\mu$ . An der Convexität der Bogengänge ist zum Theil noch ein leistenartig vorspringender First, zu welchem sich die Epithelwand erhebt, erkennbar; der grössere Theil der Bogengänge zeigt dagegen bereits kreisrunden Querschnitt. Die Ampullen sind nach ihrer Form deutlich erkennbar. Perilymphatische Räume sind im Bereiche der Pars superior noch nicht entwickelt.

Die Nervenendstellenanlage der Pars inferior umfasst noch als einheitliche Anlage die Crista ampullaris inferior, Macula sacculi, Papilla basilaris und Macula lagenae. Diese Nervenendstellenanlage erstreckt sich auf den gesamten medialen Bezirk der Pars inferior und wird durch ein mehrreihiges Epithel, das Haarfortsätze und eine deutliche cuticulare Grenzzone am Lumenrand erkennen lässt, dargestellt.

In diesem Stadium erscheint auch die Lagna zum ersten Mal in deutlich erkennbarer Gestalt (Taf. VII, Fig. 39a, *Pb, L*).

Die Labyrinthkapsel ist in ihrer Entwicklung am weitesten in der von den 3 Bogengängen umschlossenen Nische vorgeschritten (Taf. VI, Fig. 40, *a*). Weiter abwärts wird sie an der lateralen Seite der Labyrinthblase lediglich durch eine sehr dichte, kernreiche Bindegewebszone repräsentirt. Diese Zone erstreckt sich bis an das distale Ende der Pars inferior nach vor-, ein- und abwärts. Die Pars inferior selbst reicht medianwärts unmittelbar bis an das mediane Knorpelstück der Schädelbasis (Taf. VII, Fig. 39a, *a*).

Das Ganglion acustico-faciale liegt in unmittelbarer Nähe des Hirnstammes, seine Ganglienzellen sind dicht gelagert, lassen den charakteristischen Bau der Spinalganglienzellen erkennen und messen im oberen für den Facialis gehörigen Theil des Ganglion (Taf. VII, Fig. 39a, *G VII*) 10  $\mu$ :8  $\mu$ , im Uebrigen (Taf. VI, Fig. 40, *G VIII*) 4  $\mu$ :6  $\mu$  Durchmesser. Das ganze Ganglion ist in anteroposteriorer Richtung 480  $\mu$  lang, im Querschnitt rundlich und von 350  $\mu$  Durchmesser. Die peripheren Fasern des Nervus octavus formiren 2 Aeste: den Nervus utriculoampullaris und einen Ast, welcher die Nervenendstellenanlage in der Pars inferior und der hinteren Ampulle versorgt.

In diesem Stadium ist bereits in einem umschriebenen Bezirk die Paukenhöhle wegsam, die secundäre Augenblase ist vollständig entwickelt (Taf. VII, Fig. 39a).

### Beuteljungen von *Echidna ac.*, Stadium 46.

Länge der Labyrinthblase (Taf. II, Fig. 15, 16): 1,1 mm.

**Pars superior.** Die 3 Bogengänge schliessen einen körperlichen rechten Winkel mit einander ein (Taf. II, Fig. 16, *Css*, *Csi*, *Cst*), sie zeigen, am convexen Rand gemessen, 0,55 mm (oberer Bogengang), 0,5 mm (hinterer Bogengang), und 0,4 mm (lateral Bogengang) Länge. Die Ampullen besitzen in der Richtung der Bogengangradialen 0,8 mm Querdurchmesser. Der Sinus utricularis superior (Taf. II, Fig. 16, *Sus*) ist 0,17 mm lang und zeigt elliptischen Querschnitt von 0,4 : 1,0 mm Durchmesser. Schon vor ihrer Vereinigung in den Sinus lenkt der vordere und der hintere Bogengang in die Richtung des Sinus ab (Taf. II, Fig. 16, *Css*, *Csi*), so dass am oberen Ende dieses letzteren ein einspringender Winkel entsteht. Der Utriculus (Taf. II, Fig. 15, 16, *U*) ist 0,4 mm lang, an seinem vorderen Ende zum blasenförmigen Recessus utriculi aufgetrieben (Taf. II, Fig. 16, *Ru*). Das Sinusende des lateralen Bogenganges und die hintere Ampulle münden, unmittelbar neben einander gelegen, in den ovalen Sack (Taf. II, Fig. 16).

Die **Pars inferior** (Taf. II, Fig. 15, 16, *S*, *Pbs*, *L*) zeigt 0,7 mm Länge. Gestreckt gedacht ist sie etwa 1,45 mm lang, an ihr können deutlich drei Theile unterschieden werden: Ein oberer, etwa  $\frac{1}{4}$  der ganzen Länge einbeziehender, weiter Abschnitt, der Sacculus (Taf. II, Fig. 16, *S*), der noch in breitem Zusammenhange (0,16 mm : 0,09 mm) mit der Pars superior steht (Taf. II, Fig. 16, *Cus*). Oben und vorne zeigt er den Sinus utricularis sacculi deutlich entwickelt (Taf. II, Fig. 15, *Susa*), dessen Wand in einer umschriebenen Stelle mit der Vorderwand des Utriculus durch perilymphatisches Gewebe verlöthet ist (Taf. II, Fig. 15, 16), der hintere Contour des Sacculus ist am Uebergang in die Pars basilaris fast rechtwinklig abgelenkt, während sich sein vorderer Contour allmählich in letztere verliert. Die Pars basilaris (Taf. II, Fig. 15, 16 *Pb*) ist in allen Theilen nahezu gleichweit, von aussen nach innen etwas abgeflacht, misst 0,45 mm äusseren Umfang, und verengt sich (Taf. II, Fig. 15, 16, *J*, *L*) am Uebergang in den untersten Theil der Pars inferior, in die Lagena. Diese letztere ist derart an die Pars basilaris angeschlossen, dass das Endstück der Pars basilaris sammt der Lagena ungefähr eine halbe Windung repräsentirt, deren Krümmungsradius dem Durchmesser (0,08 cm) des häutigen Rohres entspricht, während die Pars basilaris im Uebrigen nach einem sehr grossen Radius (annähernd 0,7 cm) gekrümmt ist. Die Lagena selbst ist von der Pars basilaris gestaltlich durch eine Furche getrennt, die an der concaven Seite der Krümmung aussen und innen vorhanden ist (Taf. II, Fig. 15, 16, *J*, *L*) und nur am convexen Contour, an welchem sich die Lagenawand unvermittelt in die Pars basilaris fortsetzt, verliert.

Der **Ductus endolymphaticus** ist an seinem oberen Ende zum Saccus verbreitert (Taf. II, Fig. 15, 16, *De*, *Se*) und misst daselbst 0,28 : 0,03 mm. Der Contour des Ductus endolymphaticus setzt sich in denjenigen des Sacculus fort, so dass nunmehr der Utriculus seitlich an den Sacculus angesetzt erscheint (Taf. II Fig. 15, *Se*, *De*, *S*). Der Sinus utricularis inferior ist deutlich erkennbar.

Die Schädelkapsel und besonders die seitliche Schädelwand zeigt sich bereits auf ausgedehnte Strecken hin verknorpelt, der Plexus chorioideus der 4. Ventrikels ist mächtig entwickelt. Der Ductus endolymphaticus ist fast in seiner ganzen Länge von lockerem Bindegewebe umgeben, sein oberes Endstück erweitert, hingegen seitlich bis zur Spaltform abgeplattet, die Wand daselbst mit höckerigen und leistenförmigen epithelialen Vorbuchtungen versehen. Das obere Endstück ist scharf von dem engen und glattwandigen Kanal begrenzbar, somit in diesem Stadium bereits die Scheidung in Saccus und Ductus endolymphaticus eingetreten. Das Epithel ist im oberen Theil des Ductus und im Saccus endolymphaticus 4  $\mu$  hoch, cubisch und zeigt grosse, bläschenförmige Kerne. Das obere Ende

des Saccus reicht unmittelbar bis an die Basis des Plexus chorioideus ventriculi quarti heran, mit welchem es durch Bindegewebszüge verbunden erscheint. Im oberen Ende des Ductus endolymphaticus selbst steigt die Epithelhöhe etwas an; in der Mündungsregion findet sich mehrreihiges cylindrisches,  $27\ \mu$  hohes Epithel, mit schmaler protoplasmatischer Lumenrandzone und scharfem, stark lichtbrechenden Lumenrand. Der beschriebene Epithelstreifen des Ductus endolymphaticus setzt sich continuirlich in die Anlage der Macula utriculi fort (Taf. III, Fig. 40b, *Mu*).

Die rein epithelialen Wandtheile der Pars superior sind aus  $3-4\ \mu$  hohem, platten bis cubischen Epithel zusammengesetzt (Taf. VII, Fig. 40b, *Csl*).

In der Pars superior finden sich derzeit 3 von einander vollkommen isolirte Nervenendstellen (Macula utriculi, Crista ampullaris superior und lateralis). Das Neuroepithel lässt den typischen Bau (Differenzirung in Stütz- und Haarzellen) erkennen, es sind deutliche Haarfortsätze entwickelt, auf welchen eine blassroth gefärbte, unregelmässig gestaltete Masse ruht, welche der offenbar postmortal veränderten Statolithenmembran bzw. in den Ampullen den Cupulae entspricht.

Die Crista ampullaris inferior ist gleichfalls von der übrigen Neuroepithelanlage isolirt und stimmt im Bau mit den beiden anderen Cristae überein (Taf. VII, Fig. 40a, *Al*). Die Neuroepithelanlage des Sacculus besteht aus  $27\ \mu$  hohem, vielreihigen Epithel, das eine protoplasmatische Lumenrandzone, 4–6 über einander liegende Kernschichten, Haarfortsätze und eine blassrothe Auflagerung (Reste der Statolithenmembran) erkennen lässt.

Die laterale Sacculuswand weist ein  $6-8\ \mu$  hohes, cubisches Epithel auf, das in der Umgebung des Neuroepithels rasch zu einem cylindrischen Epithel ansteigt. Nach abwärts geht das Neuroepithel continuirlich in die Anlage der Papilla basilaris über, mit welcher es breiten Zusammenhang zeigt und im Bau derzeit noch vollständig übereinstimmt.

Die Lagena ist formell gut erkennbar und durch eine sanfte Einschnürung gegen die Pars basilaris geschieden. Ihre Wände bestehen durchaus aus einem  $27\ \mu$  hohen, mehrreihigen Epithel, das mehrere, unregelmässige Kernschichten und eine protoplasmatische Lumenrandzone besitzt. Im mittleren Theile der Pars basilaris können auch grosse Haarzellen unterschieden werden, die von Stützzellen umgeben sind.

Die Labyrinthkapsel ist bereits theilweise verknorpelt, so dass zunächst die Pars superior von der lateralen Seite her von Knorpel umschlossen erscheint (Taf. VII, Fig. 40b, *Cl*); in der Gegend des Sinus utricularis superior und des Ductus endolymphaticus ist hingegen noch kein Knorpel entwickelt, und diese beiden häutigen Theile sind von lockerem, mesodermalen Bindegewebe umgeben, das hirnwärts mit freier Fläche endet. Im Bereich der Pars inferior ist die Labyrinthkapsel in Form einer Knorpelschale entwickelt, deren Concavität medianwärts gerichtet ist. In diese Knorpelschale ist die ganze Pars inferior, sowie das mächtige Ganglion acustico-faciale aufgenommen. Zusammenhängende perilymphatische Hohlräume sind noch nicht vorhanden.

Das Vorhoffenster ist durch eine breite Lücke der Knorpelkapsel dargestellt und wird durch die solide Stapesanlage, die oblongen Querschnitt zeigt, und durch circulär die Stapesanlage umgebende Bindegewebszüge verschlossen. Der Stapes liegt im Niveau der übrigen Knorpelwand. An seine dem Vestibulum zugekehrte Endfläche ist eine Bindegewebsfaserplatte angeschlossen, die im dem mikroskopischen Bilde durch den Stapes ein wenig in das Vestibulum vorgedrängt erscheint. Vor und unter dem Vorhoffenster findet sich die Anlage des Basilarfensters in Form einer mit dem Vorhoffenster zusammenhängenden, rundlichen Lücke der Knorpelkapsel. Diese Lücke wird von einer Bindegewebsplatte verschlossen, welche die erste Anlage der Membrana tympani secundaria repräsentirt. Nach aufwärts geht der Knorpel der Labyrinthkapsel continuirlich in den Knorpel der seitlichen Schädelwand über. Im

Bereich der Bogengänge erscheinen die Kanäle theilweise bereits durch Knorpel begrenzt. An den Enden der Bogengänge jedoch werden die häutigen Theile, soweit sie in naher Nachbarschaft zu einander gelegen sind, von einem gemeinsamen Knorpelrohr umschlossen. Von einem inneren Gehörgang kann noch nicht gesprochen werden, da in dieser Region die schalenartig geformte Labyrinthkapsel hirnwärts zur Aufnahme der Nerven und Ganglien weit geöffnet ist. Der Nervus facialis verläuft in seinem peripheren Antheil (jenseits vom Ganglion geniculi) in einem isolirten, von Knorpel umgebenen Kanal.

Das Ganglion acustico-faciale hat an Ausdehnung bedeutend zugenommen. Die centralen Fasern sind in Folge der nachbarlichen Lage des Ganglion zum Centralorgan sehr kurz. Histologisch stimmt das Ganglion acustico-faciale dieses Stadiums mit Stadium 45 überein.

### Beuteltjungen von *Echidna ac.*, Stadium 47.

Das membranöse Labyrinth (Taf. III, Fig. 17, 18) hat bedeutend an Ausdehnung gewonnen und misst von der Convexität des oberen Bogenganges zum vorderen Ende der Pars inferior 1,6 mm.

Die gegenseitige Isolirung der Pars superior und inferior ist ziemlich weit vorgeschritten. Die beiden Säcke, an ihren vorderen Polen in einer Fläche von annähernder Kreisform und 0,12 mm Durchmesser durch Bindegewebe eng verbunden (Taf. III, Fig. 17, *Ssu, Susa*), sind im Uebrigen vollständig von einander isolirt, und eine Verbindung zwischen beiden wird nur durch den Ductus endolymphaticus, der sich in beide Säcke öffnet, hergestellt. Dieser letztere ist 0,75 mm lang, an seiner breitesten Stelle misst er 0,3 mm, in mediolateraler Richtung erscheint er, von aussen gemessen, 0,07 mm dick; nur der den Säckchen benachbarte Theil zeigt Kanalform, der übrige die eines abgeplatteten Sackes. Nach Lage und Form muss der weitaus grössere Theil des ganzen Abschnittes als Saccus endolymphaticus angesprochen werden.

Der Utriculus (Taf. III, Fig. 17, 18, *U*) zeigt die Form einer Birne, deren massiger Abschnitt nach vorn-aussen gerichtet ist. Der Recessus utriculi (Taf. III, Fig. 17, *Ru*) entspricht einer halbkugeligen, am vorderen Ende des Utriculus gelegenen Vorwölbung. Sie trägt die Nervenendstelle. Nach hinten verjüngt sich der Utriculus in einen 0,3 mm langen, in mediolateraler Richtung abgeplatteten Kanal von 0,15 : 0,05 mm Durchmesser, den Sinus utricularis superior; nach abwärts und hinten erscheint der Utriculus in den äusserst kurzen, mehr topographisch als in der Form erkennbaren Sinus utricularis inferior fortgesetzt (Taf. III, Fig. 17, *Sui*), der verhältnissmässig weiter erscheint als bei irgend einem höheren Säugethier. In diesen Kanal mündet aber nicht bloss die hintere Ampulle, sondern auch das Sinusende des lateralen Bogenganges (Taf. III, Fig. 17, *Al, a*). Das ampullare Ende des hinteren Bogenganges und der Sinustheil des lateralen Bogenganges verlaufen durch ein ziemliches Stück in unmittelbarer Nachbarschaft (Taf. III, Fig. 18, *Al, a*). Die beiden vorderen Ampullen sind formell vollständig entwickelt (Taf. III, Fig. 17, 18, *As, Al*) und zeigen die den Cristae ampullarum entsprechenden Einsenkungen, die senkrecht zum Längsverlauf der Ampulle gestellt sind. Die beiden vorderen Ampullen grenzen nicht unmittelbar an einander, so dass in ihrem Mündungsgebiet (Taf. III, Fig. 17, *As, Al, Ru*) ein 0,07 mm breiter Streifen der Utriculuswand (bzw. des Recessus utriculi) sichtbar wird. Die Länge der beiden vorderen Ampullen beträgt 0,18 mm, der Durchmesser aller Ampullen annähernd 0,15 mm; die hintere Ampulle, die etwas länger ist als die beiden vorderen (0,2 mm), zeigt sich gegen den Utriculus bzw. gegen den Sinus hin kurz röhrenförmig ausgezogen. Die Bogengänge (Taf. III, Fig. 17, 18, *Css, Csl, Csi*) stellen sich als im Querschnitt kreisrunde Röhren von 0,06 mm äusserem Durchmesser dar. Der längste ist der obere Bogengang (0,9 mm), ihm folgt der hintere Bogengang mit 0,8 mm und sodann der äussere mit 0,7 mm Länge. Der obere Bogengang ist nach einer

einzigsten Ebene gekrümmt. Sowohl der hintere als auch der laterale Bogengang zeigen jedoch in der Aufsicht S-förmige Krümmung, so dass am hinteren Bogengang der ampullare Abschnitt des Kanals weiter vorn, am lateralen weiter oben gelegen erscheint als der übrige Theil. Daraus folgt endlich, dass die 3 Bogengänge, genau genommen, nicht einen körperlichen rechten Winkel mit einander bilden, sondern die Ebene des vorderen Bogenganges mit der des lateralen einen Winkel von etwa  $80^\circ$  (Taf. III, Fig. 17, *Css*, *Csl*), die Ebene des hinteren Bogenganges mit der des vorderen einen Winkel von etwa  $100^\circ$ , mit der des äusseren annähernd einen Winkel von  $90^\circ$  (Taf. III, Fig. 17, 18, *Csl*, *Csi*). Allerdings ist es hierbei nöthig, für den lateralen und den hinteren Bogengang Mittelebenen zu construiren.

Die *Pars inferior* zeigt sich deutlich aus drei Stücken zusammengesetzt: *Sacculus*, *Pars basilaris* und *Lagena* (Taf. III, Fig. 17, 18, *S*, *Pb*, *L*). Im Ganzen stellt die *Pars inferior* ein nach aufwärts concav verlaufendes Rohr dar, dessen beide Enden nach rück- bzw. vorwärts gerichtet sind. Das hintere Ende findet seinen Abschluss in dem länglichen *Sacculus* (Taf. III, Fig. 17, *S*), der die Krümmung der *Pars basilaris* nach auf- und rückwärts verlängert. Der *Ductus reuniens* fehlt. Der *Sacculus* zeigt die Form eines Ellipsoids, dessen längere Axe von vorn-oben nach hinten-unten gerichtet ist. Seine mediale Wand ist, von aussen betrachtet, convex (Taf. III, Fig. 18, *S*), die laterale plan (Taf. III, Fig. 17, *S*), in ihrem centralen Theil schwach gehöhlt. Der *Sacculus* zeigt einen Umfang von 0,7 mm, der *Sinus utricularis sacculi* erstreckt sich lateral- und aufwärts (Taf. III, Fig. 17, *Susa*). Nach abwärts und hinten verengt sich der *Sacculus* auf 0,55 mm Umfang. Die Verengung liegt unmittelbar unter der Mündungsstelle des *Ductus utriculo-saccularis*. In diesem 0,17 mm langen Abschnitt (gegenüber 0,28 mm der Länge des *Sacculus*) biegt das häutige Rohr, das bis dahin nach abwärts und hinten verläuft, nach ein- und abwärts. Diese Region ist von der hinteren Ampulle nur 0,05 mm entfernt, ein Verhalten, das aus der Thatsache erklärt werden kann, dass diese beiden Theile entwicklungsgeschichtlich aus einem einzigen Wandabschnitt hervorgehen. Die Umbiegungsstelle repräsentirt sich in der Ansicht von vorn-oben als stumpfer Winkel von annähernd  $160^\circ$  (Taf. III, Fig. 18, *a*). Sie entspricht der an späteren Stadien scharf ausgeprägten Grenze zwischen *Ductus reuniens* und *Pars basilaris*. Die *Pars basilaris* (Taf. III, Fig. 17, 18 *Pb*) verläuft nach aufwärts schwach concav, gestreckt gedacht misst sie 1,12 mm, in ihrer Mitte ist sie von vorn-oben ein wenig abgeflacht, an ihren beiden Enden von annähernd rundem Querschnitt, ihr Krümmungsradius beträgt ungefähr 0,67 mm; an ihrem unteren (distalen) Ende verengt sich zunächst das häutige Rohr von 0,8 mm auf 0,5 mm äusseren Durchmesser, um sodann unvermittelt sich wieder zu erweitern; so kommt es, dass das blinde, Ende des Rohres, die *Lagena*, durch eine Einschnürung, die sich besonders an der concaven Seite des Rohres deutlich ausprägt (Taf. III, Fig. 18, *J*), von der *Pars basilaris* abgesetzt ist; am unteren Ende des Rohres nimmt aber auch der Krümmungsradius rasch ab. Er beträgt in der Nähe des Isthmus nur mehr 0,2 mm, an der *Lagena* selbst 0,15 mm. Da nun thatsächlich das distale Stück der *Pars basilaris* und die *Lagena* in einer gemeinsamen Knochencavität untergebracht sind, so muss sich besonders das Ende der Krümmung der Knorpelkapsel von der Krümmung des häutigen Rohres wesentlich unterscheiden. Das häutige Rohr vollzieht, von dem wenig gekrümmten Abschnitt der *Pars basilaris* abgesehen, an seinem unteren Ende, gemeinsam mit der *Lagena* betrachtet,  $\frac{3}{4}$  einer Windung; von dieser Windung ist am knorpeligen Theil nichts zu erblicken. Der Knorpelabschnitt der *Pars inferior* stellt in dieser Region einfach einen nach aufwärts schwach concaven fingerförmigen Fortsatz dar, dessen blindes Ende vom häutigen Rohr eben total erfüllt wird, während proximalwärts der Raum zwischen Knorpel und Epithelrohr von perilymphatischem Gewebe durchzogen erscheint.

Der *Ductus endolymphaticus* (Taf. III, Fig. 18, *De*) mündet in directer Richtung in den *Sacculus*. Der *Utriculus* erscheint seitlich an ihn angeschlossen. Das gemeinsame Mündungsgebiet kann in

seinem vorderen Theil in Analogie mit an späteren Stadien vorgefundenen Verhältnissen als *Canalis utriculo-sacculus* bezeichnet werden. Die Mündungsöffnung des letzteren im Utriculus ist annähernd ebenso gross wie die im Sacculus gelegene und zeigt 0,08 mm äusseren Durchmesser. Sacculus, Ductus und Sacculus endolymphaticus sind in derselben Sagittalrichtung gelegen (Taf. III, Fig. 18, *Se, De, S*), und ihre Lumina erscheinen daher in der Sagittalserie in einem einzigen Schnitt getroffen. Der Ductus endolymphaticus (Taf. VI, Fig. 41, *De*) zeigt deutliche Scheidung in Saccus- und Ductusabschnitt. Die Saccuswand besteht aus cubischem Epithel von 4  $\mu$  Höhe, lässt vielfach Falten, ja Zotten erkennen, die in ihrer Gestalt den Faltungen des in unmittelbarer Nähe gelegenen Plexus chorioideus ventriculi quarti nicht unähnlich sind. Der Saccus endolymphaticus ist von einer ziemlich breiten Bindegewebszone umgeben; desgleichen ziehen reichliche Bindegewebszüge von ihm in den Plexus chorioideus. In der Mündungsregion des Ductus endolymphaticus in den gemeinsamen Sack findet sich einfaches cubisches Epithel von 8  $\mu$  Höhe. Desgleichen besteht die epitheliale Bogengangwand aus 3–4  $\mu$  hohem platten, bis cubischen Epithel (Taf. VI, Fig. 41, *Csl, Cst*).

Das Neuroepithel des Utriculus ist unter allen Neuroepithelstellen in der Entwicklung am weitesten vorgeschritten und enthält bis auf die Randpartien der Macula 2 distincte Kernreihen (Taf. VI, Fig. 41, *Mu*), sowie deutlich begrenzte Haarzellen mit Haarbesatz (Statolithenmembran und Statolithen sind nicht nachweisbar). Das Neuroepithel der Macula zeigt 28–30  $\mu$  Höhe.

Ebenso hoch ist das Epithel der beiden vorderen Cristae ampullares (Taf. VI, Fig. 41, *Caal*), die, formell vollkommen entwickelt, mit dem Neuroepithel des Utriculus noch zusammenhängen (Taf. VI, Fig. 41, *Caal, Mu*). Die subepitheliale Zone des perilymphatischen Gewebes ist im Bereich der Pars superior überall deutlich entwickelt und führt spärliches Pigment von gelbbrauner Farbe<sup>1)</sup>.

Die hintere Ampulle, die in diesem Stadium vom Sacculus bereits vollständig isolirt erscheint, der Sinus utricularis inferior und das Sinusende des lateralen Bogenganges sind in einem einzigen, von Knorpel umschlossenem Raum gelegen und daher centralwärts besonders vom Sacculus nicht durch eine Knorpelwand, sondern nur durch lockeres, perilymphatisches Gewebe geschieden. Die Crista ampullaris inferior stimmt im Bau mit den beiden anderen Cristae ampullares überein, und ist an der vorderen Wand der Ampulle gelegen. Sie wird durch einen ziemlich starken, auf eine lange Strecke isolirt verlaufenden Nervenast versorgt, ihr Epithel ist 27  $\mu$  hoch.

Die Macula sacculi (Taf. VI, Fig. 42, *Ms*) erweist sich in ihrer Entwicklung weniger weit fortgeschritten als die Macula utriculi. Sie zeigt im Querschnitt noch vielfach 5–6 über einander liegende unregelmässige Kernreihen und nur in kleinem Umkreis, und zwar nur am oberen Ende der Macula, also an dem Abschnitt, welcher der Macula utriculi zunächst gelegen ist, deutlich zweireihiges Epithel und wohlcontourirte Sinneszellen (Taf. VI, Fig. 42, *Ms, a*). Haarfortsätze, sowie ein scharfer protoplasmatischer Lumenrand sind an der ganzen Ausdehnung der Macula sacculi nachweisbar. Das protoplasmatische Gewebe in der Umgebung der Macula sacculi führt spärliches Pigment.

Entsprechend der späteren Cisterna perilymphatica vestibuli ist ein perilymphatischer Raum von grösserer Ausdehnung bereits vorhanden. Im Uebrigen finden sich nirgends grössere perilymphatische Räume. Die intermediäre Zone des perilymphatischen Gewebes ist locker angeordnet (Taf. VI, Fig. 41, *pi*). An den Bogengängen, sowie am Ductus endolymphaticus wird dichtes perilymphatisches Gewebe angetroffen. Nach ab- und vorwärts verengt sich der Sacculus zur Pars basilaris (Taf. VII, Fig. 42a, *Pb*), die runden Querschnitt ergibt. Im Uebergangstheil findet sich 15–20  $\mu$  hohes Cylinderepithel. Die Pars basilaris

<sup>1)</sup> In diesem Stadium ist reichliches Retinapigment vorhanden und auch bereits Chorioidealpigment in mässiger Menge nachweisbar.

lässt an ihrem hinteren und centralen Contour eine Neuroepithelanlage erkennen, die histologisch fast vollständig mit der Macula sacculi übereinstimmt. Am weitesten fortgeschritten erscheint das Neuroepithel im mittleren Bezirk der Papilla basilaris, woselbst es bei  $27\ \mu$  Höhe 2 distincte Kernzonen deutlich erkennen lässt und auch eine protoplasmatische Auflagerung im axialen Winkel (der späteren Corti'schen Membran entsprechend) aufweist. In einer besonderen Knorpelnische (Taf. VII, Fig. 42a, *Cl*) liegt endlich, durch eine sanfte Einschnürung von der Pars basilaris isolirt, die Lagena (Fig. VII, Fig. 42a, *L*), die an ihrem hinteren und oberen Rand eine Maculaanlage trägt. Die Lagena (Taf. VII, Fig. 42a, *Ml*) stimmt im Bau mit dem unteren Theil der Pars basilaris überein, mit der sie durch einen schmalen Neuroepithelstreifen zusammenhängt. Die beiden distincten Kernreihen sind nur an einzelnen Stellen erkennbar, an einzelnen sind auch Härchen zu sehen, nirgends eine Statolithenmembran; abgesehen vom Neuroepithelstreifen zeigen sich die übrigen Wandtheile der Pars inferior aus einem  $10-20\ \mu$  hohen, cubischen bis cylindrischen Epithel zusammengesetzt.

Die laterale Schädelwand ist bereits auf grössere Strecken, so besonders nach aussen vom Petrosum verknöchert, die Labyrinthkapsel noch durchaus knorpelig. Der ganze Saccus endolymphaticus, sowie der grössere obere Theil des Ductus liegen ausserhalb der Labyrinthkapsel. Die Bogengänge besitzen nur im Bereiche ihrer Krümmungsmitte ein isolirtes Knorpelrohr; an den Enden, sowie an den Ampullen fliessen die Knorpelräume zusammen, so dass die beiden vorderen Ampullen, desgleichen der Sinus utricularis superior mit der Sinusmündung des lateralen Bogenganges in je einem Knorpelrohr untergebracht erscheinen. Durch eine vorspringende, knorpelige Leiste ist eine verhältnissmässig scharfe Grenze zwischen den beiden vorderen Ampullen und dem Utriculus gegeben. In der Region des Utriculus sowie weiter abwärts stellt die Labyrinthkapsel eine Knorpelschale dar, die medianwärts eine breite Oeffnung zeigt (Taf. VI, Fig. 41, *Cl*). Durch diese Oeffnung treten die Nervenzüge vom Labyrinth an die Medulla. Die Oeffnung selbst wird fast vollständig durch das Vestibularganglion (s. unten) verschlossen. Eine flache Leiste scheidet im Vestibulumabschnitt den Recessus ellipticus vom Recessus sphaericus. Eine weit schärfer vorspringende Crista dient der Insertion und Begrenzung der Lagenakapsel (Taf. VII, Fig. 42a, *Cl*); an der lateralen Seite zeigt die Labyrinthkapsel eine oblonge Lücke im Knorpel, die durch eine dicke Faserlage von Bindegewebe geschlossen erscheint. Der obere, hintere Theil dieses Bindegewebes ist convex in das Vestibulum vorgebuchtet; an ihn grenzt der Steigbügel, der durch ein kegelförmiges, solides Knorpelstück dargestellt ist und nach dem histologischen Bilde die erwähnte Bindegewebswand in das Vestibulum vorzuschieben scheint. Im vorderen unteren Theil ist die Bindegewebsplatte nach aussen von keinerlei Knorpel bedeckt, sie entspricht hier offenbar der Membrana tympani secundaria und der untere vordere Theil der Lücke somit dem Basilarfenster. Danach sind die beiden Fenster in diesem Stadium durch eine einzige Lücke im Knorpel dargestellt (S. auch Stadium 46, S. 20) und gehen somit aus einer gemeinschaftlichen Anlage hervor.

Die Nervenzellen des oberen Theiles des Ganglion acusticum messen  $5\ \mu:7\ \mu$ . Das Ganglion selbst besteht aus zwei mit einander breit zusammenhängenden Abschnitten, von welchen der obere den Utriculus und die beiden vorderen Ampullen, der untere den Sacculus, die hintere Ampulle, die Pars basilaris und die Lagena versorgt. Die Nervenzellen des unteren Abschnittes messen  $3\ \mu:5\ \mu$  Durchmesser.

Der obere Abschnitt des Ganglion ist bedeutend grösser und zellreicher als der untere. Auch sind die Ganglienzellen des ersteren viel dichter gelagert als die des letzteren. Im mittleren Theil zeigt das Ganglion im grössten Querschnitt  $330\ \mu:130\ \mu$  Durchmesser.

Der Nervus facialis ist sammt dem Knieganglion vom Acusticus gut isolirt. Er verlässt den Acusticus noch weit vor dem Knieganglion, so dass er am Knie bereits in einem isolirten Knorpelkanal angetroffen wird.

Durch das Ganglion acusticum wird die grosse an der medialen Wand der Labyrinthkapsel befindliche Lücke verschlossen. Das Ganglion selbst reicht fast unmittelbar an das verlängerte Mark heran, so dass die vom Ganglion centralwärts ziehenden Fasern des Nervus acusticus nur kurz sind. In der Peripherie kann man deutlich 3 Aeste unterscheiden: den Nervus utriculo-ampullaris (für den Utriculus und die beiden vorderen Ampullen), den Nervus sacculo-ampullaris (für Sacculus und Ampulla inferior) und den Nervus lagenae-basilaris (für Lagena und Pars basilaris). Der Nervus lagenae selbst stellt einen ziemlich starken Nervenast dar, der sich knapp vor dem Ganglion mit dem Ast der Pars basilaris vereinigt, in der Peripherie somit in ziemlicher Ausdehnung vollständig isolirt verläuft.

### Beuteljungen von *Echidna ac.*, Stadium 48.

Das Labyrinth (Taf. III, Fig. 19, 20, 21; Taf. IV, Fig. 25) zeigt eine Länge von 2,6 mm (Scheitel des oberen Bogenganges vorderes Ende der Lagena). Der Ductus endolymphaticus (Taf. III, Fig. 20, *De*) bietet nur in 0,14 mm Länge Kanalförmigkeit (0,1 mm äusseren Durchmesser), der übrige, weitaus grössere Theil ist sackartig verbreitert, 0,76 mm lang, 0,6 mm hoch und auf 0,1 mm in mediolateraler Richtung abgeplattet (Taf. III, Fig. 20, *Se*). Die Längsaxe des Ductus und Saccus endolymphaticus verläuft in fast horizontaler Richtung (Taf. III, Fig. 20).

Der Utriculus ist birnförmig mit grösserem kolbigen, vorderen und schlankem hinteren Ende (Taf. III, Fig. 20, *U*). Er erscheint von oben nach unten etwas abgeflacht (Taf. III, Fig. 19, *U*), im Frontalschnitte daher elliptisch. Der Utriculus ist 0,8 mm lang und misst im grössten Querschnitt 0,5:0,3 mm; nach hinten und oben geht der Utriculus in ein rundes, 0,2 mm langes, im Querschnitt kreisförmiges (0,2 mm äusserer Durchmesser) Rohr über, den Sinus utricularis superior (Taf. III, Fig. 25, *Sus*). Lateralwärts und hinten erscheinen knapp neben einander 2 Rohre an den Utriculus angeschlossen; das eine, vom selben Querschnitt wie der Sinus utricularis superior und von 0,16 mm Länge, stellt das Zwischenstück zwischen hinterer Ampulle und Utriculus dar, den Sinus utricularis inferior (Taf. III, Fig. 20, *Sui*; Taf. IV, Fig. 25, *Sui*), das zweite, knapp vor und über dem eben genannten gelegen, entspricht dem Sinus-Endstück des lateralen Bogenganges (Taf. IV, Fig. 25, *a*). Die 3 Ampullen sind formell vollständig entwickelt (Taf. IV, Fig. 25, *As*, *Al*, *Ai*), die beiden vorderen liegen nunmehr knapp neben einander (Taf. III, Fig. 21, *As*, *Al*), zeigen sich gegen den Utriculus scharf abgegrenzt, sind 0,32 mm lang und besitzen einen äusseren Durchmesser von 0,3 mm.

Die den Cristae ampullares entsprechenden Einsenkungen sind nach ihrer Form deutlich zu erkennen. Die hintere Ampulle ist ein wenig kleiner als die beiden vorderen (Taf. IV, Fig. 25, *Ai*), formell nicht so charakteristisch ausgeprägt wie diese und gegen den Sinus utricularis inferior auf eine kurze Strecke röhrenförmig ausgezogen. Das Sinus-Drittel des lateralen Bogenganges verläuft mit dem ampullaren Abschnitt des hinteren Bogenganges und der hinteren Ampulle selbst in unmittelbarer Nachbarschaft nach dem Utriculus zu. Beide convergiren utriculuswärts gegen einander (Taf. IV, Fig. 25, *Ai*, *a*).

Die Bogengänge sind im Querschnitt kreisrund und zeigen 0,64 mm äusseren Umfang. Der obere Bogengang misst 1,3 mm, der laterale 1,1 mm, der hintere 1,4 mm Länge (Taf. III, Fig. 19, 20, 21; Taf. IV, Fig. 25, *Css*, *Csl*, *Csi*). Der obere Bogengang erscheint wie in Stadium 47 nach einer Ebene gekrümmt (Taf. III, Fig. 21, *Css*). Der laterale und der hintere Bogengang zeigen die gleichen Krümmungsverhältnisse wie in Stadium 47, wonach die ampullaren Abschnitte des lateralen und des hinteren Bogenganges höher bzw. weiter nach vorn zu liegen kommen als der übrige Theil (Taf. IV, Fig. 25, *Css*, *Csl*). Endlich folgt daraus gleichfalls, dass in der Ansicht von vorn der vordere und der laterale Bogengang

einen spitzen Winkel von etwa  $80^\circ$  (Taf. III, Fig. 21; Taf. IV, Fig. 25, *Css*, *Csl*), in ihren Sinusabschnitten dagegen einen Winkel von  $90^\circ$  einschliessen (Taf. III, Fig. 21), während die Ebenen des hinteren und des vorderen Bogenganges einen Winkel von  $100^\circ$ – $110^\circ$  (Taf. III, Fig. 19, *Css*, *Csl*), die des lateralen und hinteren Bogenganges nach oben fast einen rechten Winkel mit einander bilden (Taf. IV, Fig. 25, *Csl*, *Csl*). Der vordere und der hintere Bogengang münden in einem stumpfen Winkel von annähernd  $150^\circ$  in den Sinus utricularis superior (Taf. IV, Fig. 15, *Sus*).

Die Pars inferior ist gegen die Pars superior scharf begrenzt. Utriculus und Sacculus sind durch Bindegewebe in kleinem Umfange an ihren einander zugewendeten Flächen fest verbunden (Taf. III, Fig. 21, *S*, *U*; Taf. IV, Fig. 25, *U*, *S*). Nach hinten erscheint an den röhrenförmig sich verengenden Sacculus der Ductus endolymphaticus angeschlossen (Taf. III, Fig. 20, *De*). Die Längsaxe des Sacculus ist von vorn-oben nach hinten-unten gerichtet, er misst darin ungefähr 0,4 mm (Taf. III, Fig. 20, *S*) nach vorn-oben läuft der Sacculus in einen fast halbkugeligen Fortsatz aus, der mit dem Sinus utricularis sacculi der höheren Säuger in Analogie gebracht werden muss (Taf. III, Fig. 20, *Susa*), jedoch bei *Echidna* vom Utriculus weiter abgelegen ist als beim höheren Säugethier. Nach rückwärts sind, wie erwähnt, an den Sacculus der Ductus und Saccus endolymphaticus angeschlossen (Taf. III, Fig. 20, *Se*, *De*, *S*). Die Ebene dieser drei Gebilde läuft der sagittalen Medianebene des Kopfes parallel, und so kann man an Sagittalserien auch die Lumina der genannten Theile in einem Schnitt getroffen finden. Nach hinten, unten und aussen verjüngt sich der Sacculus, der in seinem oberen Theil 1,55 mm äusseren Durchmesser zeigt, ziemlich rasch auf 0,6 mm äusseren Umfang (Taf. III, Fig. 19, 20, *Dr*), um dann sofort in das unter einem nach vorn stumpfen Winkel von  $100^\circ$  angesetzte Rohr der Pars basilaris überzugehen, gegen das er sich somit scharf absetzt (Taf. III, Fig. 19, 20, *Dr*, *Pb*). Der kurze, verengte Abschnitt, der eine Länge von etwa 0,16 mm besitzt, muss als Ductus reuniens angesprochen werden. Die Pars basilaris (Taf. III, IV, Fig. 19, 20, 21, 25), im Querschnitt rundlich, von 1,0 mm äusserem Durchmesser, verjüngt sich ein wenig im Mündungsgebiet des Sacculus, an sie erscheint ein fast halbkugeliger Fortsatz von 0,12 mm Basisdurchmesser und 0,8 mm Höhe nach hinten und oben jenseits des Mündungsgebietes des Ductus reuniens angesetzt. Dieser halbkugelige Fortsatz stellt den Vorhofblindsack, Caecum vestibulare, dar (Taf. III, Fig. 19, 20, *Cv*). Die übrige Pars basilaris zeigt, gestreckt gedacht, eine Länge von 3,6 mm, direct gemessen, beträgt die Distanz vom Vorhofblindsack zum vorderen Contour der Pars basilaris 1,8 mm.

Die Pars basilaris zerfällt in drei Abschnitte, von welchen sich die beiden ersten durch ihre Verlaufsrichtung, der dritte auch durch seinen geringen Umfang unterscheiden lässt. Der oberste Abschnitt ist (Taf. III, Fig. 21, *a*), wie erwähnt, in einem Winkel von  $100^\circ$  an den Ductus reuniens angeschlossen und verläuft in einer Länge von 1,0 mm nach vorn ein- und abwärts, an ihn schliesst sich ein 0,9 mm langer Theil, dessen Längsaxe von hinten nach vorn gerichtet ist, an. Diese zwei Abschnitte (Taf. III, Fig. 19, 20, 21, *Pb*) tragen die zugehörige Nervenendstelle, die Papilla basilaris. Der Krümmungsradius des oberen Abschnittes beträgt annähernd 1,0 mm, der des zweiten 0,8 mm. Am Uebergang in den dritten Abschnitt, den Isthmus lagenae, verengt sich das membranöse Rohr auf 0,52 mm äusseren Durchmesser (Taf. III, Fig. 19, *J*), um sich sodann wieder auf 0,66 mm zu erweitern und unter Bildung eines birnförmigen Anhanges von 0,36 mm Längsaxe (Taf. III, IV; Figg. 19, 20, 21, 25, *L*) blind zu enden. Der Krümmungsradius des ganzen Rohres nimmt in diesem Endstück rasch ab. Er beträgt in dem verengten Uebergangstheil, Isthmus lagenae (Taf. III, Fig. 19, *J*), 0,3 mm, an der Laguna selbst 0,28 mm. Wie im Stadium 47 kann also auch hier ein längerer, nach grösserem Krümmungsradius verlaufender, oberer Theil der Pars basilaris von dem nach kleinem Radius gekrümmten distalen Ende unterschieden werden, welches letztere den unteren Theil der Pars basilaris, den Isthmus

lagenae und die Lagena selbst umfasst. Der untere Theil der Pars inferior vollführt somit hier fast  $\frac{3}{4}$  Windungen. Das knorpelige Rohr macht diesen Windungszug nicht mit, sondern stellt wie in Stadium 47 einen fingerförmigen, nach aufwärts schwach concav verlaufenden Fortsatz dar, in dessen blindem Ende der  $\frac{3}{4}$  Windungszug des häutigen Rohres untergebracht ist. Eine wenig vorspringende, leistenartige Erhebung des Knorpels, die der Fixation der Lagena dient, trennt den der Lagena angehörenden Theil des Knorpelrohres von dem darüber gelegenen Abschnitt, der topographisch der Pars basilaris zuzurechnen ist.

Der Vorhofblindsack (Taf. III, Fig. 19, 20, *Al*, *Co*) erscheint der hinteren Ampulle unmittelbar nachbarlich gelegen. Der Utriculus ist seitlich an den Ductus endolymphaticus angesetzt. Die Communicationsöffnung beider zeigt elliptischen Querschnitt (0,16:0,12 mm Lumendurchmesser; längerer Durchmesser in der Längsrichtung des Ductus gelegen). Der Ductus endolymphaticus, der obere, röhrenförmig ausgezogene Theil des Sacculus, sowie der benachbarte Theil des Utriculus formiren ein gemeinsames Uebergangsgebiet der genannten drei häutigen Theile, aus dessen vorderem Abschnitt der Canalis utriculo-saccularis hervorgeht.

Die seitliche Schädelwand sowie der Gesichtsschädel (Taf. X, Fig. 53, *a*) zeigt sich auf grosse Strecken hin verknöchert, sonst knorpelig (Taf. X, Fig. 53, *Cr*).

Die Wand der häutigen Bogengänge besteht aus einem 3–5  $\mu$  hohen cubischen Epithel (Taf. VIII, Fig. 43–46, *Css*, *Csl*, *Csi*) und einer blutgefässreichen, subepithelialen Bindegewebslage (Membrana propria, Taf. VIII, Fig. 43–46, *pe*, *ps*, *pi*). Die Epithelzellen an der Convexität der Bogengänge sind stellenweise schmaler als in der Umgebung und erscheinen daher dichter an einander geschlossen (Taf. VIII, Fig. 46, *Csl*). Das Neuroepithel der Cristae ampullares erhebt sich bis auf 32  $\mu$  Höhe (Taf. VIII, Fig. 45, *Cal*, *Cas*), die Haarzellen mit den Haarfortsätzen sind deutlich entwickelt, ihre Anzahl verhält sich zu der der Stützzellen ungefähr wie 2:5. Die Cupula ist nicht erhalten. Zumeist sind an den Cristae ampullares 2 Kernreihen unterscheidbar (Taf. VIII, Fig. 45, *a*): eine aus ovoiden bis spindelförmigen, stark tingirten, dicht gestellten Kernen bestehende ein- bis dreifache, basale Reihe und über dieser eine aus kugeligen (bläschenförmigen), hell gefärbten Kernen zusammengesetzte Zone. Die Kerne der basalen Reihe gehören den Stützzellen, die der oberen den Haarzellen an. Die Grenze des Epithels gegen das Lumen ist durch eine schmale eosinrothe, stark lichtbrechende Zone gegeben.

Die Macula utriculi ist in Ansicht von der Fläche rundlich, senkrecht zur sagittalen Medianebene des Kopfes und so gestellt, dass sie mit der Ebene der Schädelbasis nach vorne einen Winkel von 30° bis 40° einschliesst (Taf. IX, Fig. 48, 50, *U*, *Mu*). An ihrem Rande ist sie nach dem endolymphatischen Lumen gehöhlt, sonst eben. Das Neuroepithel deckt sich in Bau und Höhe mit dem Crista-Epithel. Reichliche, aus je 5–10 Primitivfasern zusammengesetzte Haarfortsätze, Statolithenmembran und Statolithen sind vorhanden, jedoch nicht gut erhalten. Besonders interessant erweist sich nun das Gebiet zwischen der hinteren Ampulle und der Macula utriculi, d. h. die laterale Wand des Sinus utricularis inferior. Hier findet sich eine hügelartige Erhebung des Epithels auf 32  $\mu$ , der Hügel (Taf. VII, Fig. 51, *Mn*) entspricht, von oben gesehen, einem Oval und misst in frontooccipitaler Richtung 130  $\mu$ , in mediolateraler Richtung 100  $\mu$  Durchmesser. In diesem Theile des Epithels zeigen sich deutlich die für das Neuroepithel charakteristischen Kernreihen (Taf. VII, Fig. 51, *Mn*), die protoplasmatische Lumenrandzone, sowie der stark lichtbrechende, eosinrothe Lumenrand. Auf der Höhe des Hügels finden sich auch Haarfortsätze, die den Sinneszellen des Epithelhügels angehören. In der Umgebung dieser Nervenendstelle fällt das Epithel allseits in kurzer Strecke auf 16  $\mu$ , weiterhin auf 7  $\mu$  ab. Dieses cylindrische bzw. cubische Epithel, dessen Kerne in mittlerer Höhe stehen, entspricht also einer Nervenendstelle, die nach ihrer Lage eine Macula neglecta darstellt, wie sie RETZIUS bei Sauriern und Vögeln nachgewiesen hat. Die

Macula im Sinus utricularis inferior, die sich in diesem Stadium zum ersten Male findet und bisher bei keinem Säugethier nachgewiesen worden ist, ist von der Macula utriculi und der Crista ampullaris inferior vollkommen unabhängig. Die erwähnte Nervenendstelle ist knapp hinter der Mündungsstelle des Canalis utriculo-sacculus gelegen; das ihr angehörende Nervenästchen strahlt in einiger Entfernung von der Macula in den Nervus ampullaris inferior ein (Taf. VII, Fig. 51, *Nn*). Die Crista ampullaris inferior zeigt mit den Cristae der beiden vorderen Ampullen übereinstimmenden Bau.

An der Pars inferior erscheinen Ductus reuniens, Sacculus, Ductus und Saccus endolymphaticus an einem Sagittalschnitt getroffen, woraus sich ergibt, dass die genannten Theile in die sagittale Richtung parallel der sagittalen Medianebene des Kopfes gerückt sind.

Das Foramen utriculo-sacculare zeigt 70  $\mu$  Lumendurchmesser (Taf. VIII, Fig. 46, *Fus*), die Zellen sind daselbst wie an den anderen nicht von Neuroepithel eingenommenen Wandtheilen des Sacculus durchschnittlich 10  $\mu$  hoch.

Das Neuroepithel der Macula sacculi ist 32  $\mu$  hoch (Taf. IX, Fig. 50, *Ms*), die Macula ist ungefähr parallel der sagittalen Medianebene des Kopfes gestellt, nur der obere Theil ist lateralwärts gegen den Utriculus gerichtet. Die Macula hört aber noch vor dem Uebergang des Sacculus in den Processus utricularis sacculi, der somit keine Nervenendstelle enthält, auf. Nach abwärts setzt sich die Macula continuirlich in das Neuroepithel der übrigen Pars inferior fort, so dass der Ductus reuniens, der in diesem Stadium als kurzer, gut begrenzbarer Kanal gegenüber dem weiteren Lumen der Umgebung erkennbar ist, an seiner medialen Wandseite eine Neuroepithel-Anlage trägt (Taf. IX, Fig. 48, *Dr*, *Mdr*).

Nach hinten-oben ist an den Sacculus ein trichterförmig sich verengendes Stück angeschlossen, das gleichfalls gegen den Sacculus scharf begrenzt erscheint und unter allmählicher Verengung nach 170  $\mu$  langem Verlauf in den Ductus endolymphaticus übergeht. In diesem letzteren besitzt die Epithelwand eine Dicke von 8  $\mu$ , ist glatt (Taf. VIII, Fig. 44, *De*) und zeigt nur im Bereich des Saccus endolymphaticus Faltung (Taf. VIII, Fig. 43, *Se*). An derjenigen Stelle, an welcher der Ductus endolymphaticus im Raume den Sinus utricularis superior kreuzt (Taf. VIII, Fig. 44, *Sus*, *De*), ist sein Lumen am engsten, so dass sich von diesem Isthmus aus der Ductus endolymphaticus nach beiden Seiten hin erweitert. In seiner Topographie stimmt der Ductus endolymphaticus mit Stadium 47 überein.

Die Macula sacculi (Taf. IX, Fig. 50, *Ms*) zeigt fast in voller Ausdehnung den histologischen Bau der erwachsenen Macula, also 2 Kernreihen, eine protoplasmatische Lumenrandzone und deutlichen Randsaum, dessen Substanz sich mit Eosin stark tingirt und stark lichtbrechend ist. Durch ihn scheinen die Haarfortsätze gleichsam durchgesteckt und an der Durchtrittsstelle und ihrer directen Umgebung dicker und stärker gefärbt als im Uebrigen, so dass bei bestimmter Einstellung der Randsaum nach beiden Seiten (nach dem Lumen und nach dem Epithel) wie mit kurzen Stacheln besetzt erscheint. Der beschriebene Bau ist auch noch in dem Theile des Neuroepithels zu finden, der nach seiner Lage dem Ductus reuniens angehört; auch treten an diesen noch Nervenfasern heran (Taf. IX, Fig. 48, *Mdr*).

Der kleine Vorhofblindsack besteht in seinem epithelialen Theile aus Cyliinderepithel von 16  $\mu$  Höhe, das eine einzige Kernreihe formirt. Unter der Epithellage findet sich eine breite subepitheliale Bindegewebszone.

Die Pars basilaris zeigt runden Querschnitt mit mässiger Abflachung der hinteren (unteren) Wand (Taf. X, Fig. 51, 53, 54, 56, *Pb*), die vornehmlich die Neuroepithel-Anlage trägt (Taf. X, Fig. 54, 56, *N*). Im Wesentlichen verläuft die Pars inferior in mediolateraler Richtung, so dass sie an einer Sagittalserie in ihrem

mittleren Bezirk senkrecht zum Wandverlauf getroffen erscheint (Taf. X, Fig. 53, *Pb*). Im mittleren Theil zeigt sich auch die untere (äussere) Wand des Kanals ein wenig abgeflacht.

Die rein epitheliale Wand des Kanals besteht aus cubischem Epithel von  $8\ \mu$  Höhe (Taf. X, Fig. 56, *a*), das am Uebergang in den Neuroepithel-Streifen auf  $11\ \mu$  und sodann rasch auf die Höhe des Neuroepithels,  $32\ \mu$ , ansteigt. Dieses letztere ist in der Entwicklung gegenüber dem Zustand der Nervenendstellen der Pars superior und der Macula sacculi weit zurückgeblieben. Im Verticalschnitt ergibt sich hier ein vielreihiges Epithel, das an manchen Stellen in 4–6-facher Lage überaus zahlreiche, spindelförmige, eng an einander liegende Kerne erkennen lässt (Taf. X, Fig. 56, *N*). Auf diese vielfachen Kernreihen folgt eine schmale, protoplasmatische Randzone, in welcher verhältnissmässig zahlreiche, in Theilung befindliche Kerne nachzuweisen sind. Am Lumen selbst zeigt sich ein schmaler, stark lichtbrechender, glänzender Saum, der im grösseren Theile des häutigen Kanals von eosinrothen, halbkugeligen oder kolbenförmigen Auflagerungen besetzt erscheint. Nur am hinteren-oberen, proximalen Abschnitt des Kanals findet sich die Anlage der Corti'schen Membran, die am Uebergang der unteren in die axiale Wand des Kanals gelegen ist und der Epitheloberfläche vollständig anliegt (Taf. X, Fig. 56, *Mc*). Eine mässige Erhöhung (bis auf  $14\ \mu$ ) zeigt das cylindrische Epithel an der unteren Wand (Aussenwand) des peripheren Kanals (Taf. X, Fig. 56, *b*), die später mit dem Ligamentum spirale vollständig vereinigt ist, so dass hier an einer umschriebenen Stelle die Wand schwach convex in das Lumen vorgeschoben erscheint (Taf. X, Fig. 56, *c*).

Das perilymphatische Gewebe ist an der vorderen Wand des Kanals (in der Region der späteren Membrana vestibularis) locker gefügt (Taf. X, Fig. 54, *pi*). An der äusseren und an der axialen Seite ist dagegen das perilymphatische Bindegewebe in dichten Schichten angeordnet (Taf. X, Fig. 53, 56, *Lsp*). Im axialen Bindegewebe ist auch das Ganglion basilare gelegen (Taf. X, Fig. 54, 56, *Gb*).!

Die beschriebenen Gewebsverhältnisse entsprechen am besten dem in der Entwicklung am meisten vorgeschrittenen, mittleren Abschnitt der Pars basilaris. Nach dem Ductus reuniens zu, also proximalwärts, hört die Anlage der Corti'schen Membran bald auf, die Epithelprominenz der Aussenwand verstreicht, der Bau der Neuroepithel-Anlage bleibt aber unverändert, wobei abermals auf den ausserordentlichen Kernreichthum der letzteren hinzuweisen ist. Schliesslich vollzieht sich der Uebergang der Neuroepithel-Anlage der Pars basilaris in die des Ductus reuniens (Taf. IX, Fig. 48, *Pb*, *Dr*, *N*, *Mdr*), welcher letztere an dieser Stelle die beiden distincten Kernreihen verliert und die histologische Gestalt des angrenzenden Abschnittes der Pars basilaris annimmt. Die Pars basilaris wird von der Mitte nach dem Ductus reuniens hin dünner (Taf. IX, Fig. 48, *Pb*, *Dr*); distalwärts verjüngt sich der Schneckenkanal gleichfalls. Er stimmt zunächst histologisch mit dem mittleren Bezirk vollkommen überein. Erst in dem unteren Ende verstreicht die Prominenz an der peripheren Wand, und der Kanal nimmt im Querschnitt fast vollkommene Kreisform an (Taf. X, Fig. 55, *Pb*). Die Neuroepithel-Anlage und die Anlage der Corti'schen Membran reicht jedoch unverändert nahezu bis in das Ende des Kanals. Das Epithel der Umgebung ist hier cylindrisch und steigt bis auf  $16\ \mu$  Höhe an. Im Ganzen betrachtet, ist die Neuroepithel-Fläche der Pars basilaris nach vorn und abwärts gerichtet (vergl. Taf. X, Fig. 53, *Pb*, Fig. 54, *Pb*, *N*). Unter rasch zunehmender Verengung des Kanals vollzieht sich sodann der Uebergang der Pars basilaris in das stärker gekrümmte Endstück. In diesem letzteren (Taf. X, Fig. 55, *J*) ist die Neuroepithel-Zone schmaler, die Epithelhöhe und der Kernreichthum jedoch unverändert. Die Anlage der Corti'schen Membran fehlt hier. Das Epithel zeigt wie im oberen Abschnitt der Pars basilaris kolben- oder keulenförmige, kurze, protoplasmatische Fortsätze. Diese Neuroepithel-Zone geht continuirlich in die Neuroepithel-Anlage des distalen Endstückes der Pars basilaris, die Macula lagenae, über (Taf. X, Fig. 52, 55, *L*). Die Macula lagenae (Taf. X, Fig. 52, *M*) erstreckt sich über die obere und hintere Wand der Lagna, zeigt Ovalform und nach dem

oben Gesagten continuirlichen Zusammenhang mit der Papilla basilaris. Die Macula lagenae reicht distalwärts bis in das blinde Ende des häutigen Kanals.

Die Labyrinthkapsel besteht noch durchwegs aus Knorpel und hängt nach hinten mit dem Occipitale continuirlich zusammen (Taf. X, Fig. 53, *Cl*, *Cr*). Die Knorpelbogengänge (bezw. Bogengang-kapseln) sind kürzer als die häutigen, dagegen sind an das Vestibulum auf eine grössere Strecke gemeinsame Bogengang-Endstücke angeschlossen, so dass die Sinusenden der häutigen Bogengänge in ein gemeinschaftliches Knorpelrohr zu liegen kommen. Die Form der knorpeligen Ampullen ist nur angedeutet (Taf. VIII, Fig. 45, *As*, *At*), die membranösen Ampullen liegen zum grösseren Theil im Vestibulum selbst. Das Vestibulum (Taf. IX, Fig. 48, 50, *V*) zeigt an seiner vorderen Seite die Mündung des verhältnissmässig weiten und kurzen Aquaeductus vestibuli, durch welchen der Ductus endolymphaticus eintritt, an seiner lateralen Wand 2 grosse Lücken, die durch eine Bindegewebsmembran geschlossen erscheinen. Die vordere untere der beiden Oeffnungen, die Fenestra basilaris ist fast kreisrund und zeigt 500  $\mu$  Durchmesser; die Membran ist daselbst von besonderer Dicke und repräsentirt die Membrana tympani secundaria. Das Fenster reicht nach abwärts bis an die Unterfläche der Labyrinthkapsel und ist mit seiner Fläche nach hinten gerichtet. Ueber dem runden (Basilar-)Fenster verläuft der Ductus reuniens, der Vorhofblindsack und der Anfangstheil der Pars basilaris. Die drei genannten Theile sind hier durch solide perilymphatische Gewebsplatten fixirt, knorpelige, der Lamina spiralis der höheren Säuger entsprechende Theile fehlen daselbst. Die hintere obere Oeffnung, die Anlage der Fenestra vestibuli, (Taf. IX, Fig. 48, 49, 50, *Fv*) ist oval, mit der längeren Axe horizontal gestellt und misst 380:600  $\mu$ , die längere Axe des Fensters verläuft von vorn-oben nach hinten-unten. Die das Fenster verschliessende Bindegewebslage ist dünner als an dem unteren Fenster und wird anscheinend durch den von aussen drückenden, soliden knorpeligen Stapes in das Vestibulum convex vorgedrängt (Taf. IX, Fig. 48—50, *Sta*). Die Paukenhöhle ist als Hohlraum in ihrem vordersten, der Mundrachenhöhle benachbarten Theile in Form eines schmalen Spaltes entwickelt (Taf. IX, Fig. 49, *Cty*), sonst ist in der topographisch der späteren Paukenhöhle entsprechenden Region überall embryonales Bindegewebe vorhanden, den grösseren Theil des Raumes nehmen die derzeit noch knorpeligen Gehörknochen, sowie der Paukenknochen ein (Taf. IX, Fig. 49, *Ma*, *J*, *Sta*).

Im Bereich der Pars basilaris ist die Labyrinthkapsel gegen die Schädelhöhle weit geöffnet, die Oeffnung erstreckt sich fast über die ganze Längsausdehnung des Mittelabschnittes der Pars basilaris, zeigt elliptische Form und ist 1,8 mm lang und 1,25 mm breit (Taf. IX, Fig. 48, *Nb*, u. Taf. X, Fig. 53, 54). Diese Oeffnung, die, streng genommen, einem kurzen Kanal entspricht, stellt die Eintrittsstelle des Nervus acustico-facialis dar. Der Porus auditorius internus wird durch die hier liegenden mächtigen Ganglien des Acusticus verlegt (Taf. X, Fig. 54, *Gb*).

Die Histologie des Labyrinthknorpels der *Echidna* wird wohl zum Gegenstand ausführlicher Darstellung gemacht werden müssen, hier sei nur auf seinen ausserordentlichen Zellreichtum hingewiesen. Die Zellen sind spindelförmig oder polyedrisch und sind für sich oder in Häufchen bis zu 6 Zellen in einem einzigen Hohlraum der Grundsubstanz untergebracht. Die letztere tingirt sich mit Hämalaun hellblau und erscheint homogen ohne erkennbare weitere Structur. Die Kapsel der Knorpelzelle ist im Schnitt durch eine zarte, blauröth gefärbte Randzone dargestellt. Nach den Labyrinthräumen hin werden die Knorpelzellen etwas kleiner und zeigen an manchen Stellen den Beginn regelmässiger Anordnung in Form kurzer, dem Wandverlauf der Labyrinthräume parallel gestellter Züge (Taf. VIII, Fig. 45).

Das perilymphatische Bindegewebe ist im Bereich der Bogengänge locker gefügt, jedoch sind noch keine grösseren zusammenhängenden Hohlräume vorhanden. Im Vestibulum ist nur in der Umgebung der

hinteren oberen Wand des Utriculus sehr weitmaschiges, perilymphatisches Gewebe zu finden (Taf. IX, Fig. 48, *a*). Die Cisterna perilymphatica vestibuli ist rudimentär entwickelt (Taf. IX, Fig. 48, *Cpv*). Das Vestibulum ist übrigens im Vergleich zu den darin liegenden Säckchen und dem entsprechenden Befund bei höheren Säugethieren auffallend klein (Taf. IX, Fig. 48, 50, *V*). So kommt es, dass der Sacculus in seinem oberen Theile auf eine grössere Strecke hin unmittelbar an die laterale Vestibulumwand grenzt und somit selbst in topographischer Beziehung kaum von einer Cisterna perilymphatica gesprochen werden kann (Taf. IX, Fig. 49, *S*, *a*).

In der Umgebung des Ductus und Saccus endolymphaticus ist das perilymphatische Gewebe weitmaschig (Taf. VIII, Fig. 44 *De*) und steht im Bereiche des Saccus mit der Leptomeninx und durch einen strangartigen Faserzug mit dem Plexus chorioideus des 4. Ventrikels in Verbindung (Taf. VIII, Fig. 43, *Se*, *Plur*, *a*). An der Pars basilaris ist in ihrem mittleren Theil bereits ein grösserer, zusammenhängender, der Scala vestibuli entsprechender, perilymphatischer Raum nachweisbar, sonst überall weitmaschiges, perilymphatisches Gewebe vorhanden (Taf. X, Fig. 54, *pi*). Lagena und Isthmus lagenae (Taf. X, Fig. 42 *L*, *I*) sind in ihrem axialen Wandbezirk von lockerem perilymphatischem Gewebe umgeben, in ihrem peripheren liegen sie unweit der Knorpelwand, mit welcher sie wie die periphere Wand der Pars basilaris (Taf. X, Fig. 54, *Pb*, *a*) durch festes Bindegewebe (Ligamentum spirale) verbunden sind (Taf. X, Fig. 52, *L*, *a*). Im Bereich des ganzen Labyrinthes fällt die besondere Breite der endostalen und der subepithelialen perilymphatischen Zone auf.

Der Stamm des Nervus acustico-facialis, wenn überhaupt von einem „Stamm“ gesprochen werden kann, ist kurz, dick und zeigt kreisrunden Querschnitt von 1,1 mm Durchmesser. Das Ganglion acusticum stellt noch eine einzige Ganglienmasse dar, die in drei unter einander zusammenhängende Haufen gegliedert ist. Der oberste Abschnitt ist das Ganglion vestibulare superius, das am Eingang des kurzen Meatus internus gelegen ist. Das Ganglion ist 325  $\mu$  lang, im Querschnitt elliptisch (Längsaxe horizontal), misst es 460:300  $\mu$ . Dieser Ganglienabschnitt erstreckt sich nach aussen bis an die laterale Wand des Utriculus, so dass die vom Utriculus und den beiden vorderen Ampullen kommenden Nervenäste nur einen sehr kurzen Weg bis zur Eintrittsstelle in das Ganglion zurückzulegen haben. Hierbei vereinigen sich, von den Nervenendstellen kommend, zunächst der Nervus ampullaris superior und lateralis zu einem Nerven, in welchen sodann der Nervus utriculi einstrahlt. In den mittleren Bezirk des Ganglion acusticum (Taf. IX, Fig. 50 *GvIII*, *Gvi*) münden der Nervus saccularis, der Nervus ampullaris inferior und der mit dem letzteren vereinigte Nervus maculae neglectae. Der Nervus ampullaris inferior verläuft eine lange Strecke frei durch den perilymphatischen Raum, nimmt das kurze von der Macula neglecta kommende Aestchen auf (Taf. VII, Fig. 51, *Nn*) und vereinigt sich kurz vor dem Eintritt in das Ganglion mit dem Sacculusast. Der unterste Theil des Ganglion acusticum stellt einen Ganglienstreifen dar, der die Pars basilaris in voller Länge an ihrer axialen Seite begleitet (Taf. X, Fig. 54, *Gb*). Der distale Theil dieses Ganglion, der für die von der Macula lagenae kommenden Fasern bestimmt ist, weist relative Selbständigkeit auf (Taf. X, Fig. 52, *Gb*) und ist durch eine Einschnürungsstelle vom übrigen isolirt. Die peripheren Fasern erstrecken sich vom Ganglion zum mittleren Theil der Pars basilaris annähernd in rein radialer Richtung. Am proximalen Theile der Pars basilaris erscheinen sie rückläufig gegen die Papille, am distalen rückläufig gegen das Ganglion angeordnet. Der Nervus lagenae (Taf. X, Fig. 55, *Nl*) ist fast vollständig vom Nervus basilaris isolirt.

Die genannten Nerven verlaufen durchaus durch perilymphatisches Gewebe, in welchem sie wie das Ganglion basillare suspendirt erscheinen (Taf. X, Fig. 54). Der Lamina spiralis oder dem Tractus foraminosus entsprechende Knorpelanlagen fehlen gänzlich. Der untere Theil

des Ganglion acusticum ist im Fundus der grossen, gegen die Schädelhöhle geöffneten Grube gelegen, die, wie oben erwähnt, durch das Ganglion vestibuli superius, sonst durch eine Bindegewebsplatte gegen die Schädelhöhle geschlossen erscheint (Taf. IX, X, Fig. 50, 54, a).

Der Nervus facialis spaltet sich in der Höhe des oberen Vestibularganglion vom Nervus octavus ab und geht in einen eigenen Knorpelkanal über, mündet sodann etwa mit der Hälfte seiner Fasern in das kleine spindelförmige Knieganglion, während der übrige Stamm lateral vom Ganglion verläuft. Jenseits vom Ganglion geniculi strahlen die erstgenannten Fasern wieder in den Facialisstamm ein, der weiterhin als spulrunder Nerv den Labyrinthknorpel in der Richtung nach unten-vorn-aussen durchzieht (Taf. IX, Fig. 48—50, *N VII*). Centralwärts legt sich der Facialis von oben und aussen in eine entsprechende Rinne des Acusticus ein; er zeigt daselbst 100  $\mu$  Durchmesser. Vom Ganglion geniculi, das im Querschnitt 120  $\mu$  Durchmesser aufweist und 600  $\mu$  lang ist, erstreckt sich ein mit dem Facialis verlaufender Faserstrang in den Acusticus. Die Zellen des Ganglion geniculi zeigen auffallend hell gefärbtes Protoplasma im charakteristischen Unterschied zu den Nervenzellen des Ganglion trigemini, bis an dessen lateralen Rand das Knieganglion, dem Zuge des Nervus petrosus folgend, fast unmittelbar heranreicht. Die Nervenfaserdicke beträgt am Acusticus 1—2  $\mu$ , am Facialis 3—5  $\mu$ , die Fasern sind im Acusticus dichter gelagert als im Facialis.

Die durchaus bipolaren Ganglienzellen messen im oberen und mittleren Theil des Ganglion acusticum durchschnittlich 12  $\mu$  : 15  $\mu$ , im unteren 6  $\mu$  : 8  $\mu$  bis 8  $\mu$  : 10  $\mu$ , die Zellen des Knieganglion 16  $\mu$  : 21  $\mu$ . Die Zellen besitzen eine stark lichtbrechende, kernhaltige, als Abkömmling der SCHWANN'schen Scheide gedeutete Hülle.

### Beuteljunges von *Echidna ac.*, Stadium 49.

Verknöcherung der Schädelwand weiter fortgeschritten, jedoch nicht wesentlich verschieden von Stadium 48. Das Epithel der membranösen Bogengänge (Taf. XI, Fig. 57, 58) ist 2—5  $\mu$  hoch, platt bis cubisch. An der Concavität und Convexität der Bogengänge erhebt sich das Epithel (cubisch bis cylindrisch) auf 8—10  $\mu$  Höhe. Unter dem Bogengangepithel findet sich allenthalben eine mit Eosin roth gefärbte, structurlose Zone als Membrana limitans von 3  $\mu$  mittlerer Dicke. An der Concavität und Convexität der Bogengänge sind die Epithelzellen dichter gestellt und höher (5—6  $\mu$ ) als an den Seitenwänden. Im Cylinderepithel der hinteren Ampulle sind unregelmässig in die dunkel gefärbten Zellreihen vereinzelt Zellen mit hell gefärbtem Protoplasma und schwach gefärbten Kernen eingeschaltet — ein Verhalten, das den in späteren Stadien besonders an den Maculae der Vorhofsäcke beobachteten, atypischen Epithelformationen verwandt angesehen werden muss.

Das Nervenepithel der Cristae ampullares (Taf. XI, Fig. 57, *Cal*) ist 37  $\mu$  hoch, in seiner Umgebung steigt das cubische Epithel der Ampullen rasch zu hoch-cylindrischem Epithel an. Die Härchen sind deutlich entwickelt, über denselben findet sich eine eosinrothe, krümelige Masse, die den Cupulae entspricht, jedoch keinerlei Streifung erkennen lässt. Auch das Septum cruciatum ist an allen Cristae deutlich zu sehen; eine ziemliche Strecke vor dem Sinus utricularis superior sind bereits beide häutigen Rohre (oberer und hinterer Bogengang) in einem einzigen Knorpelrohr gelegen, das durch ein membranöses Septum an den beiden Bogengängen entsprechend getheilt ist. Ein ähnliches Verhalten ergiebt das ampullare Ende des hinteren und das Sinusende des lateralen Bogenganges (Taf. XI, Fig. 57, *Csi*, *Csl*). Die beiden vorderen Ampullen ragen mit dem an den Utriculus sich anschliessenden Drittel ihrer Länge in den Vorhof hinein (Taf. XI, Fig. 60, *As*, *Al*). Im Uebrigen ist jede von ihnen in der deutlich entwickelten, knorpeligen Ampulle gelegen.

Die *Macula utriculi* (Taf. XI, Fig. 60, *Mu*; Taf. XII, Fig. 61, 62, *Mu*) ist zur sagittalen Medianebene des Kopfes senkrecht gestellt und bis auf die aufwärts gebogenen Ränder (die *Macula* erstreckt sich zum Theil auch auf die Seitenwände des *Recessus utriculi*) flach. Sie ist fast kreisrund, zeigt 450  $\mu$  Durchmesser, ihr Epithel ist 37  $\mu$  hoch, lässt den typischen Bau des Neuroepithels (2 distincte Kernreihen, dichte basale, eine lockere, gegen das Lumen gerichtete Kernreihe, Sinneszellen mit Haarfortsätzen, säulenförmige Stützzellen) erkennen. Die Haarfortsätze erstrecken sich bis in die 50  $\mu$  dicke Statolithenmembran, in welcher sie sich bei starker Vergrößerung fast bis in die Membranmitte verfolgen lassen. Die Haarfortsätze convergiren wie bei den höheren Säugern gegen das Centrum der Statolithenmembran. Die letztere setzt sich aus einer bläulich gefärbten (*Hämalaun*), der Neuroepithelfläche zugewendeten und einer mit Eosin roth gefärbten, über der ersteren gelegenen Zone zusammen. Ueber der Statolithenmembran sind die blauroth gefärbten Statolithen in Form hexagonaler Krystalle mit abgeschliffenen Kanten zu erkennen. Die Krystalle sind stark lichtbrechend. In der Umgebung der *Macula utriculi* geht das Plattenepithel des *Utriculus*, welches wie das der Bogengänge gebaut ist, rasch in hohes, einfach-cylindrisches Epithel über. Dieses zeigt in der directen Umgebung der *Macula* gleichfalls haarartige, in das Lumen vorragende Protoplasmafortsätze, die aber peripher von der Statolithenmembran gelegen und viel kürzer und plumper sind als die Haarfortsätze der Härchenzellen. Am Lumenrand erscheint überall der Protoplasmatheil der Zelle zu einem linearen, glänzenden, stark lichtbrechenden Saum verdichtet. Die Wand des *Canalis utriculo-saccularis* ist in der Umgebung der Mündungsstelle des Kanales aus 18  $\mu$  hohem, einreihigen Cylinderepithel zusammengesetzt. Der Kanal ist 200  $\mu$  lang und verläuft mit schwacher, nach aufwärts concaver Krümmung (Taf. XII, Fig. 61, *Cus*).

Die *Crista ampullaris inferior* zeigt den gleichen Bau wie die *Cristae* der beiden vorderen Ampullen, ist jedoch etwas breiter als diese. Die *Macula neglecta ampullaris* ist deutlich in Form einer isolirten Nervenendstelle entwickelt (Taf. XI, Fig. 60, *Mn*), sie liegt in der lateralen Wand des *Sinus utricularis inferior* (Taf. XI, Fig. 61, *Sui*) und ist vom oberen Rand der *Crista ampullaris inferior* 200  $\mu$  weit entfernt. Sie ist durch einen Neuroepithelhügel repräsentirt, der sich an seiner höchsten Stelle auf 32  $\mu$  erhebt (Taf. XI, Fig. 60a, *Mn*). Im centralen Theil des Hügel bietet sich der charakteristische Bau des Neuroepithels mit nachweisbaren Sinneszellen, Haarfortsätzen und einer den Haarzellen angelagerten körnig-faserigen, wohl der Statolithenmembran entsprechenden Schichte. Die basalen Kerne des Neuroepithels der *Macula neglecta* sind dunkelblau gefärbt, zeigen dichte Stellung und Spindelform, die peripheren sind bläschenförmig, blassblau und etwa in dem Fünftel der Zahl der basalen vorhanden. Zur *Macula neglecta*, die annähernd kreisrund ist und in der Fläche 330  $\mu$  Durchmesser zeigt, erstreckt sich ein 200  $\mu$  langer, 27  $\mu$  dicker Nervenast (s. unten, Taf. XI, Fig. 60a, *Nn*). Dieser verläuft, wie erwähnt, 200  $\mu$  weit isolirt und vereinigt sich sodann mit dem hinteren Ampullennerv. Die *Macula neglecta* ist mit ihrer Neuroepithelfläche nach hinten und oben gerichtet, die *Macula utriculi* direct nach oben; mit ihrer Basis sieht die *Macula neglecta* in die bereits entwickelte *Cisterna perilymphatica vestibuli* (Taf. XI, Fig. 60, *Mn*, *Cpv*).

*Pars inferior*. Der *Sacculus* ist verhältnissmässig gross, füllt den unteren Theil des *Vestibulum* fast vollständig aus, so dass hier der perilymphatische Raum hinter dem Vorhoffenster (*Cisterna perilymphatica vestibuli*) nur geringen Umfang erhält (Taf. XI, Fig. 58, *S*, *Cpv*; Taf. XII, Fig. 62, *S*, *Cpv*). Die Epithelwand des *Sacculus* setzt sich aus cubischen bis cylindrischen, 8–11  $\mu$  hohen Zellen zusammen. Das Neuroepithel der *Macula sacculi* ist 27  $\mu$  hoch, zeigt den im Stadium 48 bereits beschriebenen Bau, Haarfortsätze und Statolithenmembran; in Theilung befindliche Kerne sind in der *Macula* nur in geringer Zahl zu finden und sämmtlich nahe dem Lumenrand, also über der Kernzone der Härchenzellen gelegen. Die *Macula sacculi* ist annähernd kreisrund, steht senkrecht zur *Macula utriculi* und zur sagittalen Medianebene des Kopfes

derart, dass die Neuroepithelfläche nach hinten gerichtet ist. Die Macula besitzt der Form des Sacculus entsprechend aufgebogene Ränder, sonst ist sie plan (Taf. XII, Fig. 62, *Ms*). An seinem hinteren, oberen Ende erscheint der Sacculus nach dem Ductus endolymphaticus hin trichterförmig ausgezogen (Taf. XI, Fig. 58, *S, a, De*). Die Wand des Ductus endolymphaticus besteht im Mündungsgebiet in den Sacculus aus cylindrischem, 15  $\mu$  hohem Epithel (Taf. XI, Fig. 58, *De*). Dasselbe besitzt hier haarartige oder kolbenförmige in das Lumen vorragende Fortsätze, die sich mit Eosin färben und 5–8  $\mu$  lang sind. Nach abwärts verschmälert sich der Sacculus zum Ductus reuniens (Taf. XII, Fig. 61, *Dr*). Die Macula sacculi ist nach abwärts vollständig scharf begrenzt. Im Ductus reuniens ist jedoch neuerlichein Neuroepithelstreifen, der die mediale und hintere Ductuswand in sich einbezieht, vorhanden (Taf. XII, Fig. 61, *N*). Der genannte Neuroepithelstreifen reicht fast durch die ganze Länge des Ductus reuniens nach abwärts, besteht aus einem 27  $\mu$  hohen Epithel, das im Bau mit den übrigen Neuroepithelien des Vorhofes übereinstimmt, deutlichen Haarbesatz trägt und nach abwärts continuirlich in das Neuroepithel der Pars basilaris, in die Papilla basilaris übergeht. Die laterale, freie Wand des Ductus reuniens ist aus cubischem bis cylindrischem Epithel von 8–11  $\mu$  Höhe aufgebaut.

Der Vorhofblindsack ist aus 21  $\mu$  hohem, cylindrischem Epithel, das spärliche haarartige, in das Lumen vorragende Fortsätze erkennen lässt, zusammengesetzt (Taf. XII, Fig. 62, *Cv*). Da der Durchmesser dieses häutigen Abschnittes nur 93  $\mu$  beträgt, so ist sein Lumen sehr klein. Continuirlch erhebt sich das Epithel des Vorhofblindsackes zum Neuroepithel der Pars basilaris.

Die Pars basilaris zeigt ovalen Querschnitt, die längere Axe des Ovals ist von vorn-oben nach hinten-unten gerichtet, es kann somit eine vordere-untere und eine hintere-obere Wand an dem häutigen Rohr unterschieden werden (Taf. XIII, Fig. 66, 67, 68, *Pb*). Die erstere Wand ist rein epithelial und aus einem 13  $\mu$  hohen, cylindrischen Epithel zusammengesetzt. Die hintere, obere Wand dagegen trägt das Neuroepithel, das 37  $\mu$  hoch ist; im mittleren Theil der Pars basilaris zeigt sich am Uebergang des oberen in das mittlere Drittel des Neuroepithelstreifens im Querschnitt desselben eine kernfreie Zone, entsprechend den Sinneszellen des späteren Corti'schen Organes (Taf. XIII, Fig. 68, *a*), sowie 3–4 neben einander stehende, (im Axialschnitt) tonnenförmige Zellen mit blassblau gefärbten, grosskugelligen Kernen entsprechend der späteren, radiären Anordnung der Sinneszellen (Taf. XII, Fig. 65, *Pb*).

Vom oberen Winkel des Rohrquerschnittes reicht ein dem Lumenrand angelegter, aus zarten Lamellen zusammengesetzter Protoplastastreifen bis an die eben genannte Zellgruppe heran, mit welcher er in continuirlicher Verbindung zu sein scheint. Dieser Streifen entspricht der späteren Corti'schen Membran (Taf. XIII, Fig. 68, *Mc*) und findet seine laterale Grenze an einer geringen, hügel förmigen Erhebung des Neuroepithels, dem in diesem Stadium zum ersten Male vorhandenen Epithelwulst. Im Uebrigen ergibt sich das Neuroepithel der Papilla als vielreihiges Epithel mit überaus zahlreichen Kernen (Taf. XII, Fig. 63, *N*), und von der Stelle, an welcher sich die Corti'sche Membran befindet, abgesehen, erscheint die ganze Circumferenz des Lumens von kurz-kolbenförmigen oder haarähnlichen Fortsätzen von 8–11  $\mu$  Länge bekleidet. Proximalwärts, d. h. gegen den Ductus reuniens hin reicht der beschriebene Bau der Papilla bis an den Ductus reuniens selbst und die Reihen der Sinneszellen in der Papille setzen sich unvermittelt in den im Ductus reuniens selbst gelegenen Neuroepithelstreifen fort. Am Uebergang des Ductus reuniens in die Pars basilaris endet die Anlage der Corti'schen Membran mit einem gegen den Ductus gerichteten concaven Rand unter allmählicher Verschmälerung und Verdünnung. Distalwärts breitet sich die kernfreie Zone im Basilarkanal auch auf den oberen Winkel des Kanals aus, der laterale Epithelwulst ist deutlich sichtbar. In der kernarmen Zone kann man auch einzelne in Theilung begriffene Kerne wahrnehmen. Der Sulcus spiralis externus ist vorhanden

(Taf. XIII, Fig. 68, *Sspe*), auch an seinem Epithel ist, wenigstens stellenweise, eine breite protoplasmatische Lumenrandzone sichtbar, und die oblongen Kerne des cylindrischen Epithels sind basalwärts gerückt. Ueberall ist ein deutlicher, mit Eosin roth gefärbter, stark lichtbrechender Lumenrandstreifen nachzuweisen. Im untersten Gebiet des Kanals finden sich endlich Regionen, in welchen an der basalen Wand Gruppierung in 2 Kernreihen und Vorrücken der Sinneszellen gegen den Lumenrand des Epithels beobachtet wird, so dass in diesem Theil der Anlage der Papilla basilaris das histologische Bild der Maculae der Vorhofsäcke zum Ausdruck kommt. In seinem distalen Endstück, das nach kleinem Radius aufwärts gekrümmt verläuft, verengt sich der häutige Kanal, desgleichen wird der Raum, welchen ihm die Knorpelkapsel bietet, kleiner, der histologische Charakter bleibt zunächst jedoch unverändert; erst im Isthmus lagenae (Taf. XIII, Fig. 68, *J*), wie ich die enge Uebergangsstelle der Pars basilaris in die Lagena bezeichne, wird die Neuroepithel-Zone schmaler und niedriger ( $27-30\ \mu$ ) und verstreicht an der Lagena vollkommen; die Anlage der Corti'schen Membran (Taf. XIII, Fig. 68, *Pb, Mc*) findet noch in der Pars basilaris vor dem Uebergang in den Isthmus ihr Ende.

Danach zeigt sich die distale Hälfte der Pars basilaris in der histologischen Entwicklung weiter fortgeschritten als die proximale.

Die Lagena (Taf. XIII, Fig. 66—69, *L*) bietet die Form einer oblongen Blase; sie steht durch den Isthmus lagenae mit der Pars basilaris in breitem Zusammenhang. An ihrer hinteren und oberen Fläche breitet sich ihre Nervenendstelle, die Macula lagenae, aus, die gegen das Lumen concav erscheint (Taf. XIII, Fig. 67, *Ml*). Gestreckt gedacht, ergiebt die Lagena einen Längendurchmesser von  $250\ \mu$ . Sie ist vollkommen nach dem Typus einer vestibulären Nervenendstelle gebaut und somit aus Stütz- und Haarzellen zusammengesetzt. Sie zeigt die an den Maculae wiederholt erwähnten, distincten Kernreihen, eine protoplasmatische Lumenrandzone, stark lichtbrechenden, glänzenden Randsaum und reichliche Haarfortsätze. Diese letzteren ragen mit ihrem freien Ende in eine etwa  $40\ \mu$  dicke Schicht, die in der Structur mit der Statolithenmembran der Macula sacculi übereinstimmt. Das Neuroepithel der Macula lagenae ist  $30-32\ \mu$  hoch, das übrige Epithel ist cylindrisch bis cubisch und von  $4-8\ \mu$  Höhe. Von der Macula lagenae zieht der ihr zugehörige Nervenast (Taf. XIII, Fig. 66—68 *Ne*) nach hinten und oben gegen den vorderen Rand des Nervus basilaris.

Labyrinthkapsel und perilymphatisches Gewebe. Die Labyrinthkapsel ist durchaus knorpelig, der Knorpel an manchen Stellen, besonders in dem von den Bogengängen eingeschlossenen körperlichen Winkel, zellärmer als in Stadium 48. Im Ganzen hat die Labyrinthkapsel an Ausdehnung zugenommen, unterscheidet sich jedoch in den Einzelheiten der Form nicht vom Stadium 48. Die der Eintrittsstelle des Ductus endolymphaticus entsprechende Oeffnung ist gegen früher verengt, sie hat die Gestalt einer Lücke verloren und Kanalform angenommen (Taf. XI, Fig. 58, *b*), die Membran des Basilarfensters ist durch das Bindegewebslager, durch welches sie dargestellt wird, gegen die Umgebung, in welcher sich nur lockeres Bindegewebe findet, gut differenzirt. Die Steigbügelanlage stimmt in Lage und Grösse mit der des Stadium 48 überein (Taf. XI, XII, Fig. 58, 60, 61, 62).

Alle Epithelwände besitzen eine dicke Bindegewebsgrundlage (Taf. XI, Fig. 57), die sich stellenweise zu einem förmlichen Polster vergrößert. Das letzte gilt vor allem für diejenigen Abschnitte, die nach vollendeter Entwicklung durch festgefügtetes Bindegewebe an die Labyrinthkapsel angeschlossen erscheinen (Sacculus, Ductus reuniens, Caecum vestibulare, Pars basilaris, Lagena). An der Aussenseite der peripheren Wand der Pars basilaris findet sich das Bindegewebslager bereits in der Form des späteren Ligamentum spirale verdichtet (Taf. XII, Fig. 65, *Lsp*). Dieses Ligament verbreitert sich distalwärts, so dass der untere Theil der Pars basilaris, der Isthmus lagenae und die Lagena selbst nicht allein an der

peripheren Wand, sondern von 3 Seiten ihrer Circumferenz von einer ligamentartigen Schicht umschlossen und an die unweit entfernte Knorpelwand befestigt erscheint (Taf. XIII, Fig. 66–69). Im Uebrigen ist das perilymphatische Gewebe grobmaschig, an den Bogengängen sind ausgedehntere perilymphatische Räume noch nicht vorhanden, grössere zusammenhängende Räume finden sich hinter der Anlage des Stapes, entsprechend der Cisterna perilymphatica vestibuli (Taf. XI, XII, Fig. 60, 62, *Cpv*), desgleichen im mittleren und distalen Theil der Pars basilaris als erste Anlage der Scala vestibuli (Taf. XIII, Fig. 66–69 *Sw*)<sup>1)</sup>. Die Scala tympani ist noch nicht entwickelt; centralwärts verdichtet sich das Bindegewebe um die Nervenäste, besonders im Bereich der Pars basilaris, woselbst die Nervenfasern durchaus in Bindegewebe suspendirt erscheinen, da die Knorpelanlage einer Lamina spiralis fehlt (Taf. XI, Fig. 64, 65, *Cl*).

Das Vestibulum zeigt durch eine sanft vorspringende Knorpelleiste, Crista vestibuli, die Theilung in Recessus ellipticus und sphaericus angedeutet. Die knorpeligen Bogengänge sind etwas kürzer als die membranösen, so dass die Endstücke dieser letzteren bereits in das Vestibulum zu liegen kommen und der obere und hintere Bogengang noch vor ihrem Zusammenfluss in den Sinus utricularis superior, desgleichen der untere Schenkel des hinteren und das Sinusende des lateralen Bogenganges (Taf. XI, Fig. 57) in einem einzigen Knorpelrohr, das allerdings durch ein bindegewebiges Septum getheilt ist, gelegen sind. Der Sinus utricularis superior ist länger als die knorpelige Bogengang-Commissur, so dass das untere Stück des Sinus bereits im Vestibulum liegt; ebenso sind die dem Utriculus angeschlossenen Theile der beiden vorderen Ampullen, sowie der ganze Sinus utricularis inferior noch im Vestibulum selbst untergebracht. Die centralwärts gerichtete Oeffnung (dorso-ventraler Durchmesser =  $600\ \mu$ ) der Knorpelschale der Pars inferior (Taf. XI, Fig. 59, *Cl*), vor allem der Pars basilaris ist wie im Stadium 48 gelegen und beschaffen und gegen die Hirnhöhle durch die Einlagerung des Ganglion acusticum fast vollständig geschlossen (Taf. XII, Fig. 64, 65, *Cl*). Beim Bestand einer dreieckigen, weiten Oeffnung kann daher von einem inneren Gehörgang in Form eines Kanals noch nicht die Rede sein.

Nervus acustico-facialis und Ganglion acusticofaciale. Die Ganglienmasse des Nervus acusticus erscheint in zwei Abschnitte, einen oberen und einen unteren, gegliedert, die unter einander breit zusammenhängen. Der obere Theil ist am Foramen auditorium internum, der weiten, gegen die Schädelhöhle gerichteten Oeffnung der Labyrinthkapsel, gelegen und füllt dieselbe fast vollkommen aus. Er erstreckt sich in der Richtung gegen das Vestibulum ein Stück weit lateral und nach hinten. In diesen Theil des Ganglion mündet der Nervus utriculo-ampullaris und Nervus sacculo-ampullaris (+ Nervus maculae neglectae). Die Selbständigkeit der 3 Aeste des ersteren (für den Utriculus und die beiden vorderen Ampullen) reicht von den peripheren Nervenendstellen bis an die Crista vestibularis, und danach sind die beiden Nerven der vorderen Ampullen als isolirt verlaufende Aeste länger als der Nervus utriculi. Der Nervus sacculo-ampullaris setzt sich aus dem in voller Länge isolirt verlaufenden Nervus ampullaris inferior, in welchen der Nervus maculae neglectae (Nervus neglectus) einstrahlt (Taf. X, Fig. 60, *Nn*), und dem kurzen Nervus sacculi zusammen. Die Zellgrösse in diesem Theile des Ganglion beträgt 8–11  $\mu$ . Die Zellen sind durchaus nach dem Typus der bipolaren Spinalganglienzellen gebaut. Die Faserdicke der Nervenbündel beträgt 2–4  $\mu$ .

Der untere Theil des Ganglion ist den zugehörigen Nervenendstellen viel näher gerückt als der obere, erstreckt sich in Form eines langen, der Pars basilaris parallel laufenden Zellzuges derselben entlang und ist hierbei in dem oben erwähnten perilymphatischen Bindegewebe, durch welches eine Lamina spiralis ersetzt wird, suspendirt (Taf. XII, Fig. 55, *NVIII*, *Gb*, *Nb*). Die Zellen dieses Ganglientheiles bilden keine

1) Am Präparat von Blut erfüllt.

geschlossene Masse wie der obere Abschnitt, sondern erstrecken sich in mehr weniger schmalen Zügen oder kleinen unregelmässigen Haufen, im perilymphatischen Gewebe suspendirt, bald mehr central-, bald peripherwärts; proximalwärts tritt das Ganglion besonders nahe an die häutige Pars basilaris heran, ist jedoch etwas kürzer als diese, so dass das proximale Ende der Pars basilaris an seiner axialen Seite nicht vom Ganglion contourirt wird und die Nervenfasern hier rückläufig vom Ganglion zur Nervenendstelle gelangen. Gegen das distale Ende der Pars basilaris tritt das Ganglion vom häutigen Kanal centralwärts zurück und endet mit einem annähernd kugeligen, gegen den übrigen Abschnitt relativ begrenzten Endstück. In dieses strahlen die reichlichen, von der Macula lagenae kommenden Fasern ein, in den übrigen Theil die Basilarisfasern. Nervenfasern, die sich an die im Ductus reuniens gelegene Neuroepithelanlage erstrecken, habe ich nicht nachweisen können.

Die Nervenzellen des unteren Ganglienabschnittes messen  $6\mu:8\mu$  und variiren fast gar nicht an Grösse. Central vom Ganglion ist dem Nervus acusticus an seiner Ober- und Aussenseite der im Durchmesser etwa  $200\mu$  messende Nervus facialis angelagert. In der Höhe des Ganglion acusticum trennt er sich vom Nervus acusticus und verläuft sodann in einem besonderen Knorpelkanal nach aussen, weiterhin nach aussen und abwärts; in das Anfangsstück dieses Kanals reicht von vorne das kleine Ganglion geniculi, in welchem ein Theil der Facialisfasern unterbrochen wird, während der grössere Theil der Fasern an dem Ganglion vorbeizieht. Die Ganglienzellen des Knieganglion messen durchschnittlich  $18\mu:21\mu$ , sie unterscheiden sich ausserdem von den Zellen des Ganglion acusticum, die einen stark tingirten Kern besitzen, durch ihre zart gefärbten, bläschenförmigen Kerne. Das Knieganglion zeigt in der Ansicht von oben annähernd Dreieckform und erstreckt sich mit seiner vorderen Spitze bis in das Ganglion trigemini. Die Faserdicke beträgt am Nervus facialis  $4-6\mu$ . Centralwärts von ihrem Ganglion vereinigen sich der Nervus acusticus und facialis zu einem anatomisch einheitlichen Stamm von rundlichem Querschnitt und  $290\mu$  mittlerem Durchmesser, der nach kurzem Verlauf ( $250\mu$  Länge) in den Hirnstamm mündet. Kurz vor dem Eintritt in den Hirnstamm werden die Markscheiden der Fasern fast in demselben Querschnitt unvermittelt dünn, so dass die Nervenwurzel plötzlich dünner wird (Taf. XI, Fig. 58, *M, NVIII*; Taf. XII, Fig. 65, *M, NVIII*). In dem dem Centralorgan nahegelegenen Theil des Nerven sind keine Nervenzellen nachweisbar. Ebenso gelingt es nicht, trotzdem an mehreren Stellen vom Facialis zum Acusticus sich erstreckende Fasern nachgewiesen werden können, dem Nervus intermedius entsprechende, lange Faserzüge zu unterscheiden. Auch der Bestand einer Faseranastomose zwischen Ganglion geniculi und dem oberen Vestibularganglion kann für dieses Stadium nicht sichergestellt werden.

### Beuteljung von *Echidna ac.*, Stadien 50 und 51a.

Die ausführliche Beschreibung dieser beiden Stadien, die bezüglich der Entwicklung des inneren Ohres nahezu vollständig mit Stadium 51 übereinstimmen, entfällt.

### Beuteljunges von *Echidna ac.*, Stadium 51.

Die Länge des Labyrinths (Scheitel des oberen Bogenganges — vorderes Ende der Pars inferior) beträgt  $4,4\text{ mm}$  (Taf. III, IV, Fig. 22, 23, 24, 26, 27). In diesem Stadium sind fast vollständig die Formverhältnisse des erwachsenen *Echidna*-Labyrinths erreicht. Der Ductus endolymphaticus (Taf. III, IV, Fig. 22, 26 *De*) ist  $0,24\text{ mm}$  lang, im Querschnitt annähernd kreisrund und zeigt  $0,12$  äusseren Durchmesser, er geht vor der Kreuzung mit dem Sinus utricularis superior in den verbreiterten Saccusbezirk über. Der Saccus endolymphaticus (Taf. III, IV, Fig. 22, 23, 24, 26, *Se*) misst  $1,0\text{ mm}$  in anteroposteriorer Richtung, in

craniocaudaler 0,84 mm; er ist 0,1 mm (von aussen gemessen) breit. Die Epithelwand des Saccus endolymphaticus zeigt reiche Faltung (Taf. XIV, Fig. 72, *Se*) und ist aus 8  $\mu$  hohem, cubischen Epithel mit kugeligen Kernen zusammengesetzt, zahlreiche Epithelknospen ragen in das Innere des Saccus vor. Der Ductus endolymphaticus besitzt in seinem dem Saccus benachbarten Stück noch Epithelfalten, im Uebrigen ist er glatt, im Querschnitt kreisrund und zeigt von aussen gemessen 65  $\mu$  Durchmesser. Sein Wandepithel ist cubisch, 8  $\mu$  hoch, in der Nähe der Uebergangsstelle in den Sacculus (Taf. XVII, Fig. 82, *S*) wird das Epithel unter Ansteigen auf 11–13  $\mu$  cylindrisch. Der Saccus endolymphaticus ist zwischen die lockeren Faserschichten der Pachymeninx eingetragen (Taf. XIV, Fig. 72, *P*). Der Ductus endolymphaticus verläuft vom Sinus utricularis superior vollständig getrennt durch einen für ihn bestimmten knorpeligen Kanal (Aquaeductus vestibuli).

Der Utriculus (Taf. III, IV, Fig. 22, 23, 24, 26, *U*) hat annähernd Birnform beibehalten, erscheint jedoch, wie schon im Stadium 48, von hinten-oben gegen vorn-unten etwas abgeplattet, so dass ein Frontalschnitt senkrecht zur Schädelbasis elliptischen Querschnitt (1 mm:0,6 mm) ergibt. An seiner oberen-hinteren Wand ist er schwach gehöhlt (Taf. IV, Fig. 26, *a*), am Uebergang der vorderen in die laterale Wand ist in Form einer seitlichen Ausladung wie im Stadium 48 der Recessus utriculi sichtbar, der somit unterhalb der lateralen Ampulle gelegen erscheint (Taf. III, IV, Fig. 22, 23, *Ru*). Er trägt die herzförmige Macula utriculi; nur in einem kleinen Areale, das annähernd Kreisform von 0,32 mm Durchmesser besitzt, ist die vordere Wand des Utriculus mit dem ihr nachbarlich gelegenen Abschnitt des Sacculus durch perilymphatisches Gewebe verbunden (Taf. III, IV, Fig. 22, 23, *a*). Nach hinten-oben verschmälert sich der Utriculus, empfängt an seinem hinteren Ende die Mündungen des Sinus utricularis superior und inferior und die utriculare Oeffnung des lateralen Bogenganges (Taf. IV, Fig. 24 *U*, *Sus*, *Sui*, *a*). Die Gestalt dieses Abschnittes weicht wesentlich von der bei höheren Säugethieren gefundenen derart ab, dass sich die 3 genannten Mündungsrohre schon vor ihrer Mündung in den Utriculus zu einem gemeinschaftlichen Endstück vereinigen (Taf. IV, Fig. 24, *b*). Der Sinus utricularis superior (Taf. IV, Fig. 24, *Sus*) zeigt ovalen Querschnitt von 0,5 mm:0,28 mm Durchmesser, die Länge des Utriculus beträgt 1,6 mm. Der Canalis utriculo-saccularis ist 200  $\mu$  lang, zeigt 42  $\mu$  äusseren Durchmesser und erscheint aus 11–18  $\mu$  hohem Cylinderepithel und einer schmalen subepithelialen Bindegewebslage zusammengesetzt, er verläuft nach aufwärts schwach concav (Taf. XVII, Fig. 82, *Cus*).

Die 3 Ampullen sind formell vollkommen entwickelt, die hintere Ampulle (Taf. IV, Fig. 24, *At*) ist etwas länger als die beiden übrigen, sie misst 0,64 mm, die laterale und die obere je 0,52 mm (Taf. III, IV, Fig. 22–24, 26 *As*, *Al*). Die vollkommene Blasenform zeigt die hintere Ampulle, die sich gegenüber ihrem Bogengange an der dem Sinus utricularis inferior zugewendeten Seite fast symmetrisch verengt. Der Umfang der Bogengänge beträgt annähernd 1,06 mm. Von den 3 Bogengängen (Taf. III, IV, Fig. 22–24, 25–27, *Css*, *Csl*, *Csi*) erscheinen der laterale und der hintere unter einander gleich lang (an der Convexität gemessen, 2,8 mm). Die Länge des oberen Bogenganges beträgt 2,6 mm. Die Bogengangkrümmung entspricht am vorderen und lateralen Bogengange etwa  $\frac{5}{8}$  (Taf. IV, Fig. 24, *Css*), die des hinteren Bogenganges fast  $\frac{3}{4}$  eines Kreisumfanges (Taf. IV, Fig. 24, *Csl*, *Csi*). Der vordere Bogengang ist nach einer Ebene gekrümmt, die beiden anderen Bogengänge verlaufen, wie schon in früheren Stadien, in S-Form derart, dass der vordere Abschnitt des lateralen Bogenganges höher im Raume gelegen erscheint als der hintere (Taf. IV, Fig. 24, *Csl*) und der ampullare Abschnitt des hinteren Bogenganges weiter nach vorn zu liegen kommt als der Sinustheil dieses Bogenganges (Taf. III, IV, Fig. 22, 24, *Csi*). So kommt es, dass die Grösse des körperlichen Winkels,

welchen die 3 Bogengänge mit einander einschliessen, verschieden erscheint, je nach dem Standorte des Beschauers. Die Ebene des oberen Bogenganges schliesst mit der Ebene des vorderen Abschnittes des lateralen Bogenganges einen Winkel von ungefähr 80°, mit dem hinteren Bezirk desselben Bogenganges einen rechten Winkel ein, während die Durchschnittsebene des hinteren Bogenganges zu der des vorderen Bogenganges im rechten Winkel steht (Taf. IV, Fig. 24). Wählt man für den lateralen Bogengang gleichfalls eine Durchschnittsebene, so ergibt sich zwischen dem lateralen und oberen und dem lateralen und hinteren Bogengang ein Winkel von 90°.

An der Pars inferior können deutlich fünf Abschnitte unterschieden werden: Sacculus, Ductus reuniens, Caecum vestibulare, Pars basilaris und Lagena (Taf. III, IV, Fig. 22, 23—25, 26, 27). Die genannten Abschnitte sind gestaltlich zureichend begrenzbar. Der Sacculus (Taf. III, Fig. 22, *S*) zeigt die Form einer in mediolateraler Richtung abgeplatteten Blase von 0,52 mm:0,44 mm Durchmesser. Er trägt nach hinten-oben einen füllhornförmigen, sich rasch verschmälernden Fortsatz von 0,16 mm Länge, an den sich der Ductus endolymphaticus anschliesst (Taf. IV, Fig. 26, *S, De*). Vom oberen Ende dieses Fortsatzes geht der 0,09 mm lange und 0,05 mm äusseren Durchmesser zeigende Canalis utriculo-saccularis ab, welcher derzeit die einzige Lumenverbindung der Pars superior und inferior darstellt (Taf. III, IV, Fig. 22, 23, 26 *Cus*). Die obere Fläche des Sacculus ist in kleinem Umfange (s. oben) mit der vorderen-unteren Fläche des Utriculus durch perilymphatisches Gewebe vereinigt, eine Verbindung, welche durch das Bindegewebe des unmittelbar vor den Contouren der beiden Säckchen verlaufenden Nervus utriculoampullaris eine bedeutende Verstärkung erfährt (Taf. IV, Fig. 27, *Nua*). Nach vorne-unten-aussen erscheint an den verjüngten Teil des Sacculus der 0,28 mm lange, 0,12 mm äusseren Durchmesser zeigende, röhrenförmige Ductus reuniens angeschlossen (Taf. III, IV, Fig. 22, 23, 26, *Dr*). Derselbe verbreitert sich ein wenig an seinem unteren Ende an der Stelle, an welcher er in die Pars basilaris übergeht.

Der membranöse Theil der Pars basilaris (Taf. III, IV, Fig. 22, 23, 24, 26, 27, *Pb*) zeigt die Form einer Röhre mit abgeplatteter hinterer Fläche und ungefähr den Umfang der Bogengänge (1 mm). Gestreckt gedacht, misst sie 5,2 mm; nach ihrer Verlaufsrichtung kann sie in zwei Abschnitte getheilt werden. Der proximale, 3 mm lange Theil, ist nach grossem Radius (2,7 mm) gekrümmt, verläuft nach oben wenig concav und ist nach vorn-unten abwärts gerichtet. Der zweite, distale Abschnitt ist 2,2 mm lang, nach einem Radius von ungefähr 1,1 mm gekrümmt und verläuft nach auf- und vorwärts, in seinem distalen Endstück auf- und rückwärts.

An das proximale Ende der Pars basilaris ist der kegelförmige, 0,08 mm lange Vorhofblindsack angeschlossen (Taf. III, IV, Fig. 22, 26, *Cv*), sein Basisdurchmesser beträgt 0,16 mm. An ihrem distalen Ende verjüngt sich die Pars basilaris unvermittelt auf 0,68 mm Rohrfumfang und geht unter Zwischenschiebung des 0,12 mm langen, verengten Bezirkes, Isthmus lagenae, in die blind geschlossene Lagena über (Taf. III, IV, Fig. 22, 23, 24, 26, 27, *I, L*). Lagena und Isthmus lagenae verlaufen nach einem Krümmungsradius von 0,56 mm; die Lagena zeigt Bohnenform (*L*), in ihrem weitesten Theile 1,2 mm äusseren Durchmesser und ist 0,68 mm lang, 0,4 mm breit und 0,28 mm hoch. In topographischer Beziehung ist zu erwähnen, dass die Entfernung des vorderen Contours der Pars basilaris vom Sacculus 2,4 mm, die Distanz der Lagena vom Sacculus 1,6 mm beträgt. Wie in früheren Stadien verlaufen Ampulla inferior und Ductus reuniens in unmittelbarer Nachbarschaft und nur 0,16 mm von einander entfernt (Taf. III, IV, Fig. 22, 23, *Ai, Dr*).

An den Maculae der beiden Vorhofsäcke, sowie in deren nächster Umgebung finden sich vereinzelt Epithelstellen von atypischem Bau, an welchen umschriebener Defect der Sinneszellen (Taf. XII, Fig. 79, 79a) oder subepitheliale Epithelblasen zu beobachten sind (Taf. XV, Fig. 79b).

Die Nervenendstelle des Utriculus ist an der basalen Fläche des Recessus utriculi gelegen und weist einen mittleren Durchmesser von 0,4 mm auf (Taf. XV, Fig. 80, *Mu*; Taf. XVI, Fig. 81a, *Mu*). Die rundliche Macula sacculi zeigt 0,3 mm Durchmesser (Taf. XVI, Fig. 81a, *Ms*). Die Macula lagenae besitzt die Form einer Ellipse von 0,72:0,24 mm Axenlänge, die Papilla basilaris erstreckt sich durch die Pars basilaris proximalwärts bis an die Einmündungsstelle des Ductus reuniens, in distaler Richtung bis an den Isthmus; der Vorhofblindsack, sowie der Ductus reuniens besitzen keine Nervenendstellen.

An den Bogengängen zeigt sich das perilymphatische Gewebe aus einer weitmaschigen intermediären Zone, einer geschlossenen endostalen und einer subepithelialen Zone zusammengesetzt (Taf. XIII, Fig. 70, 71, *pe*, *pi*, *ps*). Während in der Nähe der Bogengangscheitel die membranösen Bogengänge von der Knorpelwand weiter abgelegen sind, legen sich die Bogengänge in der Nähe der Ampulle fast vollkommen an die Knorpelwand an. Auffallend erscheint weiters, dass die perilymphatischen Maschenräume entsprechend der Concavität der Bogengänge zumeist leer erscheinen (Taf. XIV, Fig. 75, *b*), während sie an der Convexität von einer eosinrothen homogenen Masse, die keine weitere Structur erkennen lässt, erfüllt sind (Taf. XIV, Fig. 75, *e*). An einzelnen Stellen, und zwar häufiger an der Convexität als an der Concavität der Bogengänge, steigt das Plattenepithel der Kanäle, das 4  $\mu$  Höhe zeigt, auf ein cubisches bis cylindrisches Epithel von 8–10  $\mu$  Höhe an (Taf. XIII, Fig. 71, *a*, *b*).

Die Cristae ampullares (Taf. XIV, Fig. 74, 75 *Cal*, *Cas*) sind formell deutlich entwickelt, 0,28 mm lang, 0,1 mm breit. Das Neuroepithel der Cristae (Taf. XIV, Fig. 74, 75 *Cal*, *Cas*) zeigt eine Höhe von 40  $\mu$  und die histologische Zusammensetzung wie in Stadium 49; im Uebrigen stimmt das Epithel der Ampullenwände mit dem der halbzirkelförmigen Kanäle überein. Diese letzteren (Taf. XIII, Fig. 71) besitzen einen Lumendurchmesser von 108  $\mu$  gegenüber 330  $\mu$  der zugehörigen Knorpelröhren. Die Cristae repräsentiren sich im Querschnitt als Hügel, deren Höhe die breiteste Stelle der Basis nicht überragt. Sie sind durch eine rundumlaufende, seichte Furche, die von Cylinderepithel ausgekleidet ist, gegen die umgebende Ampullenwand isolirt (Taf. XIV, Fig. 75, *d*).

Das Epithel der Macula utriculi ist 32  $\mu$  hoch (Taf. XVI, Fig. 81a, *Mu*), ist in der bereits beschriebenen Weise aus Stütz- und Haarzellen zusammengesetzt, besitzt reichen Haarbesatz, welcher in die Statolithenmembran ragt, und auf der Statolithenmembran sind in dünner Schicht die Statolithen gelegen die sich als hexagonale Krystalle mit abgeschliffenen Kanten, als wetzsteinförmige oder kugelige Körperchen repräsentiren. Ihre Grösse schwankt von 1–2  $\mu$  bis 10–15  $\mu$ . Der Sinus utricularis superior (Taf. XIV, Fig. 73, *Sus*) füllt den ihm zugemessenen Knorpelraum fast vollständig aus. Sein cubisches Wandepithel in welchem schwach und stark tingirte Zellen unterschieden werden können, erhebt sich stellenweise auf Cylinderhöhe, (Taf. XIV, Fig. 73, *a*).

Die hintere Ampulle stimmt im histologischen Bau mit den beiden anderen überein. An der Vorderwand des Sinus utricularis inferior (Taf. XVI, Fig. 81, *Sui*, *Mn*) erhebt sich die Macula neglecta (ampullaris). Sie besteht aus einem Epithelhügel von 100  $\mu$  Länge (in der Sagittalrichtung gemessen) und 180  $\mu$  Breite, der in der distincten Stellung seiner Haarzellen an die Maculae der Amphibien erinnert. Er zeigt deutlich die Zusammensetzung aus Stütz- und Haarzellen und einen Haarbesatz. Die freien Enden der Haarfortsätze sind in eine gestreifte, eosinrothe Zone eingesenkt, Statolithen sind daran nicht erkennbar. Die Macula neglecta ist von der Macula utriculi und der Crista ampullaris inferior vollkommen isolirt. Das Neuroepithel erhebt sich in ihr bis zu 32  $\mu$ , gegen die Umgebung fällt das Epithel rasch bis auf 5  $\mu$  ab. Wie an den Maculae der Vorhofsäcke ist auch an der Macula neglecta ein stark lichtbrechender, linearer Lumenrandsaum erkennbar.

Die freie, laterale Wand des Sacculus (Taf. XV, XVI, Fig. 80, 81a, *S*) zeigt sich aus 10–12  $\mu$  hohem, cubischen bis cylindrischen Epithel zusammengesetzt. Die Macula sacculi (Taf. XV, XVI, Fig. 80, 81a, *Ms*) ist mit ihrer Epithelfläche senkrecht zur sagittalen Medianebene des Kopfes gestellt und mit der dem Sacculuslumen zugewendeten Seite nach hinten und ein wenig nach abwärts gerichtet. Das Neuroepithel (Taf. XV, Fig. 78) ist daselbst 32  $\mu$  hoch, stimmt im Bau mit der Macula utriculi überein, nahe dem Lumenrand sind vereinzelte in Theilung begriffene Kerne nachweisbar, desgleichen in dem cubischen Epithel in der directen Umgebung der Macula (Taf. XV, Fig. 77, *a*). Nach hinten-unten-aussen vereinigt sich der Sacculus zum Ductus reuniens, der 70  $\mu$  Lumendurchmesser und 100  $\mu$  Dickendurchmesser zeigt. Das Epithel der medialen Wandhälfte (Taf. XVII, Fig. 82, *Dr*, *Mdr*) dieses Kanals ist hoch-cylindrisch bei Basallagerung der spindelförmigen Kerne in einfacher Reihe. Die Zellen sind daselbst 30  $\mu$  hoch, zeigen deutlichen Lumenrandsaum, Tonnenzellen sind jedoch nicht mehr nachweisbar. Die laterale Wand des Ductus reuniens ist wie die freie Sacculuswand gebaut (Taf. XVII, Fig. 82, *f*).

Der Vorhofblindsack ruht auf einer dichten Bindegewebsgrundlage, seine Epithelwand besteht aus 8  $\mu$  hohen, cubischen Zellen an der freien Wand, und aus 25–30  $\mu$  hohem, cylindrischem Epithel in dem dem Bindegewebspolster angelagerten Wandabschnitt. Der Vorhofblindsack verbreitert sich nach dem Vorhofende der Pars basilaris, in welches er ohne scharfe gestaltliche Begrenzung übergeht (Taf. XVII, Fig. 82, *Pv*). Unterhalb des Vorhofblindsackes ist das Schneckenfenster gelegen, das sich gegen die Paukenhöhle nach hinten öffnet und das durch den breiten Faserzug der Membrana tympani secundaria verschlossen ist. Hinter der Membran findet sich ein grösserer perilymphatischer Hohlraum, entsprechend dem Anfangsstück der Scala tympani.

Die häutige Pars basilaris giebt annähernd ovalen, an manchen Stellen fast dreieckigen Querschnitt; die hintere basale Wand umfasst die Nervenendausbreitung (Taf. XVII, Fig. 85, 86, *Mb*; Taf. XVIII, Fig. 87 bis 89, *Mb*). Ein stellenweise entwickelter, axialer Wulst, bestehend aus einer bindegewebigen Grundlage und einem hochcylindrischen Deckepithel, stellt die Anlage der Crista spiralis dar (Taf. XVII, Fig. 86, *Csp*; Taf. XVIII, Fig. 87, *Csp*). Peripheriewärts steigt das cylindrische Epithel rasch auf 37  $\mu$  Höhe an, und dieses Nervenepithel erstreckt sich über die untere, hintere Wand der Pars basilaris bis an die periphere Wand, woselbst es durch den Sulcus spiralis externus, der somit bei der *Echidna* früher auftritt als der Sulcus spiralis internus, gegen das etwa 12  $\mu$  hohe, cylindrische Epithel der peripheren Wand (Aussenwand) scharf abgesetzt ist (Taf. XVII, Fig. 85, 86, *Sspe*; Taf. XVIII, Fig. 87, *Sspe*). In dem der Crista spiralis zunächst gelegenen Theil zeigt das Neuroepithel eine mehrfache, basale Kernreihe und eine breite Protoplasmazone am Lumenrand (Taf. XVIII, Fig. 87, *a*). Peripher davon ist eine distincte obere, am Radialschnitt aus 4–7 Kernen bestehende Kernreihe sichtbar, die den Haarzellen angehört (Taf. XVIII, Fig. 87, *b*). Der ganze Neuroepithelstreifen lässt den Sinneszellen entsprechend einen deutlichen Haarbesatz erkennen, an welchen sich axial die Membrana tectoria anschliesst, die sich über die Anlage der Crista spiralis hinweg bis in den axialen Winkel der Pars basilaris erstreckt (Taf. XVIII, Fig. 87, 89, *Me*).

Die Grundlage der basalen Wand wird von parallel laufenden Bindegewebszügen gebildet, welche die Nervenfasern des Nervus basilaris zwischen sich fassen (Taf. XVII, Fig. 85, *p*, *Nb*). Die äussere (periphere) Wand der Pars basilaris ist aus cylindrischem Epithel bis zu 21  $\mu$  Höhe zusammengesetzt (Taf. XVIII, Fig. 87, 88, *Mp*), die Prominentia spiralis ist nur an wenigen Stellen entwickelt (Taf. XVIII, Fig. 88, *Psp*). Die periphere Wand ist durch Bindegewebe (Ligamentum spirale) an die Knorpelwand befestigt (Taf. XVII, XVIII, Fig. 85, 86, 87–89, *Lsp*). Die Stria vascularis ist noch nicht vorhanden. Das Ligamentum spirale führt reichliches, körniges, hell- bis dunkelbraunes Pigment in und zwischen den Zellen. Die obere Wand des häutigen Kanals, Membrana vestibularis (Taf. XVIII, Fig. 87, 89, *Mv*), besteht aus

cubischem, 10—12  $\mu$  hohem Epithel, welches nach der Scala vestibuli hin von einer Bindegewebsschicht bedeckt ist. Das perilymphatische Gewebe ist stellenweise subepithelial zu kleinen Knäueln verdichtet.

Der beschriebene Bau gilt für den mittleren Theil der Pars basilaris. Proximalwärts verflacht die Crista spiralis, doch bleibt zunächst eine breite Neuroepithelzone, ihr Haarbesatz und die Membrana Corti noch bestehen, ja die letztgenannten Theile erstrecken sich mit ihrem oberen Ende sogar in den Ductus reuniens; gegen das Vorhofende nimmt die häutige Pars basilaris ovalen Querschnitt an und wird etwas schmaler, die Höhe des Epithels bleibt dagegen unverändert (Taf. XV, Fig. 76, *Pb*). Distalwärts wird die Pars basilaris allmählich kleiner und nimmt rundlichen Querschnitt an, so dass man endlich eine gegen das Lumen gehöhlte basale Wand und eine darüber gelegte Deckwand unterscheiden kann. Die erstere trägt das Neuroepithel, das an der axialen Seite am Uebergang in das einfache cylindrische Epithel eine schwache, der Crista spiralis entsprechende Erhebung zeigt, während in seinem mittleren Theil eine leichte, furchenartige Vertiefung zu constatiren ist. Im Bereich des ganzen Neuroepithels ist eine breite protoplasmatische Zone am Lumenrand erkennbar, welche die distincte Reihe der Haarzellen in sich fasst; Haarbesatz und Corti'sche Membran wie im mittleren Theil des Basilarkanal. Peripherwärts endet die Basalwand mit einer gegen das Lumen gewendeten winkligen Abbiegung in die Deckwand. Diese letztere ist aus pallisadenförmigem Cylinderepithel von 19  $\mu$  Höhe zusammengesetzt, das höher oben, etwa der Gegend der Membrana vestibularis entsprechend, zu einem cubischen, 8  $\mu$  hohen Epithel verflacht. Das Neuroepithel ruht hier auf einem dicken Bindegewebslager, das von Nervenfasern durchzogen wird. Die Deckwand wird in  $\frac{3}{4}$  ihrer Circumferenz von solidem Bindegewebe (Ligamentum spirale) umgeben, das sich bis an die Knorpelwände erstreckt, während nur ein kleiner, nach seiner Lage als Fortsetzung der Vestibularmembran anzusehender Abschnitt nach beiden Seiten hin frei erscheint. Im untersten Theil erhält endlich der Basilarkanal ovalen Querschnitt; die der Crista spiralis entsprechende Prominenz verstreicht vollkommen; das Neuroepithel ist in dieser Region noch vorhanden, desgleichen der Sulcus spiralis externus. Der Kanal verengt sich bis auf 300  $\mu$ :220  $\mu$  Axenlänge. Das Pallisadenepithel der gesammten Deckwände gewinnt weiterhin an Höhe und nur am Uebergang in die axiale Wand besteht auch hier noch eine schmale Zone, in welcher das Cylinderepithel unvermittelt abflacht (Taf. XVI, Fig. 90, 90a, *Pb*). Endlich geht der Neuroepithelstreifen verloren. An den Isthmus basilaris (Taf. XVIII, Fig. 89, *I*) schliesst sich unter rascher Erweiterung des häutigen Lumens die Lagena an, die die Form einer oblongen Blase zeigt (Taf. XVIII, Fig. 89, *L*). Die Macula lagenae (Taf. XVII, Fig. 83, 84, *MI*; Taf. XVIII, Fig. 89, *MI*) ist zum grösseren Theil in der Hinterwand der Lagena gelegen. Ihre Lumenfläche ist nach vorn und abwärts gerichtet. Zum kleineren Theil erstreckt sich die Macula auch auf die axiale Wand, so dass die Lumenfläche dieses Theiles der Nervenendstelle nach aufwärts gerichtet erscheint. Die Macula lagenae bildet somit den Abschluss des distalen Endes des unteren Nervenepithelabschnittes, sie misst im Sagittalschnitt in ihrem grösseren, an der Hinterwand der Lagena gelegenen Theil 410  $\mu$ , im vorderen Abschnitt 125  $\mu$ , also in occipito-frontaler Richtung (gestreckt gedacht) 535  $\mu$ . Das Neuroepithel der Macula lagenae (Taf. XVII, Fig. 83, 84, *MI*) ist 32  $\mu$  hoch und zeigt den charakteristischen Bau der vestibulären Nervenendstellen, einen Haarbesatz, in welchem die Haare nach dem Centrum der Macula convergiren, Statolithenmembran und Statolithen (Taf. XVII, Fig. 83, *O*). An einzelnen Stellen werden die Haarzellen in der Lagena zu Häufchen angeordnet getroffen. In einem solchen Haufen, der sich aus 2—6 Zellen zusammensetzt, sind nur Haarzellen, keine Stützzellen enthalten. Diese letzteren umranden vielmehr den Haarzellhaufen (Taf. XVII, Fig. 84, *a*, *a*<sub>1</sub>). Gegen den Isthmus verengt sich die Papilla basilaris, die unmittelbar vor demselben noch 270:180  $\mu$  von aussen misst, bis auf den kreisrunden Querschnitt des Isthmus von 130  $\mu$  äusserem Durchmesser. Die Zellgruppen in einzelnen Wandabschnitten der Pars basilaris bleiben zu-

nächst bestehen und gehen sodann continuirlich auf das Epithel des Isthmus über, das in der ganzen Circumferenz aus mehrreihigem, hochcylindrischen Epithel gebildet ist (Taf. XVII, Fig. 89, *I*). In der Fortsetzung der Neuroepithel-Zone erstreckt sich durch den Isthmus ein schmaler Streifen eines  $32\ \mu$  hohen, cylindrischen Epithels, das sich nach aufwärts continuirlich in die Lagena und Macula lagenaе fortsetzt. Der Isthmus lagenaе zeigt fast in der ganzen Circumferenz seines Lumens einen deutlichen Haarbesatz, die Anlage der Corti'schen Membran hört dagegen kurz vor dem Uebergang der Pars basilaris in den Isthmus auf.

**Labyrinthkapsel und perilymphatisches Gewebe.** Die Labyrinthkapsel ist noch durchaus knorpelig<sup>1)</sup> (Taf. XV, Fig. 80, *Cl*), die Knorpelzellen messen  $9\ \mu:13\ \mu$  bis  $20\ \mu:40\ \mu$ , sie sind zumeist in Gruppen von 3–7 Zellen in einer einzigen Kapsel vereinigt (Taf. XIV, Fig. 72–75). Die Grundsubstanz des Knorpels ist homogen, färbt sich in den älteren Theilen des Knorpels mit Eosin, sonst mit Hämalalaun. Die knorpeligen Bogengangröhren (Taf. XIII, Fig. 70, 71) haben gegenüber früheren Stadien an Länge bedeutend zugenommen, so dass jetzt die häutigen Bogengänge fast bis an ihre Sinusenden in eigenen Knorpelröhren gelegen sind. Die knorpeligen Ampullen sind etwas kürzer als die häutigen, ein Verhalten, das besonders an den beiden vorderen Ampullen ausgeprägt erscheint und dazu führt, dass der an den Utriculus unmittelbar angeschlossene Theil der Ampulle noch in das Vestibulum zu liegen kommt (Taf. XV, Fig. 80, *V, As, U*). Dieses letztere zeigt annähernd definitive Formen, beherbergt jedoch noch einen Theil des Sinus utricularis superior und fast den ganzen Sinus utricularis inferior. Die Bogengang-commisur bietet sich als vollkommen geschlossenes Knorpelrohr dar, dessen obere Wand allerdings ausserordentlich dünn, stellenweise dehiscent ist (Taf. XIV, Fig. 73, *Co, a*). Die Fenestra vestibularis (Taf. XV, Fig. 80, *Fv*, tangential getroffen) repräsentiert sich in Folge der bedeutenden Dicke der regionären Knorpelwand als kurzen Kanal, der an seiner gegen die Paukenhöhle gerichteten Mündungsöffnung durch einen Bindegewebsfaserzug verschlossen ist. Dieser wird durch den angelagerten, soliden, kegelförmigen Steigbügel ein wenig gegen das Vestibulum vorgewölbt.

Die Fenestra basilaris ist annähernd kreisrund, zeigt  $250\ \mu$  Durchmesser und entspricht gleichfalls einem kurzen Kanal, in dessen tympanales Ostium die Membrana tympani secundaria eingepflanzt ist. Diese besteht aus einer bindegewebigen Faserplatte, an welche sich gegen die Scala tympani lockeres perilymphatisches Gewebe anschliesst. Nach aussen erscheint die Membran gleichfalls von lockerem Bindegewebe gedeckt, in dessen unmittelbarer Nähe der Nervus glossopharyngeus verläuft. Die Membrana tympani secundaria ist  $41\ \mu$  dick, der Knorpel der Labyrinthkapsel im Bereich des von den Bogengängen gebildeten körperlichen Winkels zellärmer als sonst.

Die Knorpelkapsel der Pars inferior stellt eine cerebrälwärts schwach concave Röhre dar (Taf. XV, Fig. 80), die ovalen Querschnitt zeigt. Vom kurzen, inneren Gehörgang ist das Knorpelrohr der Pars basilaris durch eine sanft vorspringende Leiste geschieden, von welcher sich eine Bindegewebsplatte bis an die Nerven erstreckt. In diesem Rohre ist die häutige Pars inferior, das Ganglion basillare mit den regionären Nervenfasern gelegen und daselbst ohne die Stütze besonderer knorpeliger Fortsätze durch Bindegewebe fixirt. Im distalen Theil des Rohres, der nach kleinerem Radius als der übrige gekrümmt ist, ist die Lagena untergebracht (Taf. XVIII, Fig. 89, *Cl*). Diese und der Isthmus sind der peripheren Knorpelwand angelagert, und so kommt es, dass die Lagena rücklaufend dem distalen Theil der Papilla basilaris gegenübergestellt ist (Taf. XVIII, Fig. 89, *Pb, L*). Das blinde Ende der Lagena ist in einer flachen Grube der Labyrinthkapsel befestigt, die, im unteren Theile des Knorpelrohres gelegen, durch

<sup>1)</sup> Die Labyrinthkapsel wird zum grösseren Theil nach aussen von der knöchernen seitlichen Schädelwand gedeckt (Taf. XV, Fig. 80, *Cl, Cra*).

eine flache Leiste (Taf. XVIII, Fig. 89, *a*, *a*<sub>1</sub>) vom übrigen Rohrabschnitt getrennt erscheint und in Analogie mit den beiden Grübchen, welche die Vorhofsäcke aufnehmen, als *Recessus lagenae* bezeichnet werden kann. Die dem inneren Gehörgang entsprechende Oeffnung ist kleiner geworden und zeigt ungefähr 750  $\mu$  Lichtungsdurchmesser (Taf. XV, Fig. 80, *Mal*). Das *perilymphatische* Gewebe lässt deutliche Gruppierung in die 3 Zonen (endostale, intermediäre und subepitheliale Zone) erkennen (Taf. XIII, Fig. 70, 71, *pe*, *pi*, *ps*). Die erste besteht aus geschichtetem Bindegewebe, desgleichen stellt die subepitheliale Zone eine solide Bindegewebsgrundlage der epithelialen Kanäle und Säcke dar. Die intermediäre Zone verhält sich in den einzelnen Labyrinthabschnitten verschieden: an den Bogengängen stellt sie ein grobmaschiges Netzwerk dar, das manchmal grössere, zusammenhängende Hohlräume freilässt. Im Vestibulum ist die *Cisterna perilymphatica*, die auch an der erwachsenen *Echidna* (siehe unten) erheblich kleiner ist als bei höheren Säugern, fast nach ihrem ganzen Umfang entwickelt. Die Bildung der grösseren perilymphatischen Räume erfolgt dabei unter Verdünnung und Verflüssigung des perilymphatischen Bindegewebes. Festeres Gefüge lässt das perilymphatische Bindegewebe im Bereich der *Pars superior* nur entlang den Nervenbögen und in der Gegend der Nervenendstellen erkennen. An der *Pars inferior* findet sich lockeres, weitmaschiges Bindegewebe über der *Membrana tympani secundaria*, das sich nach aufwärts bis an den Vorhofabschnitt der häutigen *Pars basilaris*, der ja über der *Fenestra basilaris* gelegen ist, erstreckt. Sodann ist das Bindegewebe längs dem peripheren Rande der ganzen *Pars inferior* zu einem soliden Polster verdichtet, mit welchem die epithelialen Wände der häutigen Theile fix verbunden sind und das sich somit zwischen Epithel- und Knorpelwand einschaltet. In dieser Weise erscheint fixirt die die *Macula* tragende Wand des *Sacculus* (Taf. XV, Fig. 78, *su*), der *Ductus reuniens*, der Vorhofblindsack und (mit ihrer Aussenwand) die *Pars basilaris*; an dieser letzteren bildet das erwähnte Bindegewebspolster das *Ligamentum spirale* (Taf. XVIII, Fig. 87, 88, *Lsp*), das bereits Pigmenteinlagerungen erkennen lässt, im Uebrigen aber den charakteristischen histologischen Bau des vollkommen entwickelten *Ligamentes* noch nicht zeigt. Auch fehlt (siehe oben) die *Stria vascularis*. Die *Cisterna perilymphatica vestibuli* setzt sich in die *Scala vestibuli* (Taf. XVII, Fig. 85, 86, *Sv*) des basalen Rohres fort, die an der *Lagena* ihr Ende erreicht (Taf. XVII, Fig. 84, *L*, *Sv*). Die Verkleinerung der *Scala vestibularis* wird sowohl durch die sich distalwärts erweiternde *Pars basilaris* als auch durch allmähliche Füllung der *Scalen* mit perilymphatischem Gewebe hervorgerufen. Die *Scala tympani* ist im unteren Theil der *Pars basilaris* als langer, zusammenhängender perilymphatischer Hohlraum sichtbar (Taf. XVIII, Fig. 88, *St*), der axialwärts durch das die Faserzüge des *Nervus basilaris* begleitende Bindegewebe geschlossen erscheint, das für die hier fehlende *Lamina spiralis* eintritt. Proximalwärts endet die *Scala tympani* noch vor der *Fenestra basilaris*.

Während im mittleren Theil nur die periphere Wand der häutigen *Pars basilaris* durch eine solide Bindegewebslage an die Knorpelwand fixirt wird und die *Membrana basilaris* vollkommen frei die obere Grenze der *Scala tympani* bildet, nähert sich im Verlauf gegen den Isthmus die *Membrana basilaris* immer mehr der Knorpelwand der *Pars inferior*. Daraus ergibt sich eine allmähliche Verkleinerung der *Scala tympani*, und die *Scala tympani* endet blind dadurch, dass sich von der peripheren Wand unter die *Membrana basilaris* immer weiter das perilymphatische Gewebepolster erstreckt, bis endlich die ganze *Membrana basilaris* auf bindegewebiger Grundlage fixirt erscheint (Taf. XVIII, Fig. 89, *I*, *Lsp*<sub>1</sub>). An der *Lagena* findet sich, entsprechend der *Macula lagenae*, das solide Bindegewebslager der übrigen *Pars inferior* fortgesetzt, durch welches im Verein mit den regionären Nervenfasern die *Lagena* im blinden Ende des Knorpelrohres befestigt wird (Taf. XVIII, Fig. 89, *Lsp*<sub>2</sub>, *L*). Im Uebrigen findet sich an der *Lagena* eine zarte, endostale und subepitheliale und eine weitmaschige, intermediäre perilymphatische Gewebsschicht (Taf. XVII, Fig. 84, *pe*, *pi*, *ps*, *L*).

Die grösseren perilymphatischen Hohlräume der Vorhofcisterne und der Scalen besitzen keinen färbbaren Inhalt; an den Stellen dichten Maschenwerkes sind die zwischenliegenden Hohlräume von einer rötlichblau gefärbten, homogenen Masse vollkommen oder zum Theil (vielleicht durch Schrumpfung) erfüllt.

**Nervus acustico-facialis.** Der Nervus acustico-facialis zeigt im inneren Gehörgang 2,2 mm Umfang (Taf. IV, Fig. 27, *NVII/VIII*), der Nervus facialis allein 1,2 mm. Der Nervus acusticus erscheint wie in früheren Stadien aus zwei Abschnitten zusammengesetzt: der Ramus superior resultirt aus der Vereinigung der Nerven für die beiden vorderen Ampullen und den Utriculus (Taf. IV, Fig. 17, *Nua*). Von diesen 3 Aesten vereinigen sich zunächst die beiden Ampullenäste zu einem gemeinsamen Stamm, in welchen noch am vorderen Utriculuscontour der Nervus utriculi eintritt (Taf. IV, Fig. 27, *Nua*). Der Ramus inferior acustici versorgt die hintere Ampulle, die Macula neglecta, den Sacculus, die Pars basilaris und die Lagena mit verhältnissmässig starken, von einander gut isolirbaren Aesten (Taf. IV, Fig. 27, *Nb, Nl*). Der Nervus utriculo-ampullaris (Taf. XV, Fig. 80, *Nua*; Taf. XVI, Fig. 81, *Nua*) ist in seinem centripetalen Verlauf von den Nervenendstellen zum grösseren Theil innerhalb des Vestibulum zwischen Knochenwand und Neuroepithel gelegen. Die 3 Aeste, aus welchen er sich zusammensetzt, fliessen erst kurz vor dem Eintritt des Nerven in die Knorpelwand zu einem anatomisch einheitlichen Stamm zusammen. Der Nervus ampullaris inferior verläuft gleichfalls zum grösseren Theile innerhalb des Vestibulum, der Knorpelwand angelagert. Er nimmt das von der Macula neglecta kommende Aestchen (Taf. XVI, Fig. 81, *Nn*) auf und gelangt durch einen kurzen, durch den Knorpel verlaufenden Kanal zum Ganglion vestibulare. Das Ganglion vestibulare stellt eine aus zwei Abschnitten (Ganglion vestibulare superius und inferius) zusammengesetzte, ovoide Ganglionmasse dar, deren Nervenzellen  $11\ \mu$ : $13\ \mu$  bis  $13\ \mu$ : $19\ \mu$  messen. In das Ganglion mündet der Nervus utriculo-ampullaris und ohne vorherige Vereinigung der Nervus saccularis und Nervus ampullaris inferior mit dem Nervus maculae neglectae. Das Ganglion reicht ziemlich weit nach hinten und unten und ist im Grunde des kurzen inneren Gehörganges gelegen.

Die Zellen des Ganglion basillare, das sich der häutigen Pars basilaris entlang erstreckt, messen durchschnittlich  $9\ \mu$ : $11\ \mu$  und variiren sehr wenig in ihrer Grösse. In dieses Ganglion treten die von der peripheren Nervenendstelle kommenden Basilarfasern ein. Die centralen Fortsätze der bipolaren Ganglienzellen formiren lange Faserbündel, die im perilymphatischen Gewebe suspendirt verlaufen und centralwärts in den Nervus octavus einstrahlen.

Der Nervus facialis liegt der oberen und äusseren Wand des Nervus acusticus an: in seinem peripheren Verlauf schliesst er sich zunächst dem Nervus utriculo-ampullaris an, den er erst kurz vor der Theilung dieses Nerven in seine 3 Aeste verlässt. Der Nervus facialis zieht sodann durch den Knorpel nach aussen hinten, endlich nach abwärts, und verlässt das Petrosum an dessen unterer Fläche (Taf. XV, Fig. 80, *NVII*). Das Ganglion geniculi ist verhältnissmässig klein und aus durchschnittlich  $21\ \mu$ : $27\ \mu$  grossen Ganglienzellen mit bläschenförmigen, hellgefärbten Kernen, deutlich sichtbaren Kernkörperchen und Kerngerüst zusammengesetzt. Hierin unterscheiden sich abgesehen von der Grösse die Nervenzellen des Knieganglion von denjenigen des Ganglion acusticum, die stark tingirte, kugelige Kerne aufweisen. Das Ganglion geniculi ist an der unteren und inneren Fläche des Nervus facialis kurz vor dessen Eintritt in seinen Knorpelkanal gelegen und steht mit dem oberen Theil des Vestibularganglion durch einen Ganglienzellstreifen, in welchem nach dem Ganglion vestibulare hin die Zellen allmählich an Grösse abnehmen und die Intensität der Kernfärbung zunimmt, in Verbindung. Am Knieganglion erfährt nur etwa der vierte Theil der Facialisfasern eine Unterbrechung, der übrige Stamm zieht an der lateralen Seite des Ganglion an diesem vorüber.

Das Ganglion basillare ist vom Vestibularganglion bereits vollkommen getrennt, es reicht proximalwärts bis nahe an das Vorhofende der Pars basilaris, distalwärts bis an den Isthmus. Es liegt hier

in perilymphatisches Gewebe eingebettet, nach innen (axial) und unter der Membrana basilaris. Der distalste Abschnitt des Ganglion basilaris ist vom übrigen Ganglion isoliert. In diesen Ganglienabschnitt, der als Ganglion lagenae bezeichnet werden kann, strahlen die von der Macula lagenae kommenden Fasern ein, er liegt  $280\ \mu$  unter und hinter seiner Macula. Das Ganglion lagenae besteht nicht aus einer dicht geschlossenen Ganglienzellmasse, die Ganglienzellen sind vielmehr locker oder in Haufen angeordnet. Mit dem Ganglion basilaris hängt das Ganglion lagenae nicht zusammen, die Trennungszone ist an der axialen Seite des Isthmus gelegen. Die Zellgrösse im Ganglion lagenae beträgt durchschnittlich  $13\ \mu : 16\ \mu$ . Centralwärts vereinigen sich die Lagenafasern (Taf. XXVII, VIII, Fig. 84, 89, *N*) mit den Fasern der Pars basilaris und dieser Nervenast strahlt sodann als Ramus inferior acustici in den Acusticus ein, der jenseits von dem am meisten gegen das Centrum vorgeschobenen Ganglienapparat, dem Ganglion vestibulare, in Vereinigung mit dem Facialis einen anatomisch einheitlichen, spulrunden Stamm darstellt. Zwischen Acusticus und Facialis können zarte, lange Faserzüge nachgewiesen werden, die bald dem Acusticus-, bald dem Facialisabschnitt enger angeschlossen, sich vom centralen Ende dieser Nerven bis an das Ganglion geniculi oder vestibulare verfolgen lassen und dem Fasersystem des Nervus intermedius entsprechen. Die Nervenfaserdicke beträgt am Facialis, der fast durchaus aus Fasern gleichen Kalibers zusammengesetzt erscheint, etwa  $6\ \mu$ , am Nervus basilaris  $2\ \mu$ . Die Vestibularfasern variiren in ihrer Dicke um  $4\ \mu$ .

### Junge *Echidna ac.* von 42 mm Kopflänge.

Das Bogengangepithel (Taf. XIX, Fig. 91, 92) ist an der Concavität der Bogengänge an den meisten Stellen  $8\ \mu$  (Taf. XIX, Fig. 91, 92, *a*) hoch und cubisch, an den übrigen Wandtheilen  $3-4\ \mu$  hoch und platt. In den Ampullen steigt das Wandepithel in der Nähe der Cristae ampullares (Taf. XXIII, Fig. 107) auf  $13\ \mu$  Höhe an, wird cylindrisch und lässt einen stark lichtbrechenden, gegen das Lumen gerichteten Rand erkennen, an manchen Stellen erscheint dieser Rand nicht linear, sondern weist entsprechend jeder einzelnen Zelle einen gegen das Lumen convex vorspringenden Buckel auf. Es sei hier bemerkt, dass dieser stark lichtbrechende Rand oder Saum an den rein epithelialen Stellen der Bogengänge sowohl als der Ampullen fehlt. Das Nervenepithel der Ampullen (Taf. XXIII, Fig. 107, *Cal*) ist  $35\ \mu$  hoch. Ein stark lichtbrechender Lumenrandsaum lässt entsprechend den durch ihn gesteckten Haarfortsätzen eine einer Zähnung vergleichbare Zeichnung erkennen (s. auch Taf. XV, Fig. 79). Im übrigen zeigt das Neuroepithel den von früheren Stadien her bekannten Bau: Die Stützzellen durchsetzen die ganze Neuroepitheldicke, ihre Kerne formiren eine dicht gestellte basale, aus spindelförmigen oder ovoiden, stark tingirten Kernen bestehende Reihe; die Haarzellen zeigen Tonnenform, sind alle dem Lumenrande des Epithels angelagert, erstrecken sich jedoch nur etwa durch  $\frac{2}{3}$  der Epitheldicke basalwärts. Die Kerne der Haarzellen bilden im verticalen Querschnitte der Cristae eine über der erstgenannten gelegene Kernreihe, deren Kerne minder zahlreich, bläschenförmig und hell gefärbt erscheinen (Taf. XXIII, Fig. 107, *Cal*). Auch die Protoplasmakörper der Haarzellen bieten sich zumeist heller tingirt als die der Stützzellen. Die Haarzellen sind mit Haarfortsätzen versehen, die an ihrer Basis Kegelform zeigen, und nach dem histologischen Bild, das sich an einzelnen Regionen ergibt, wäre man auch geneigt anzunehmen, dass die Haarfortsätze an ihrer Basis an einer Fussplatte inseriren. Die Haarfortsätze messen an ihrer Basis  $2-3\ \mu$  Durchmesser und laufen in einer durchschnittlichen Totallänge von  $13\ \mu$  spitz zu. Sie sind von einer aus feinen Körnchen zusammengesetzten, blauroth gefärbten Zone überlagert, an welche sich die typisch geformte und tingirte Cupula anschliesst. Die Cupula lässt unter starker Vergrößerung deutliche Streifung erkennen. Die Haarfortsätze

convergiren nach der Mittelebene der Crista. Jeder Haarfortsatz erscheint unter Oelimmersion (ZEISS-Apertur 1,4) aus einer Anzahl (6—15) Primitivhaaren zusammengesetzt, die am freien Haarende nicht selten pinselartig auseinanderweichen. An umschriebenen Stellen finden sich im Neuroepithel der Cristae ampullares sogenannte Neuroepithellücken, die bereits bei *Echidna* (s. o.) an jüngeren Stadien und auch bei höheren Säugern und beim Menschen von mir beobachtet und beschrieben worden sind. An diesen Stellen besteht das Sinnesepithel nur aus Stützzellen, die Haarzellen fehlen daselbst gänzlich. An manchen Stellen erscheinen dagegen wieder die basalen Stützzellkörper auseinandergewichen, woraus sich an der Epithelbasis mehr weniger spaltartige Räume ergeben, die im gefärbten Schnittpreparate ungefärbt bleiben, und über welche hin sich die Haarzellen in der gewöhnlichen Anordnung erstrecken.

An dem der Concavität der Bogengänge entsprechenden Wandtheil der Ampullen sind deutliche Raphen in Form eines umschriebenen Streifens von cubischem Epithel in unmittelbarer Umgebung von Plattenepithel vorhanden (Taf. XXII, Fig. 107, *R*). Die membranösen Bogengänge zeigen einen Durchmesser von 270  $\mu$ , die Ampullen messen 900:750  $\mu$  Axenlänge.

Die Macula utriculi (Taf. XX, Fig. 97, *Mu*) misst im antero-posterioren Durchmesser 2,25 mm und besteht aus 27  $\mu$  hohem Neuroepithel, dessen Lumenfläche nach auf- und rückwärts gerichtet erscheint. In der Reconstruction ergibt sich annähernd rundliche Gestalt der Neuroepithelstelle. Dieselbe zeigt sich grösstentheils flach, nur im vorderen, lateralen Theil erscheint der Rand ein wenig nach aufwärts umgebogen. Das Neuroepithel bietet den typischen Bau. Ueber den kegelförmigen Haarfortsätzen findet sich eine Statolithenmembran (Taf. XX, Fig. 97, *Mu*), welcher mit Eosin roth gefärbte Statolithen angelagert sind. Das Wandepithel des Utriculus (Taf. XIX, Fig. 93) ist platt und 2—4  $\mu$  hoch. In der epithelialen Vorderwand des Sinus utricularis inferior ist die Macula neglecta ampullaris zu finden (Taf. XIX, Fig. 94a, *Mn*). Sie ist unweit der hinteren Ampulle gelegen, ihre Lumenfläche nach hinten und oben gerichtet. Im sagittalen (Längs)schnitte zeigt sie eine Ausdehnung von 180  $\mu$ , in mediolateraler Richtung 250  $\mu$ . Das Neuroepithel der Macula neglecta ampullaris stimmt im Bau mit dem der Cristae ampullares überein und formirt einen bis auf 34  $\mu$  ansteigenden Neuroepithelhügel, der distinct geordnete Sinneszellen mit Haarbesatz und Stützzellen erkennen lässt (Taf. XIX, Fig. 94a, *Mn*). Die Haarenden erstrecken sich zum grösseren Theil frei in das Lumen, nur manche zeigen eine krümelige eosinrothe Auflagerung, deren histologische Natur nicht exact erkannt werden kann. Rundum fällt das Neuroepithel der Macula neglecta rasch auf ein 4—6  $\mu$  hohes Plattenepithel ab, durch welches die Macula neglecta gegen die benachbarten Nervenendstellen (Macula utriculi, Crista ampullaris inferior) vollkommen isolirt erscheint. Die Macula neglecta wird von einem Nerven versorgt, der unweit von seiner Nervenendstelle in den Nervus ampullaris inferior einstrahlt (Taf. XIX, Fig. 94a, *Nn*, *Mn*, *Nai*).

Der Ductus endolymphaticus zeigt ein 3—4  $\mu$  hohes, plattes Wandepithel mit scheibenförmigen Kernen, ist von einer zarten perilymphatischen, an manchen Stellen nur einschichtigen Gewebszone an seiner Aussenseite umgeben und wird von zahlreichen Blutgefässen begleitet. Der Ductus endolymphaticus weist einen krümeligen, zart roth gefärbten Inhalt (Detritus?) auf. Die Wand des Saccus endolymphaticus zeigt Faltung mit zotten- und leistenartigen Erhebungen, an welchen sich nur die cubische (7  $\mu$ ) Epithelwand beteiligt, während das subepitheliale Bindegewebe an der Zottenbildung nicht theilnimmt. Das Wandepithel des Saccus endolymphaticus ist in den übrigen Partien 3—4  $\mu$  hoch und platt. Der Canalis utriculo-saccularis besitzt cubisches Wandepithel von 7  $\mu$  Höhe. Im Mündungsgebiet des Ductus endolymphaticus in den Sacculus erhebt sich das Epithel bis auf 10  $\mu$  Höhe. Der Sacculus hat die Form einer rundlichen, ein wenig abgeflachten Blase (Taf. XX,

Fig. 97, 98, 99, *S*) von 1,2 mm Flächendurchmesser und 0,41 mm Tiefe. Der Processus utricularis sacculi ist 0,25 mm lang und erstreckt sich gegen die Unterfläche des Utriculus, ohne mit ihr im Uebrigen in nähere Beziehung zu treten; nach aufwärts und hinten verengt sich der Sacculus trichterförmig und geht (bei 4  $\mu$  hohem Plattenepithel) in einen Kanal (Taf. XX, Fig. 98, 99, *b*) über, der zunächst 108  $\mu$  äusseren Durchmesser zeigt (Taf. XX, Fig. 96, *S, De*) und unter allmählicher Verdünnung sich mit dem Ductus endolymphaticus vereinigt (Taf. XX, Fig. 98, 99, *De*). Nach vorne, unten und lateralwärts erscheint der Sacculus in den Ductus reuniens ausgezogen (Taf. XX, Fig. 98, 99, *Dr*). Die freie Sacculuswand besteht aus zwei einfachen Zelllagen, die in ihrer Summe 4  $\mu$  Dicke zeigen (Taf. XX, Fig. 98, 99, *f*): einer äusseren Bindegewebszone und einem lumenwärts gerichteten einfachen Plattenepithel. Stellenweise ragen die Zellkerne über das Niveau der häutigen Wand vor. An den Seitenwänden des Sacculus erhebt sich das Wandepithel auf 9–11  $\mu$  Höhe.

Die Macula sacculi (Taf. XIX, Fig. 95, *Ms*) ist rundlich, zeigt 0,9 mm Durchmesser, ist mit ihrer Lumenfläche nach vorn und etwas nach abwärts gerichtet, zum grössten Theil flach, nur am oberen Antheil nach vorn und abwärts umgekrempelt. Das Neuroepithel der Macula sacculi (Taf. XIX, Fig. 94) ist 32  $\mu$  hoch, zeigt den typischen Bau eines Neuroepithels, schönen Haarbesatz, über den Haaren eine 16  $\mu$  dicke, mit Eosin roth gefärbte Statolithenmembran und darüber gelegene, blauroth gefärbte, in ihren Axen 2–6  $\mu$  messende Statolithen. Die Haarfortsätze convergiren nach dem Centrum der Macula. In der directen Umgebung der Macula sacculi findet sich Cylinderepithel, das unter allmählicher Abflachung in das niedrige Wandepithel der Umgebung übergeht. In der Macula sacculi ergeben sich wie in der Macula utriculi (s. oben) Gewebsstellen, an welchen das Epithel nur aus Stützzellen besteht und grubchenförmig eingesunken ist (Taf. XXI, Fig. 100a, *Ms*). Hierdurch entsteht ein Bild, das am ehesten mit der Embryonalanlage einer schlauchförmigen Drüse verglichen werden kann. Die Stützzellen messen an dieser Stelle 13–15  $\mu$  Länge, zeigen spindelförmige, basal gelegene, stark gefärbte Kerne und sind pallisadenförmig angeordnet.

Der Ductus reuniens (Taf. XX, Fig. 98, 99, *Dr*) ist 0,7 mm lang, zeigt 0,1 mm äusseren Durchmesser, seine Wand besteht zum grössten Theil wie die laterale Sacculuswand aus einem niedrigen, einfachen Plattenepithel und einer einschichtigen subepithelialen Bindegewebszone, die ja einheitlich alle häutigen Vorhoftheile gegen die Cisterna perilymphatica hin deckt. An seiner der Knochenwand zugekehrten Fläche zeigt er dagegen einen 190  $\mu$  langen, etwa 120  $\mu$  breiten cubischen Epithelstreifen von 8  $\mu$  Zellhöhe (Taf. XX, Fig. 98, 99, *a*). Nach abwärts findet sich in der Umgebung des Streifens 4  $\mu$  hohes Plattenepithel, nach aufwärts setzt er sich in das Cylinderepithel, von welchem die Macula sacculi umrandet ist, fort (Taf. XX, Fig. 98, *Ms, a, b*).

Der Vorhofblindsack ist an den Ductus reuniens seitlich angeschlossen. Er bildet das blind geschlossene Vorhofende der Pars basilaris (Taf. XXII, Fig. 102, *Pb, Cv*) und zeigt rundlichen Querschnitt. Seine axiale (der Membrana vestibularis des Basilarkanales entsprechende) Wand (Taf. XII, Fig. 102, *f*) sowie der grössere Theil seiner peripheren Wand sind frei und bestehen aus einer doppelten Zellschicht: einem Plattenepithel, das aussen von einer zarten Bindegewebslage umgeben ist. Die Wand zeigt 6–8  $\mu$  Dicke. Die basale Wand des Blindsackes (Taf. XXII, Fig. 102, *b*) ruht auf einem perilymphatischen Gewebspolster (Taf. XXII, Fig. 102, *p*), welches zugleich das Vorhofende des Ligamentum basilare (spirale) repräsentirt, axial ist ein sanft vorspringender Hügel als Ausläufer der Crista spiralis nachweisbar. Das Epithel ist an der basilaren Wand des Vorhofblindsackes 6–8  $\mu$  hoch (Taf. XXII, Fig. 102, *b*) und entspricht dem Epithel des peripheren Theiles der Membrana basilaris und dem des Sulcus spiralis externus. Der Vorhofblindsack misst in seinem grössten Querschnitt 230  $\mu$  horizontalen, 170  $\mu$

vertikalen Durchmesser. Sein blindes Ende erstreckt sich gegen die hintere Ampulle, von welcher es 920  $\mu$  weit entfernt ist; eine Nervenendstelle ist an ihm nicht nachweisbar. Unter dem basalen Gewebspolster des Blindsackes ist das blinde Endstück der Scala tympani im Schnitt getroffen (Taf. XX, Fig. 97, *Pv* + *Cv*, *St*), die in diesem Stadium fast ebenso weit vorhofwärts reicht, als der Blindsack selbst, ein Verhalten, in welchem sich die *Echidna* von den höheren Säugern, bei welchen der ganze Blindsack auf dem Vorhofboden ruht und die Scala tympani mit der Papilla basilaris cochleae schwindet, unterscheidet.

Der Basilarkanal zeigt in seinem mittleren Bezirk, in welchem er in der Sagittalserie senkrecht zu seinem Längsverlauf getroffen ist, im Querschnitt Dreieckform mit einem spitzen axialen, einem rechten oberen und einem stumpfen Winkel zwischen peripherer und basilarer Wand (Taf. XXII, Fig. 103  $\alpha$ ,  $\beta$ , *Sspe*).

Die Membrana vestibularis (Taf. XXII, Fig. 103, *Mv*) besteht aus 8  $\mu$  hohem Plattenepithel, das gegen die Scala vestibularis von einer 2—3-fachen glatten Bindegewebslage gedeckt ist. An der peripheren Epithelwand findet sich im Bereich der Stria vascularis der höheren Säuger 20  $\mu$  hohes cylindrisches Epithel (Taf. XXII, Fig. 103, *Stv*). Weiterhin gegen die Membrana basilaris entspricht dem Epithel des Sulcus spiralis externus 12  $\mu$  hohes cylindrisches Epithel (Taf. XXII, Fig. 103, *Sspe*).

Die Membrana basilaris (Taf. XXII, Fig. 103, 104, *Mb*) besteht aus einer 4  $\mu$  dicken mit Eosin roth gefärbten, bindegewebigen Grundlage, die zarte radiäre Streifen erkennen lässt. Unter ihr findet sich als Grenzlage gegen die Scala tympani die kern- und zellreiche tympanale Belegsschicht (Taf. XXII, Fig. 103, 104, *Ty*), über ihr das Neuroepithel der Pars basilaris (Taf. XXII, Fig. 103, 104, *Pb*). Dieses letztere repräsentirt sich im Radialschnitt als 200  $\mu$  breiter und 40  $\mu$  hoher Epithelstreifen. An seinen Rändern besteht der Streifen anscheinend nur aus Stützzellen (Taf. XXII, Fig. 103 *Sspi*, *Al*), die palissadenförmig angeordnet sind und spindelförmige, basal gelegene Kerne besitzen. Dieses Epithel geht nach aussen in das Epithel des Sulcus spiralis externus (s. oben) über. Axialwärts erstreckt es sich, den Sulcus spiralis internus nahezu vollkommen erfüllend, bis an den Giebel der Crista spiralis (Taf. XXII, Fig. 103, *Crs*). Im mittleren Theil des Epithelstreifens findet sich eine zarte in mittlerer Höhe gelegene Kernreihe, die den Härchenzellen angehört. Ungefähr in der Mitte des Neuroepithelstreifens findet sich in Form zweier säulenförmiger Zellreihen die Anlage der beiden cortischen Pfeiler, die an den einander zugewendeten Flächen an ihrer Basis je einen Kern enthalten (Bodenzelle) (Taf. XXII, Fig. 103, 104, *C*, *C*). Die Haarzellen sind derart gelagert, dass im Radialschnitt axial von den Zellen zumeist eine einzige Zellreihe, peripher von den cortischen Pfeilern 3—4 Haarzellreihen zu liegen kommen (Taf. XXII, Fig. 103, 104). Die Haarfortsätze der Haarzellen sind distinct gestellt und entsprechend der Anzahl und Stellung der Haarzellen nachweisbar, sie erstrecken sich kegelförmig zugespitzt gegen die Corti'sche Membran und zeigen sich unter starker Vergrößerung aus einer Anzahl (5—10) stark lichtbrechender Primitivfasern zusammengesetzt; von welchen die axiale die längste ist und die nach der Peripherie an Länge abnehmen. Aus diesem Verhalten der Primitivfasern folgt die Kegelform des ganzen Haarfortsatzes. Am Lumenrand finden sich die Zellen von einem linearen stark lichtbrechenden Saum gedeckt, durch welchen die Hörhärchen gleichsam durchgesteckt erscheinen.

Die Crista spiralis erscheint deutlich aus 2 Theilen zusammengesetzt, einem grossen bindegewebigen Abschnitt, der aus einer homogenen oder feinfaserigen Grundsubstanz und zahlreichen spindelförmigen Bindegewebszellen besteht (eine kernlose Zone, wie sie an den höheren Säugern gefunden wird, fehlt der *Echidna*) und einem cubischen Deckepithel, welches die Crista an ihrer dem endolymphatischen Raum zugewendeten Fläche bekleidet und sich axialwärts in das Epithel der Membrana vestibularis fortsetzt (Taf. XXII, Fig. 103, *Crs*).

Das Labium tympanicum ist überall entwickelt, das Labium vestibulare jedoch an der Crista spiralis des distalen Theiles des Basilarkanales noch nicht vorhanden (Taf. XXII, Fig. 103, 104, *Crs*, *Lt*, *Lv*).

Dem Epithel der *Crista spiralis* ist die cortische Membran (Taf. XXII, Fig. 103, 104, *Me*) angelagert, die zarte Streifung (Lamellirung) zeigt, sich bis in den axialen Winkel der Pars basilaris fortsetzt und peripherwärts bis an die äusseren Haarzellen heranreicht. Die CORTI'sche Membran steht am Präparat mit den Haarfortsätzen in keiner continuirlichen Verbindung.

Das *Ligamentum spirale* (Taf. XX, Fig. 96, *Lspi*; Taf. XXII, Fig. 103, 104, *Lsp*) stimmt in seinem Bau mit dem bindegewebigen Theil der *Crista spiralis* überein. Die Zellen sind besonders im peripheren Theil des *Ligamentum* verdichtet und auch knapp unter dem Deckepithel des endolymphatischen Kanals zu einer soliden Zone angeordnet, ohne dass daselbst besonderer Gefässreichtum constatirbar wäre; die glashelle Zone fehlt. Axialwärts verbreitert sich die *Crista spiralis* zu einem ähnlich dem *Ligamentum spirale* ausgespannten Band (Taf. XXII, Fig. 103, 104, *Lsp<sub>1</sub>*), in welches der Nervus basilaris und das Ganglion basillare aufgenommen ist. Die Spirallamellen sind auch in der Anlage nicht vorhanden.

Am Uebergang in das Vorhofende des Basilarkanals bzw. in den Vorhofblindsack verstreicht der *Sulcus spiralis externus*. Der endolymphatische Kanal wird kleiner und nimmt im Querschnitt mehr und mehr ovale Form an unter Verstreichen der 3 von seinen Wänden eingeschlossenen Winkel. Das *Ligamentum spirale* schiebt sich von der peripheren Wand des Basilarkanals immer mehr unter die *Membrana basilaris* und fliesst schliesslich mit dem bindegewebigen Abschnitt der *Crista spiralis* zu einem breiten Bindegewebspolster, auf welchem nun die Basilarmembran ruht, zusammen. In diesem Abschnitt fehlt die tympanische Belegschicht vollkommen. Die *Crista spiralis* verstreicht, in der *Papilla spiralis* tritt im Verlauf gegen die Mündungsstelle des *Ductus reuniens* zunächst Schwund der Haarzellen und Pfeiler ein; etwas weiter vorhofwärts sind die Stützzellen der Papillen, d. h. die HENSEN'schen Zellen, sowie die Zellen des *Sulcus spiralis internus et externus* fortgesetzt. Am Uebergang in den Vorhofblindsack verschwinden auch diese Zellen, an welche sich sodann das im Vorhofblindsack beschriebene Wandepithel anschliesst. Zwischen dieses und das Bindegewebspolster ist eine schmale hyaline Zone eingeschoben (Taf. XXII, Fig. 102 *a*).

Distalwärts wird das Bindegewebsmaschenwerk, welches an Stelle der *Lamina spiralis ossea* vorhanden ist, umfangreicher, die Scalen in Folge dessen kleiner. Gegen den Isthmus hin nimmt der Basilarkanal unter rascher Grössenabnahme der *Scala tympani* allmählich ovalen bis kreisrunden Querschnitt an (Taf. XXII, Fig. 104). Am Uebergang in den Isthmus findet sich in der Region der im übrigen fehlenden *Stria vascularis*<sup>1)</sup> hohes Cylinderepithel. An der *Crista spiralis* schwindet zunächst das *Labium tympanicum*, die *Crista* nimmt sodann im Querschnitt einfache Hügelform an und verstreicht allmählich vollständig. Die *Papilla basilaris* verflacht unter den gleichen histologischen Veränderungen wie am Vorhofende des Kanals.

Am Isthmus selbst erscheint die *Scala tympani* bereits vollkommen durch Bindegewebe geschlossen (Taf. XXI, XXIII, Fig. 101, 105, *a*). Der membranöse Kanal ist in 3 Viertheilen seiner Circumferenz von einer breiten Bindegewebszone umgeben und an die nachbarliche Knochenwand fixirt. Der ganze Kanal ist von cylindrischem Epithel bekleidet, das in der Gegend der früheren *Membrana basilaris* etwas höher ist als in der Umgebung, jedoch weder Pfeiler- noch Haarzellen mehr erkennen lässt. Die CORTI'sche Membran ist auch in diesen Regionen als mit Eosin roth tingirter Streifen, der sich längs der ganzen Basilarwand centropipheriewärts erstreckt, gut sichtbar. Endlich verschwindet auch die CORTI'sche Membran und erscheint der stark verengte kreisrunde Kanal in dem oberen inneren Theil seiner Wand von Plattenepithel, sonst von einreihigem cubischen bis cylindrischen Epithel bekleidet (Taf. XXIII, Fig. 105, *I*).

Dieses Stück des Isthmus geht unter Erweiterung in die bläschenförmige, blind endende *Lagena* über (Taf. XXIII, Fig. 105, *L*). Die *Lagena* ist im grösseren Theil ihrer Circumferenz durch ein mehr oder

<sup>1)</sup> Die Cylinderzellen der Aussenwand der Pars basilaris zeigen im Bereich der späteren *Stria vascularis* protoplasmatische, in das Lumen vorragende kurze Fortsätze, die den Haarfortsätzen der Haarzellen ähnlich erscheinen.

minder lockeres Bindegewebslager, das aus der Fortsetzung des Ligamentum spirale vom Isthmus auf die Lagena hervorgegangen ist, an die Kapselwand geheftet. Die membranöse Wand besteht aus einem 4–8  $\mu$  hohen, cubischen Epithel, einer schmalen darunter gelegenen homogenen Zone, an welche sich sodann nach aussen das perilymphatische Bindegewebe anschliesst. Die obere hintere Wand der Lagena trägt die Nervenendstelle, Macula lagenae, die im Bau vollständig mit den Nervenendstellen der beiden Säcke übereinstimmt (Taf. XXIII, Fig. 105, 106, *Ml*). Ein ziemlich starker Nervenast, in welchen ein Ganglion eingeschoben ist, versorgt diese Nervenendstelle (Taf. XXIII, Fig. 105, 106, *Nl*).

Die Ganglienzellen messen hier durchschnittlich 24:20  $\mu$  gegenüber 12:10  $\mu$  im übrigen Ganglion basilare. Das distale Ende der Lagena ist durchaus von lockerem Bindegewebe umgeben und an die nachbarliche Kapselwand fixirt.

Nervus acustico-facialis und Ganglienapparat. Die Zellen des Ganglion basilare (Taf. XXII, Fig. 103, 104 *Gb*) messen durchschnittlich 12:10  $\mu$ , die der beiden Vestibularganglien 22:28  $\mu$ . In beiden Ganglien variiren die Nervenzellen an Grösse, am Vestibularganglion mehr als am Basilarganglion. Bedeutende Grössenschwankungen zeigen auch die Zellen des Ganglion geniculi, die von 20:25  $\mu$  bis auf 30:35  $\mu$  Grösse gefunden werden. Die Faserdicke des Nervus acusticus beträgt durchschnittlich 1–2  $\mu$ , die Fasern des Nervus facialis erscheinen ein wenig dicker.

Die Zellen des Ganglion basilare sind dichter gelagert als die der beiden Vestibularganglien, welche unter einander durch eine Ganglienzellbrücke zusammenhängen, an manchen Schnitten jedoch als einheitliche Masse erscheinen. Die Vestibularganglien selbst sind reichlich von Nervenfasern durchzogen, so dass die Zellhaufen an manchen Stellen förmlich zerklüftet erscheinen. Einheitlich aufgefasst erscheint das obere Vestibularganglion grösser als das untere.

Die Nerven der beiden vorderen Ampullen vereinigen sich unweit von den Ampullen miteinander. Proximal davon tritt der Nervus utriculi zu ihnen, und aus der Vereinigung der 3 Aeste geht der Nervus utriculo-ampullaris hervor, der als anatomisch einheitlicher Ast in das obere Vestibularganglion übergeht. Relativ bedeutende Selbständigkeit besitzt der Nerv der unteren Ampulle (Taf. XIX, Fig. 94a, *Nai, Nn*): er verläuft von der Crista ampullaris inferior zunächst innerhalb der Labyrinthkapsel, der Kapselwand angelagert, und tritt sodann in einen eigenen Knochen- und Knorpelkanal ein, welchen durchziehend er in den inneren Gehörgang gelangt. In diesen Nerven mündet unweit seines Eintrittes in den Knochenkanal das von der Macula neglecta kommende Aestchen.

Der Nervus sacculi, der in kleine Bündel gespalten, sich von der Macula sacculi gegen die Kapselwand biegt, durchzieht diese in Form eines soliden Nervenbündels auf dem Wege eines kurzen Kanals, ihm parallel verläuft ein feiner, vom unteren Theil der Macula sacculi kommender Ast, der ihm parallel centralwärts zieht und sich noch vor dem Eintritt in den inneren Gehörgang mit dem Nervus sacculi vereinigt. Der Nervenast der unteren Ampulle mündet in das untere Vestibularganglion, das weiter nach hinten reicht als das obere und mit zarten Faserzügen auch mit dem Ganglion basilare in continuirlicher Verbindung steht. Höher oben, am Uebergang des unteren in das obere Vestibularganglion tritt der Nervus sacculi in das Ganglion vestibulare inferius ein. Das Ganglion vestibulare superius erscheint durch einen Nervenfasersrang mit dem Nervus facialis bzw. dem Knieganglion verbunden. Auch dem Nervus intermedius entsprechende Nervenstämmchen sind nachweisbar, die vom centralen Theil sich abspalten und verschieden weit isolirt verfolgbar sind. Manche dieser feinen Aeste gehen bald wieder in den Acusticus über, andere zeigen vorübergehend anatomische Vereinigung mit dem Nervus facialis. Die längsten der Aeste reichen in der Form isolirter Faserzüge bis an die Knieganglienzellen und strahlen dann zum Theil in das obere Vestibularganglion, zum Theil in den Nervus facialis oder in das Knieganglion

ein. Centralwärts vereinigen sich, wie oben erwähnt, die beiden Vestibularganglien zu einer einheitlichen Ganglienmasse, aus welcher in der Richtung gegen den Hirnstamm ein kurzer, im Querschnitt rundlicher Nervenstamm, die Radix vestibularis n. acustici, hervorgeht. Dem vorderen Contour dieses Nerven angelagert und zugleich medial von demselben findet sich die Radix cochleae (basilaris); über beide zieht der Nervus facialis hinweg und in einer von allen 3 genannten Nervenästen eingeschlossenen Furche verlaufen die dem Nervus intermedius entsprechenden Aestchen. Im weiteren centripetalen Verlauf vereinigt sich sodann die Radix vestibularis mit der Radix cochleae zu einem Stamm. Einige den Nervus intermedius repräsentirende Aestchen sind hingegen isolirt so weit centralwärts zu verfolgen, als überhaupt am vorliegenden Präparat der Nerv erhalten ist.

Reichliche Anastomosen bestehen zwischen dem Nervus basilaris (und zwar vor allem seiner Vestibularportion), und dem betreffenden Theil seines Ganglion (s. o.) mit dem Ganglion vestibulare inferius und dem aus ihm hervorgehenden centralen Faserzug.

Der Nervus lagenae (Taf. XXIII, Fig. 105, 106, *Nl*), der, von seiner Nervenendstelle kommend, nach aussen und hinten umbiegt, strahlt in einen zum Ganglion basilaris gehörigen Ganglienabschnitt ein, dessen Zellen grösser sind als die des Ganglion basilaris und in Bau und Lage mit den Ganglienzellen der beiden Vestibularganglien übereinstimmen. Im Verlauf von der Nervenendstelle bis zum Ganglion zeigt der genannte Nerv vollkommene anatomische Selbständigkeit. Centralwärts vom Ganglion vereinigt er sich mit dem Nervus basilaris, der dem Nervus lagenae angehörende Abschnitt selbst hängt durch reichliche Faserzüge mit dem distalen Ende des Ganglion basilaris zusammen, liegt aber von seiner Nervenendstelle weiter entfernt als das Ganglion basilaris von der seinen.

Das Ganglion geniculi ist weit peripherwärts vorgeschoben und ist in der Region gelegen, in welcher der knorpelige (knöcherne) Facialiskanal nicht mehr vollständig geschlossen erscheint; das Ganglion zeigt Spindelform. Nur ein Theil der Fasern des Nervus facialis tritt in das Ganglion selbst ein, während ungefähr zwei Drittel der Facialisfasern lateral und vor dem Ganglion über dasselbe hinwegziehen; centralwärts verschmälert sich das Ganglion allmählich und setzt sich in Form eines kurzen, schmalen Ganglionzellstreifens gegen das Ganglion vestibulare hin fort, mit welchem es jedoch nur durch Fasern, nicht durch einen continuirlichen Ganglienzellzug zusammenhängt. Der Nervus facialis selbst scheint im inneren Gehörgang mit dem Nervus octavus vereinigt, dessen lateraler und oberer Fläche er angelagert ist. Im histologischen Bild ist er durch seine ein wenig dickeren Fasern (s. o.) gegenüber den Octavusfasern als Stamm isolirbar. In der Tiefe des Gehörganges lenkt er vom Acusticus ab und tritt in einen isolirten Kanal ein, der zunächst durch Knochen bzw. Knorpel allseitig geschlossen erscheint, distalwärts jedoch nur einer knorpeligen bzw. knöchernen Rinne entspricht, die nach aussen durch einen dicken Faserzug vom Bindegewebe geschlossen ist.

Labyrinthkapsel und perilymphatisches Gewebe. Die Labyrinthkapsel ist an ihrer Innen-(Lumen-)fläche fast überall in dünner Schicht verknöchert, so dass in dieser Altersstufe mit Recht von einem selbständigen Knochenlabyrinth gesprochen werden kann. In der directen Umgebung dieser dünnen Knochenlamelle findet sich noch überall Knorpel, in der weiteren Umgebung des Petrosus ist an einzelnen Stellen die Knochenbildung bereits vollendet, an anderen im Gange. Die knöchernen Bogengänge (Taf. XIX, Fig. 91, 92) zeigen sich 2–4mal so weit als die membranösen Kanäle und etwas kürzer als diese. Die knöchernen Ampullen sind schärfer begrenzt als vorher; vor allem sind auch vorhofwärts scharfe Grenzen gegeben; dabei wiederholen die knöchernen Ampullen ungefähr die Form der häutigen, sind jedoch etwa doppelt so gross als diese (Taf. XXIII, Fig. 107). Der knöcherne Bogengang geht in der Weise in die Ampulle über, dass nur die centrale Wand des Kanals sich zur Ampulle ausbaucht, während die periphere

Wand in ungeänderter Richtung weiterzieht. Die Crista vestibuli (Taf. XIX, XX, Fig. 95, 97, *Cto*), der Recessus ellipticus und sphaericus sind deutlich ausgeprägt.

Die solide Stapesanlage (Taf. XX, Fig. 96, *Sta*) ist gegen das Vestibulum nicht vorgeschoben und gegen das perilymphatische Lumen hin von einer breiten endostalen Gewebsschicht überzogen, die sich in die endostale perilymphatische Zone des Vestibulum fortsetzt. Das basilare Fenster ist durch die Membrana tympani secundaria verschlossen, an die sich paukenhöhlenwärts breite Nervenfasernähte anschliessen (Taf. XX, Fig. 97, *Fb*, *Mts*, *N*).

Die knöcherne Pars basilaris und die Lagena stellen einen schwach nach aufwärts gebogenen, fingerförmigen Fortsatz dar, dessen distales, blind geschlossenes Ende nach bedeutend kleinerem Radius gekrümmt ist als der übrige Theil. Die Lamina spiralis ossea primaria und secundaria fehlen vollständig (Taf. XXI, Fig. 100, 101; Taf. XXII, Fig. 102, 103) und werden durch entsprechende Bindegewebszüge ersetzt. Das knöcherne Basilarrohr zeigt gegen den kurzen inneren Gehörgang nur die für die durchtretenden Nervenfasern bestimmten Lücken, welche einen Tractus spiralis (basilaris) foraminosus formiren. Im Uebrigen erscheint das Rohr gegen den inneren Gehörgang vollkommen geschlossen (Taf. XXI, Fig. 100, 101).

Das perilymphatische Gewebe besteht aus einer breiten endostalen und ausgedehnten subepithelialen Zone, die intermediäre ist locker gefügt, der perilymphatische Raum in verschiedenen Dimensionen entwickelt, und zwar stellenweise an der concaven Seite der häutigen Bogengänge (Taf. XIX, Fig. 91, 92, *pl*, *pi*, *ps*) und an der Cisterna perilymphatica sowie an den Scalen (Taf. XXI, Fig. 100, 101, *Se*, *Sl*) in Form grösserer zusammenhängender Hohlräume. Im Uebrigen setzen sich die perilymphatischen Räume aus kleineren, von den perilymphatischen Gewebszügen begrenzten Maschenräumen zusammen, die am gefärbten Präparat entweder leer oder von einem äusserst feinkörnigen oder homogenen, eosinrothen Gerinnsel erfüllt getroffen werden. Diese letzteren finden sich bemerkenswerter Weise an denjenigen Stellen, an welchen das Maschenwerk noch am dichtesten ist (Taf. XIX, Fig. 91, 92, *a*), d. h. an denjenigen, an welchen das häutige Rohr der knöchernen Wand relativ nahe ist. Aus eben diesem Grunde möchte ich den Mascheninhalt nicht aus der Verflüssigung der intermediären perilymphatischen Gewebszellen herleiten, da er gerade an denjenigen Stellen, an welchen diese Verflüssigung am intensivsten vorwärts schreitet, d. h. an den grossen perilymphatischen Räumen und den Scalen, fehlt.

Die Scala vestibuli geht aus der Verschmälerung der Cisterna perilymphatica vestibuli hervor und erstreckt sich bis an die Lagena. Dort endet die Scala blind (Taf. XXIII, Fig. 105, *Se*), nachdem am Isthmus selbst unter der Bildung des Helicotrema ein Zusammenfluss beider Scalen erfolgt ist. Die Scala tympani, die bedeutend kleiner ist als die Scala vestibuli, endet blind am Basilarfenster und erstreckt sich nach aufwärts unter allmählicher Verkleinerung bis an das Helicotrema, woselbst sie sich mit der Scala vestibuli vereinigt.

Im Bereich des proximalen Theiles der Lagena findet sich an den Schnitten noch die Scala vestibuli, allerdings in kleinem Querschnitte, getroffen. Der distale grössere Theil der Lagena füllt den zur Verfügung stehenden Knochenraum vollständig aus (Taf. XXIII, Fig. 106, *L*). Eine knöcherne Leiste bezeichnet die Insertionsstelle des blinden, distalen Endes der Lagena. Die perilymphatischen Gewebspolster sind an der Pars inferior in Form des Ligamentum spirale und als breite Faserzüge entwickelt, welche das Ganglion und den Nervus basilaris zwischen sich fassen und topographisch die fehlende Lamina spiralis ossea ersetzen (Taf. XXII, Figg. 103, 104, *Lsp*).

### Erwachsene *Echidna aculeata*.

Das Labyrinth hat an Ausdehnung bedeutend zugenommen. Die häutigen Bogengänge (Textfig. 9, *Csl*) messen 200  $\mu$  im Durchmesser, ihre Wand besteht aus einer breiten subepithelialen, perilymphatischen Zone

und einem  $3-4\ \mu$  hohen Plattenepithel, das sich stellenweise an der Concavität oder Convexität der Bogengänge auf ein  $8\ \mu$  hohes cubisches Epithel erhebt. Die Ampullen stimmen im feineren Bau mit dem Stadium von 42 mm Kopfänge überein. Die epitheliale Ampullenwand verhält sich so wie die der Bogengänge.

Fig. 6.

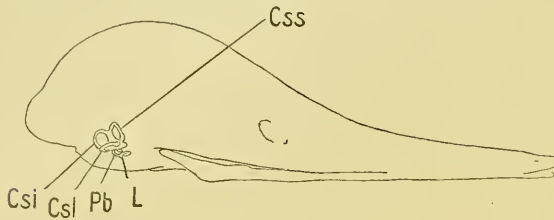


Fig. 8.

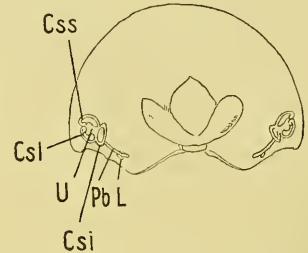


Fig. 7.

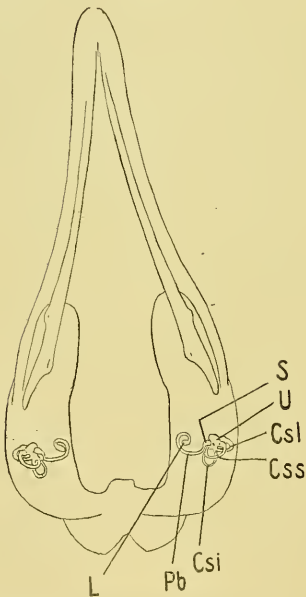


Fig. 6–8. Topographie des häutigen Labyrinthes im Schädel der erwachsenen *Echidna*: Fig. 6 Ansicht von der Seite, Fig. 7 Ansicht von unten, Fig. 8 Ansicht von hinten. U Utriculus, S Sacculus, Pb Pars basilaris, L Lagena, C C Canalis semicircularis superior, Csl Canalis semicircularis lateralis, Csi Canalis semicircularis inferior.

Das Epithel des Ductus endolymphaticus ist  $2-4\ \mu$  hoch. Der Saccus endolymphaticus zeigt vielfache Faltungen. Das reichliche, lockere perilymphatische Gewebe erscheint hier leisten- und höckerartig in das Lumen vorgewölbt und daselbst von einem  $2-8\ \mu$  hohen Plattenepithel bedeckt.

Die beiden Vorhofssäcke haben ihre Gestalt gegenüber dem vorhergehenden Stadium nicht geändert. Bezüglich der feineren Structur der Macula neglecta utriculi und des Ductus reuniens lässt sich am Präparate infolge des schlechten Erhaltungszustandes nichts aussagen (Textfig. 10). Das Neuroepithel der beiden Vorhofssäcke ist  $25\ \mu$  hoch. An den gut erhaltenen Stellen lassen sich der typische Bau des Neuroepithels, seine Zusammensetzung aus Haar- und Stützzellen sowie Haarfortsätze erkennen. Den Haarfortsätzen ist eine aus blauroth gefärbtem Gerinnsel zusammengesetzte Statolithenmembran angelagert. Die Statolithen sind nicht mit Sicherheit nachzuweisen. Bemerkenswerth erscheint die histologische Selbständigkeit der hyalinen, subepithelialen Schicht, welche an denjenigen Stellen der Maculae, an welchen das Epithel zu Grunde gegangen ist, gut erhalten und gefärbt erscheint.

Der Sinus utricularis superior misst  $200\ \mu$  im Durchmesser, seine Wand besteht aus einem  $2-4\ \mu$  hohen Plattenepithel. Ductus reuniens und Vorhofsblindsack sind vorhanden und zeigen in ihrer Form Uebereinstimmung mit dem Stadium von 42 mm Kopfänge.

Die Pars basilaris (Textfig. 13, 14) verläuft vom Vorhofsblindsack schwach nach abwärts concav, nach vorn und einwärts. Im radialen Querschnitte repräsentirt sie sich als ein annähernd ovaler Kanal,

dessen längere Achse centropäripher gestellt ist. An dem Kanale können in Analogie mit den höheren Säugethieren 3 Wände unterschieden werden: die Membrana basilaris, die Aussenwand und die Membrana vestibularis. Die Grundlage der Membrana basilaris wird von einer stark lichtbrechenden,  $2-4\ \mu$  dicken



Fig. 9. *Echidna aculeata* (erwachsen). Sagittalschnitt durch den oberen Theil des Vorhofes mit dem Utriculus (U), dem Nervus utricularis, Sacculus (S) und dem lateralen Bogengang (Csl). L. S., Hämalun-Eosin. Z. Oc., Obj. 1, Tubl. 15 cm<sup>1</sup>).

protoplasmatischen Membran (Lamina propria) gebildet, welche bei schwacher Vergrößerung eine zarte Streifung erkennen lässt. Unter derselben erstreckt sich fast über die ganze Breite der Membran die tympanale Belegschrift und von der Membran selbst noch ein Stück weit auf die Aussenwand (Ligamentum spirale) und den axialen Bezirk (untere Lefze der Lamina spiralis fibrosa [Textfig. 13, *Lsp*, *Lsp2*]).

Die Papilla basilaris ist nur an wenigen Stellen histologisch gut erhalten und stimmt an diesen mit der Papille des vorhergehenden Stadiums überein.

Die Membrana vestibularis besteht aus einer doppelten Lage platter Epithelzellen mit prominenten Zellkernen und zeigt  $4\ \mu$  Totaldurchmesser. Die Aussenwand des häutigen Kanals wird von dem breiten Ringband eingenommen, das an der Insertionsstelle der Basilarmembran eine hyaline Zone erkennen lässt. Sonst besteht das Ligament aus faserigem Bindegewebe, zeigt fast in allen Theilen übereinstimmenden Kernreichthum und verschmälert sich nach auf- und abwärts in die verhältnissmässig dicke periostale Auskleidung der beiden Scalae. Die Stria vascularis ist nicht nachweisbar, desgleichen fehlen die Prominentia spiralis und der Sulcus spiralis externus. Das Ligamentum spirale zeigt geringen Blutgefässgehalt. Nach der ganzen Anordnung des Bindegewebes kann auch an der axialen Seite des Kanals von einem Ringband gesprochen werden, welches in seiner Form ungefähr einer auf das Doppelte bis Vierfache verdickten Lamina spiralis ossea der höheren Säugethiere entspricht.

Die Lamina spiralis ossea fehlt bei *Echidna* vollständig. Der Knochen hört in der Wandflucht des knöchernen Basilarrohres auf, und die peripheren Nervenfasern

1) Bezgl. der in Fig. 9-14 gebrauchten Zeichen siehe das alphabetische Verzeichniss am Schlusse.

sowie das Ganglion basilare sind durchaus von Bindegewebe umgeben (Textfig. 13, *Lspi*, Ligamentum spirale internum). Die Faserlage, die hierbei die Nervenbündel von oben deckt, ist erheblich dicker als die untere. Dieses Bindegewebe wird von den von der Papilla basilaris kommenden Nervenfasern auf dem Wege zum Ganglion basilare durchzogen (Textfig. 13, *Nb*, *Gb*). Es vertritt bei *Echidna* die fehlende Lamina spiralis ossea. Das Ligamentum spirale zeigt am radialen Querschnitte überall die Form des türkischen Halbmondes. Die Lamina spiralis ossea secundaria ist bei *Echidna* nicht entwickelt. Die Crista spiralis ruht auf den peripheren Theilen der oberen Lefze der Lamina spiralis fibrosa und stimmt in Gestalt und histologischem Bau mit der Crista spiralis der höheren Säuger überein: sie erscheint aus einer basalen Zone von spindelförmigen Bindegewebszellen, aus einer mittleren protoplasmatischen und einer oberen Epithelzone zusammengesetzt. Die Epithelzellen scheinen in ihr palissadenförmig angeordnet. Die beiden Scalae sind vollkommen wegsam.



Fig. 10. *Echidna aculeata* (erwachsen). Sagittalschnitt durch den unteren Theil des Vestibulum. L. S. Hämalan-Eosin Z. Oc., Obj. 1, Tubl. 15 cm.

Der beschriebene Bau gilt für den mittleren Theil der Pars basilaris.

In der Richtung gegen den Vorhof wird die Lamina spiralis schmaler, es verstreicht der obere Winkel, und unter Gewinnung eines vollkommen ovalen Querschnittes und bedeutender Verengung erfolgt der Uebergang der Pars basilaris in den Vorhofsblindsack.

Gegen die Lagena verbreitert und vergrößert sich der Kanal bis an den Isthmus, vor welchem er sich unter Beibehaltung dreieckiger Querschnittsform (oberer und axialer Winkel ungefähr 40°, lateraler 100°) rasch verkleinert. Am Isthmus selbst verstreicht die Papilla basilaris. Unter allmählicher Erweiterung des Lumens geht sodann der Isthmus in die ovoide Lagena über, in welcher sich die mit den Maculae der Vorhofssäcke vollkommen übereinstimmende Macula lagenae findet (Textfig. 14, *L*, *Pl*).

Der *Tractus spiralis foraminosus* (Textfig. 11) ist bedeutend kürzer als die *Pars basilaris*, und so kommt es, dass die vom distalen Theil des basilaren Rohres kommenden Nervenfasern und desgleichen die Fasern des *Nervus lagenae* durch eine ziemlich grosse Strecke von ihrem Ganglion centralwärts noch innerhalb der knöchernen Kapsel verlaufen.

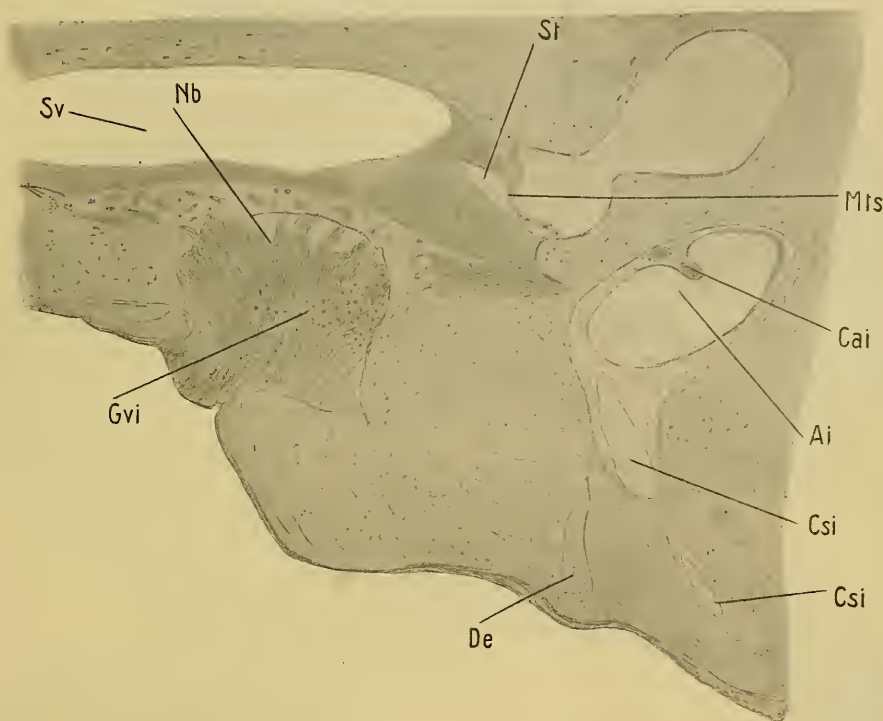


Fig. 11. *Echidna aculeata* (erwachsen). Sagittaler Durchschnitt durch die Pars inferior labyrinthi mit dem *Tractus spiralis foraminosus* und dem *Meatus auditorius internus*. L. S., Hämalun-Eosin. Z. Oc., Obj. 1, Tubl. 15 cm.

An einer Stelle proximal vom Isthmus verschmelzen beide Scalen mit einander unter Bildung des *Helicotrema* (Textfig. 14, *Sv, St, II.*). Am Isthmus selbst findet die *Scala tympani* ihr Ende. Der häutige Kanal erscheint daselbst durch eine solide Faserplatte an die Knochenwand geheftet. Die *Scala vestibuli* erstreckt sich über den Isthmus hinaus noch auf einen kleinen Abschnitt der *Lagena* und endet hier gleichfalls blind. Der grössere Theil der *Lagena* füllt den zur Verfügung stehenden Raum vollständig aus.

**Nervus acustico-facialis und Ganglion acustico-faciale:** Die Ganglienzellen des *Vestibularganglion* messen  $26:32\ \mu$ . Das *Vestibularganglion* zerfällt in einen oberen und unteren Abschnitt, welche durch eine Verbindungszone von Ganglienzellen und Nervenfasern mit einander in breitem Zusammenhang stehen (Textfig. 12, *Gvi, Gvs*). Im Uebrigen sind die beiden Ganglien nicht durch einen soliden Zellhaufen repräsentirt, sondern reichlich von Faserbündeln durchzogen; das obere *Vestibularganglion* versorgt den *Utriculus* und die beiden vorderen *Ampullen*, das untere den *Sacculus*, die *Ampulla*



Fig. 12. *Echidna aculeata* (erwachsen). Querschnitt durch den Meatus auditorius internus mit den beiden Vestibularganglien (*Gvs*, *Gvi*). L. S., Hämalaun-Eosin. Z. Oc., Obj. 1, Tubl. 15 cm.



Fig. 13. *Echidna aculeata* (erwachsen). Verticalschnitt durch die Pars basilaris mit dem regionären Nerven und dem Ganglion basillare. L. S., Hämalaun-Eosin. Z. Oc., Obj. 3, Tubl. 15 cm.

inferior und die Macula neglecta ampullaris. Das Ganglion basilare (Textfig. 12, *Gb.*) besteht aus  $24 : 28 \mu$  grossen Zellen. Es hängt nach aufwärts mit dem unteren Vestibularganglion zusammen, gegen welches hin seine Zellen ein wenig an Grösse zunehmen. Distalwärts verläuft das Ganglion der Richtung der Pars basilaris angeschlossen und endet mit einem selbständigen Antheile, der die von der Lagena kommenden Fasern aufnimmt.

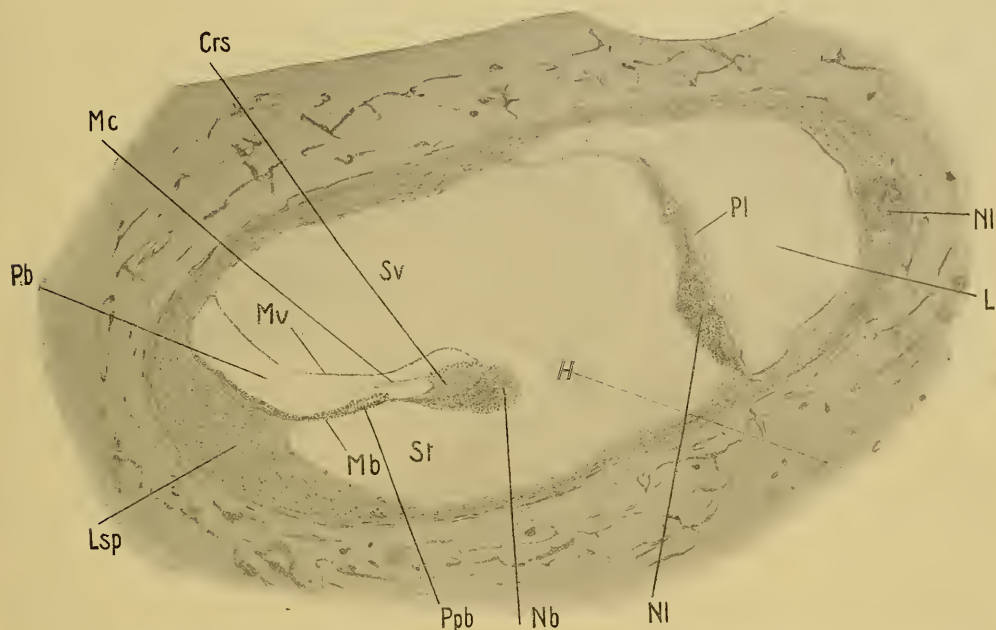


Fig. 14. *Echidna aculeata* (erwachsen). Verticalsechnitt durch den distalen Theil der Pars basilaris (*Pb*) und die Lagena (*L*) L. S., Hämalan-Eosin. Z. Oc., Obj. 3. Tubl. 15 cm.

Der Nervus intermedius ist deutlich nachweisbar.

Das Knieganglion ist verhältnissmässig klein und besteht aus  $30 : 40 \mu$  grossen Zellen. Es hängt mit dem oberen Vestibularganglion nicht zusammen und entsendet einen Ganglienzellstreifen in den Nervus petrosus superficialis.

Das obere Vestibularganglion und der obere Nerv selbst (Nervus utriculo-ampullaris) sind als durchaus selbständig anzusehen. Der Nervus sacculo-ampullaris dagegen und der Nervus basilaris vereinigen sich centralwärts zu einem einzigen Stamm, und selbst schon in der Region des unteren Vestibularganglion zeigt der Nervus basilaris vielfach Anastomosen mit dem Nervus sacculo-ampullaris.

Nach den Verhältnissen, die sich bei der erwachsenen *Echidna* ergeben, kann man somit in Uebereinstimmung mit der Gruppierung an den höheren Säugethieren den Acusticus aus zwei Aesten (Ramus superior = Nervus utriculo-ampullaris; Ramus inferior = Nervus sacculo-ampullaris + Nervus maculae neglectae + Nervus basilaris + Nervus lagenae) zusammengesetzt auffassen oder von drei Aesten sprechen:

Ramus superior = Nervus utriculo-ampullaris,

Ramus medius = Nervus sacculo-ampullaris + Nervus maculae neglectae ampullaris.

Ramus inferior = Nervus basilaris + Nervus lagenae.

Was die Selbständigkeit der peripheren Aeste anlangt, so wäre hier nur das vom Stadium von 42 mm Kopflänge Gesagte zu wiederholen.

Nahe der Eintrittsstelle in den Hirnstamm zeigt sich der Nervus acustico-facialis als ein von oben nach unten ein wenig abgeplatteter Nervenstamm, an dessen medialer und oberer Seite sich der Nervus facialis unschwer isoliren lässt. Im Verlaufe gegen die Peripherie bleibt der Nervus facialis stets an der oberen Fläche des Nervus acusticus gelegen, schiebt sich jedoch immer mehr lateralwärts und verlässt endlich, in einen eigenen Knochenkanal abzweigend, den Nervus acusticus als anatomisch einheitlicher Stamm.

Labyrinthkapsel und perilymphatisches Gewebe. Die Labyrinthkapsel ist durchaus verknöchert und entspricht vollkommen derjenigen Gestalt, die DENKER in seiner Arbeit an Ausgüssen der Labyrinthkapsel beschrieben und abgebildet hat.

Die knöchernen Bogengänge sind gegen die äussere Knochenschale des Petrosus durch spongiösen Knochen gedeckt und reichen bis nahe an die äussere Lamelle des Knochens heran, ein Verhalten, in welchem sich eine gewisse Aehnlichkeit des Gehörorgans der *Echidna* mit dem der Vögel kundgiebt. Beseitigt man vorsichtig die Spongiosa, so lassen sich schon von aussen her ohne weitere Präparation die Scheitel der 3 Bogengänge isoliren und der ganze die Bogengänge umfassende Knochenabschnitt darstellen.

Von den 3 Bogengängen ist der obere Kanal der längste, der laterale der kleinste. Die Flächenkrümmung ist am meisten im oberen Bogengange ausgeprägt, der, von oben gesehen, S-förmige Biegung derart zeigt, dass sein vorderer Theil (ampullarer Abschnitt) lateralwärts convex, der hintere (Sinusabschnitt) lateralwärts concav erscheint. Die Mittelebene des oberen Bogenganges schliesst mit der sagittalen Medianebene des Kopfes nach aufwärts und vorn einen Winkel von ungefähr 45° ein (Textfig. 8). Der hintere Bogengang begrenzt mit der sagittalen Medianebene des Kopfes einen nach hinten offenen Winkel von ungefähr 45°. Der Bogengang zeigt keine nennenswerthe Flächenkrümmung, seine Ebene erstreckt sich von hinten-oben nach vorne-unten. Die Ebene des lateralen Bogenganges schliesst mit der sagittalen Medianebene des Kopfes einen nach aufwärts gerichteten Winkel von annähernd 50° ein. Die Crista vestibuli ist deutlich als Leiste erkennbar, durch welche das Vestibulum in zwei Abschnitte, einen grösseren (Recessus ellipticus) und einen kleineren (Recessus sphaericus), geschieden wird. Im Recessus ellipticus ist der Utriculus gelegen, durch welchen der Recessus fast vollständig ausgefüllt wird, im Recessus sphaericus ist der Sacculus wandständig fixirt. Der ampullare Schenkel des hinteren Bogenganges und das Sinusende des lateralen Bogenganges vereinigen sich zu einem einzigen knöchernen Kanal, durch welchen sie in den Vorhof übergehen. Bemerkenswerth erscheint weiters die Kleinheit des Vorhofes bei relativ grossem Vorhofsfenster. Dieses letztere ist durch das breite, solide Stapesende verschlossen (Textfig. 10, *Sta.*) Der Knochen der Umgebung springt nur wenig vor, in Folge dessen die Fensterregion in der Ansicht von der Paukenhöhle flach erscheint. Das Basilarfenster ist, wie man sich an mikroskopischen Präparaten leicht überzeugen kann, und wie auch DENKER hervorhebt, rein nach hinten gerichtet und an makroskopischen Objecten von aussen her durch das vorspringende Promontorium fast vollständig gedeckt. Ich möchte auf diese Verhältnisse und auf zufällige Befunde an Wachsausgüssen die Thatsache zurückführen, dass HYRTL (19) das Basilarfenster entgangen ist und er zur Annahme veranlasst wurde, dass dieses Fenster bei *Echidna* fehle.

Die beiden Aquäduce sind vorhanden.

Das Vestibulum verengt sich nach vorn allmählich zur Scala vestibuli der Pars basilaris. Die Scala tympani beginnt am Basilarfenster und zeigt bedeutend kleineren Durchmesser als die Scala vestibuli. Die Pars basilaris verläuft vom Vestibulum aus rein medianwärts und ein wenig nach unten (schliesst mit der Horizontalebene einen Winkel von etwa  $25^{\circ}$  ein), sodann unter Entwicklung einer halben Schneckenwindung nach vorn und aussen. Die knöchernen Spiralblätter (*Lamina spiralis ossea primaria* und *secundaria*) fehlen und sind durch entsprechende Bindegewebszüge ersetzt.

Die ganze Labyrinthkapsel ist derart gelegen, dass die Pars superior nach oben und aussen, die Pars inferior nach innen und unten zu liegen kommt. Gegen die Schädelhöhle zu ist die Pars basilaris durch eine Knochenzone, die zum Theil spongiösen Bau erkennen lässt, zum grösseren Theil jedoch aus compactem Knochen besteht, gedeckt. Der innere Gehörgang zeigt einen kreisrunden Porus acusticus internus von nahezu 2 mm Durchmesser. Er ist 2 mm lang und verläuft in fast rein frontaler Richtung. In der Tiefe zeigt er sich ebenso weit wie an seiner Mündungsöffnung in der Schädelhöhle. Sein oberer Abschnitt erscheint in den *Canalis facialis* fortgesetzt. Im Uebrigen finden sich im Fundus des inneren Gehörganges drei Gruppen von feinen Lücken, durch welche die eintretenden Nervenfasern in den für sie bestimmten Kanälchen zum häutigen Labyrinth gelangen. Die erste, am weitesten nach vorn gelegene und grösste Gruppe dieser Lücken (*Macula cribrosa anterior*) ist für die Pars basilaris und die *Lagena* bestimmt. Die zweite, die nach der Lage als *Macula cribrosa superior* zu bezeichnen wäre, führt in den oberen Theil des Vestibulum und gehört dem *Nervus utriculo-ampullaris*. Die dritte, *Macula cribrosa inferior*, gehört den Knochenkanälchen an, durch welche der *Nervus saccularis* und *ampullaris inferior* mit dem *Nervus maculae neglectae ampullaris* zu ihren Nervenendstellen gelangen.

Die *Membrana tympani secundaria* zeigt einen Dickendurchmesser von  $45 \mu$ , ist in die Scala tympani mässig concav vorgebuchtet und besteht aus drei Zelllagen: einer dicken bindegewebigen Faserlage als Grundsubstanz, einer endostalen, perilymphatischen Gewebsschicht an der der Scala zugewendeten Fläche und einer zarten, gegen die Paukenhöhle gerichteten Epitheldecke.

Das perilymphatische Gewebe ergibt in seiner Gruppierung Uebereinstimmung mit dem Bau desselben Gewebes an erwachsenen höheren Säugethieren. Die subepitheliale und mehr noch die endostale Schicht ist jedoch überall auffallend dick und zellreich. Es sei hier besonders auf die Pars inferior und den knöchernen Basilarkanal verwiesen (Textfig. 13 und 14). Die Vergrösserung der perilymphatischen Gewebsplatte, welche bei *Echidna* aus dem Fehlen der *Lamina spiralis ossea* folgt, wurde bereits oben erörtert.

Die intermediäre Zone ist nur in der directen Umgebung der Nervenendstellen und Nervenbündel, an den Ampullen, dem Utriculus (besonders an der hinteren und oberen Wand) und an der *Lagena* vorhanden, sonst unter Hinterlassung grosser perilymphatischer Räume geschwunden. Die perilymphatischen Räume sind wie an den Säugern gegliedert, wonach grosse kanalförmige Räume an der concaven Seite der Bogengänge, die *Cisterna perilymphatica vestibuli* und die beiden *Scalen* unterschieden werden können.

Der Knochen erscheint knapp an den Labyrinthhöhlräumen blutgefässreicher als in den entfernten Schichten des *Petrosum*.

Der äussere Gehörgang wendet sich von seinem Ende aus zunächst nach vorn, erscheint somit nach hinten concav, im inneren Theile verläuft er fast in gerader Linie nach hinten, um an dem flachen, fast horizontal gestellten *Tympanicum* zu enden. Er zeigt in seinem äusseren Theile einen grösseren Durchmesser als in seinem medialen Abschnitte. Das *Tympanicum* zeigt U-Form, entsprechend den drei Seiten eines Quadrates von etwa 6 mm Seitenlänge, dessen obere Seite fehlt. An dieser letzteren Stelle streicht der Knochen flach nach oben aus. Der *Sulcus membranae tympani* ist fast 1 mm breit. Der Hammergriff erstreckt sich im Trommelfell bis etwa 1 mm unter das Centrum nach abwärts. Das

Trommelfell ist mässig gewölbt. Die Paukenhöhle besitzt einen verhältnissmässig grossen Tiefendurchmesser. Sie verengt sich nach oben und vorn zum Ostium tympanicum tubae, nach hinten erscheint sie concav geschlossen. Das Tubenrohr ist kurz und erstreckt sich gerade nach aussen und vorn. Die knöcherne Tube misst 2—3 mm Länge. Dieselbe erstreckt sich wie die häutige Tube fast rein nach vorn in der Richtung gegen den Unterkiefer. Die mediale Wand der Trommelföhle erscheint fast durchwegs flach. Entfernt man Hammer und Amboss und ihren Band- und Muskelapparat, so erblickt man den relativ kleinen Steigbügel nach oben weit über dem Niveau des oberen Trommelfellrandes und hinten und oben das Basilarfenster, dessen Lichtung nach hinten gerichtet ist. In der Umgebung des Basilarfensters beginnt eine kleine nach hinten und oben gerichtete Ausstülpung der Paukenhöhle, in welcher sich spongiöser Knochen findet: dieser Abschnitt muss wohl mit dem Antrum tympanicum in Homologie gebracht werden. Nach abwärts und vorn erstreckt sich der spongiöse Knochen bis an die Region des Basilarfensters, das in Folge dessen bei oberflächlicher Betrachtung gegen die Paukenhöhle geschlossen scheint.

## Vergleichender Theil.

### Die Formentwicklung des Labyrinthes von *Echidna*.

#### a) Allgemeine Entwicklung des *Echidna*-Labyrinthes.

Nach der ganzen Formentwicklung des inneren Ohren lassen sich bei *Echidna* vier Zeitperioden unterscheiden. In jeder dieser Perioden gelangt die Labyrinthblase von einer charakteristischen Gestalt zu einer anderen, die neue Periode charakterisirenden Form. Die erste Periode reicht von der ersten Anlage des Ohrlabyrinthes bis zur Vollendung der Abschnürung des Bläschens vom Ektoderm, die zweite bis zum ersten Auftreten der Bogengänge, die dritte bis zur vollzogenen Differenzirung aller, an der vollkommen entwickelten Pars superior anatomisch unterscheidbaren Theile, die vierte bis zur Wachsthumsvollendung.

Die erste Periode ist an dem vorliegenden Material nicht mehr vertreten. In dem jüngsten Stadium, das ich untersuchen konnte (Stadium 40), hat die Labyrinthblase ihren Zusammenhang mit der Kopfeidermis bereits verloren, erscheint somit vollständig von derselben abgeschnürt. Die zweite Periode reicht von Stadium 40 bis Stadium 44, die dritte von Stadium 44 bis 46, die vierte bis zum Stadium 51.

In der jungen *Echidna* von 42 mm Kopflänge erscheint die Formentwicklung des Labyrinthes bereits vollendet, und die weiteren Wachstumsveränderungen folgen alle nur aus einer gleichmässigen Grössenzunahme des Ohrlabyrinthes, bei welcher alle Theile an Länge gewinnen, die meisten auch an Lumenweite, während nur wenige Kanäle (Ductus endolymphaticus, Canalis utriculo-saccularis, Ductus reuniens, Caecum vestibulare) unverändertes Lumen behalten oder sogar eine Verengung, d. h. Verdünnung erfahren.

Am Beginn der zweiten Periode setzt sich das häutige Labyrinth lediglich aus dem kurzen Ductus endolymphaticus und dem Saccus communis zusammen, der keine weitere Theilung erkennen lässt (Taf. I, Fig. 1—4). Im Laufe der zweiten Periode kommt es unter allgemeiner Grössenentwicklung der Theile und unter Verlängerung des Ductus endolymphaticus nach aufwärts zum Auftreten der Plica semicircularis communis (Stadium 41) und des zunächst nach vorn gerichteten Fortsatzes, der die Pars inferior darstellt. Zur gleichen Zeit erfolgt durch eine, an dem vorderen Contour der Labyrinthblase sich einstellende Einkerbung die Andeutung der Theilung des Ohrlabyrinthes in Pars superior und inferior (Taf. I, Fig. 4), welche Theilung in den nächstfolgenden Stadien an Deutlichkeit gewinnt, so dass am

Ende der zweiten Entwicklungsperiode die Pars inferior gegen die Pars superior vollkommen begrenzt erscheint.

Die Plica semicircularis lateralis (Taf. I, Fig. 5, 6, *PsL*.) tritt fast gleichzeitig mit der Plica semicircularis communis auf und ist in Stadium 42 bereits deutlich vorhanden. Am Ende der zweiten Entwicklungsperiode lassen sich am Ohrlabyrinth folgende Theile nach ihrer Gestalt unterscheiden:

A. Pars superior:

- 1) die drei Bogengänge mit den drei Ampullen,
- 2) der Utriculus mit dem Sinus utricularis superior und anterior.

B. Pars inferior:

- 1) Sacculus,
- 2) Pars basilaris mit nach aufwärts gebogenen Ende (Lagena),

C. Ductus endolymphaticus.

Utriculus und Sacculus stehen am Ende der zweiten Periode noch in weiter gegenseitiger Communication. Der Ductus endolymphaticus öffnet sich gerade in diese Uebergangsregion, während er nach der Richtung des Rohres allerdings seine Fortsetzung im Sacculus erhält.

In der dritten Entwicklungsperiode erfolgt zunächst die gleichmässige Vergrößerung des Ohrlabyrinthes auf der Grundlage der am Ende der zweiten Periode erreichten Gestalt. Sodann tritt die vollkommene, gestaltliche Differenzirung des Sinus utricularis inferior ein und die Theilung des endolymphatischen Kanales in Ductus und Saccus endolymphaticus. An der Pars inferior kommt es schon von Beginn der dritten Entwicklungsperiode an unter besonderer Längenzunahme zu weiteren Differenzirungen. Die Lagena erhält definitive Form und durch den Isthmus lagenae exacte Begrenzung gegen die Pars basilaris. Am unteren Ende des Sacculus ermöglicht eine auftretende winklige Knickung des häutigen Kanals eine genaue Abgrenzung des Sacculus gegen die Pars basilaris. Die Communicationsöffnung zwischen Utriculus und Sacculus hat wesentliche Verkleinerung erfahren und wäre als Foramen utriculo-sacculare zu bezeichnen. Am Ende der dritten Entwicklungsperiode setzt sich somit das Ohrlabyrinth aus folgenden Theilen zusammen:

A. Pars superior:

- 1) die drei Bogengänge mit den drei Ampullen,
- 2) Utriculus,
- 3) Sinus utricularis anterior (Recessus utriculi), Sinus utricularis superior, Sinus utricularis inferior.

B. Pars inferior:

- 1) Sacculus mit dem Processus utriculo-saccularis.
- 2) Pars basilaris,
- 3) Lagena.

C. Ductus und Saccus endolymphaticus.

Im Laufe der vierten Entwicklungsperiode treten an der Pars superior keine, bisher noch nicht differenzirten Abschnitte neu in Erscheinung. An der Pars inferior dagegen kommt es zunächst, besonders durch eine von der lateralen Seite her erfolgende Einschnürung des Sacculus an seinem unteren Ende zur Ausbildung des Ductus reuniens [Stadium 48] (Taf. III, Fig. 20). Die winklige Abknickung der Pars basilaris in den Sacculus, die ungefähr einem Winkel von  $120^\circ$  entspricht, wird im Laufe der weiteren Entwicklung stärker und beträgt am Ende der Entwicklung ungefähr  $100^\circ$ . Dadurch, dass an der Uebergangsstelle in den Ductus reuniens die Pars basilaris nach hinten in der Richtung gegen die hintere Ampulle über den Ductus reuniens ein wenig fortgesetzt erscheint, kommt es zur Anlage des Vorhofsblindsackes (Taf. III, Fig. 19, 20, *Cv*). Dieser letztere zeigt nach seinem ersten Auftreten fast keinerlei weitere

Aenderung seiner Form im Gegensatz zum Ductus reuniens, der unter allmählicher Verdünnung an Länge bedeutend zunimmt.

Die Communicationsöffnung zwischen Utriculus und Sacculus nimmt immer mehr Kanalform an, und es kommt (Stadium 51) wie bei den höheren Säugethieren zum Auftreten eines Canalis utriculo-saccularis, der nun die einzige Communicationsöffnung zwischen den beiden Vorhofsäcken darstellt. Der Sacculus zieht sich allmählich gegen den Ductus endolymphaticus aus, beide erstrecken sich in derselben Richtung und gehören formell zusammen, während der Utriculus seitlich angesetzt erscheint. Diese Verhältnisse sind nun, nachdem sie schon in der dritten Entwicklungsperiode ihre Andeutung haben erkennen lassen, vollkommen charakteristisch aufgetreten. Am Ende der vierten Entwicklungsperiode können am häutigen Labyrinth alle diejenigen Theile unterschieden werden, die anatomisch am erwachsenen *Echidna*-Labyrinthe differenzirt sind.

A. Pars superior:

- 1) die drei Bogengänge mit den drei Ampullen,
- 2) Utriculus,
- 3) Sinus utricularis anterior, superior, inferior.

B. Pars inferior:

- 1) Sacculus,
- 2) Ductus reuniens,
- 3) Caecum vestibulare,
- 4) Pars basilaris,
- 5) Lagena.

C. Ductus und Saccus endolymphaticus, Canalis utriculo-saccularis.

Bringen wir die oben unterschiedenen Entwicklungsperioden mit der Entwicklungszeit des *Echidna*-Embryo und -Beutelungen in Vergleich, so zeigt sich, dass das Ende der dritten Periode mit dem Eintritte der Geburt zusammenfällt.

Im Vergleiche der bei *Echidna* unterschiedenen Perioden mit denjenigen, die ich bei der Entwicklung des Meerschweinchenlabyrinthes an diesem unterschieden habe, ergibt sich eine späte und langsame Entwicklung des *Echidna*-Labyrinthes besonders in der dritten Periode.

Im Laufe des ganzen Entwicklungsganges zeigt das Labyrinth continuirliche Längenzunahme, wobei als Labyrinthlänge die Distanz des Scheitels des oberen Bogenganges vom vorderen Ende der Pars inferior (in Stadium 40 ist hierfür einfach die Länge der grössten Axe der Labyrinthblase genommen) bezeichnet wird. Die sich hierbei ergebenden Masse sind folgende:

Stadium 40 . . . . .	0,37	mm <sup>1)</sup>
„ 41 . . . . .	0,40	„
„ 42 . . . . .	0,53	„
„ 43 . . . . .	0,67	„
„ etwas älter als 43 . . . . .	0,67	„
„ 44 . . . . .	0,92	„
„ 45 . . . . .	0,93	„
„ 46 . . . . .	1,1	„
„ 47 . . . . .	1,6	„
„ 48 . . . . .	2,6	„
„ 51 . . . . .	4,4	„

1) Alle Maassangaben sind an Wachsplattenmodellen gewonnen und entsprechen daher der Oberfläche des Labyrinthes. Diejenigen Zahlen, welche auf das Lumen bezogen werden sollen, sind als solche besonders verzeichnet.

## b) Die Formentwicklung der einzelnen Labyrinthabschnitte.

## A. Pars superior:

Die früheste Anlage der Bogengänge wird durch die in Stadium 41 auftretende gemeinsame Bogengangfalte (Anlage des vorderen und hinteren Bogenganges) dargestellt (Taf. I, Fig. 4). Dieselbe ergibt, an ihrer Convexität gemessen, 0,5 mm Länge. In den nächstfolgenden Stadien wird der convexe Rand der Tasche länger, die Tasche somit grösser. Sie misst am convexen Rand

in Stadium 42 . . . .	0,65 mm
„ 43 . . . .	0,97 „
im Stadium etwas älter als 43 . . . .	0,97 „

Im Stadium etwas älter als 43 erscheint, entsprechend der Gemeinsamkeit der Anlage für den oberen und hinteren Bogengang der hinteren Theil der Tasche, aus welchem der hintere Bogengang hervorgeht, nach aussen umgebogen. Derselben Theilung entsprechend lässt auch der convexe Rand der gemeinsamen Falte ein wenig hinter seiner Mitte eine Einkerbung erkennen (Taf. I, Fig. 9, a). In diesem Stadium (etwas älter als 43) endet der convexe Taschenrand mit einem breiten vorderen und hinteren Ende, welches die vordere, bezw. die hintere Ampulle anzeigt.

Die laterale Bogengangfalte tritt zum ersten Male in Stadium 42 auf. Sie ist am convexen Rand 0,22 mm lang und vergrößert sich auf 0,5 mm (Stadium etwas älter als 43). Sie springt in diesem letztgenannten Stadium scharf contourirt vor und ist relativ höher als bei den typischen Säugethieren. In diesem Stadium erscheint auch die laterale Bogengangfalte mit einem breiten vorderen und hinteren Ende versehen. Aus dem ersteren entwickelt sich die laterale Ampulle, das letztere entspricht der trichterartigen Erweiterung, welche das Sinusende des lateralen Bogenganges an seiner Einmündungsstelle in den Utriculus bei *Echidna* wie bei den höheren Säugern aufweist (Taf. I, Fig. 9, *Ps.*).

In Stadium 44 erscheinen die Bogengänge bereits entwickelt, ebenso der Sinus utricularis superior, der gleichfalls aus der gemeinsamen Bogengangtasche hervorgeht.

Bezüglich der Grössenentwicklung der Bogengänge und des genannten Sinus resultiren folgende Zahlen:

	Canalis semicircularis			Sinus utricularis superior
	superior	lateralis	inferior	
Stadium 44	0,35	0,27	0,35 mm	0,14 mm
„ 45	0,35	0,25 <sup>1)</sup>	0,35 „	0,15 „
„ 46	0,55	0,4	0,5 „	0,17 „
„ 47	0,9	0,7	0,8 „	0,25 „
„ 48	1,3	1,1	1,4 „	0,35 „
„ 51	2,6	2,8	2,8 „	0,4 „

Daraus ergibt sich für alle vier genannten Abschnitte eine continuirliche Längenzunahme. Erwähnenswerth erscheint, dass an dem letzten reconstruirten Stadium (und nur an Wachsplattenmodellen lässt sich die Bogenganglänge genau bestimmen) der obere Bogengang um ganz wenig kleiner ist als der laterale und hintere, die unter einander gleich gross erscheinen.

1) Diese geringe Grössenabnahme ist wohl als zufällige Varietät aufzufassen und lässt keine weitere Deutung zu.  
Jenaische Denkschriften, VI. 2. Theil. 9 Semon, Zoolog. Forschungsreisen. III. 2. Theil.

Bezüglich des Lumenumfanges stimmen die 3 Bogengänge in allen Stadien unter einander überein:  
Umfang (Querschnitt kreisrund)

		Canalis semicircularis		
		superior	lateralis	inferior
Stadium	44	0,12	0,12	0,12 mm
„	45	0,16	0,16	„
„	46	0,24	0,24	„
„	47	0,35	0,35	„
„	48	0,64	0,64	„
„	51	1,56	1,56	„

(In den Stadien 44 und 45 zeigen die Bogengänge in verschiedenen Regionen noch ungleiche Durchmesser entsprechend der noch in Gang befindlichen Evolution der halbzirkelförmigen Kanäle aus den Bogengangtaschen, in vorstehender Tabelle sind mittlere Werthe angegeben.)

Die Ampullen treten zum ersten Male in Stadium 42 auf, in welchem je eine Verbreiterung der gemeinsamen Bogengangtasche an ihrem vorderen und hinteren Ende die Anlagen der vorderen und hinteren Ampulle repräsentiren. In den nächstfolgenden Stadien 43 und etwas älter als 43 erfahren die beiden genannten Ampullenanlagen schärfere Begrenzung, und im Stadium etwas älter als 43 tritt andeutungsweise auch die Anlage der lateralen Ampulle in Form einer Verbreiterung des vorderen Endes der lateralen Bogengangtasche zu Tage. In Stadium 44 sind alle drei Ampullen in Lage und Form deutlich zu erkennen und unter einander annähernd gleich gross. Die drei Ampullen zeigen zunehmende Grösse mit zunehmendem Alter. Die Unterschiede der hinteren Ampulle gegenüber den beiden vorderen (die hintere Ampulle ist ein wenig länger als die beiden anderen) stellen sich erst in den späten Stadien an Beutelungen ein, sind nicht bedeutend und erhalten sich bis zur Vollendung der Entwicklung. Es ist somit der Schluss gestattet, dass auch an der erwachsenen *Echidna*, an deren Ampullen wegen des schlechten Erhaltungszustandes des Präparates genaue Messungen nicht vorgenommen werden konnten, die gleichen Dimensionsunterschiede zu constatiren sind. Bemerkenswerth erscheint, dass die Ampullen formell sich schon in Stadien (etwas älter als 43) angedeutet finden, in welchen noch die Bogengangtaschen, jedoch keine halbzirkelförmigen Kanäle, bestehen, und es muss diese Thatsache damit in Zusammenhang gebracht werden, dass, wie unten ausführlich dargestellt werden wird, in denselben Stadien, wenigstens theilweise, die Nervenendstellen der Ampullen als besondere Nervenendstellen in der Serie nachgewiesen werden können. An dem lateralen Bogengange erfährt das Sinusende an der Uebergangsstelle in den Utriculus eine besonders auffallende trichterartige Erweiterung.

Die Bogengangkrümmung zeigt im Laufe der Entwicklung stetige Zunahme, und so kommt es, dass die Bogengänge, die in Stadium 45 weniger als einem Halbkreise entsprechen, unter allmählicher Zunahme ihrer Krümmungslänge in Stadium 51 fast  $\frac{5}{8}$  (vorderer und lateraler Bogengang) und fast  $\frac{3}{4}$  (hinterer Bogengang) eines Kreisumfanges erreichen. Diese Vergrößerung der Krümmungslänge kann auf zwei Umstände zurückgeführt werden: auf eine besondere Zunahme der absoluten Bogenganglänge oder auf eine Abnahme der Länge des ovalen Vorhofsackes. Es scheint mir, dass beide Umstände bei *Echidna* in Betracht kommen, da das Vestibulum sowie die beiden Säcke relativ kleiner gefunden werden als an den höheren Säugethieren, die Differenz dagegen keine so erhebliche ist, dass sich lediglich hieraus eine  $\frac{3}{4}$  Kreiskrümmung der Bogengänge einstellen könnte ohne Zunahme der Länge der Bogengänge selbst.

Die Flächenkrümmung der Bogengänge in den Stadien des ersten Auftretens der Bogengänge ist unbedeutend. Sie tritt am lateralen und hinteren Bogengange in Stadium 47 zum ersten Male in Erscheinung und führt am hinteren und lateralen Bogengange zu einer in der Aufsicht S-förmigen Krümmung. Dieselbe kommt derart zu Stande, dass der ampullare Abschnitt der Bogengänge am lateralen Bogengange höher oben, am hinteren Bogengange weiter vorn gelegen erscheint als der Sinustheil. Diese Form der beiden genannten Bogengänge bleibt auch später bestehen.

In Folge der bestehenden Flächenkrümmung kann von der Angabe der Lage der Bogengangebenden zu einander nur die Rede sein, wenn man Durchschnittsebenen für den lateralen und den hinteren Bogengang konstruiert. Danach schliessen in Stadium 48 der obere und laterale Bogengang einen Winkel von  $85^\circ$ , der hintere und obere Bogengang einen Winkel von  $105^\circ$ , der laterale und hintere Bogengang einen Winkel von  $90^\circ$  mit einander ein. In Stadium 49 begrenzen die drei Bogengangebenden annähernd einen körperlich rechten Winkel.

Die Axen der Sinusenden des vorderen und hinteren Bogenganges stossen ungefähr in einem Winkel von  $150^\circ$  im Sinus utricularis superior zusammen. Das Sinusende des lateralen Bogenganges und das ampullare Ende des hinteren Bogenganges verlaufen in unmittelbarer Nachbarschaft einander fast parallel und in einem sehr spitzen Winkel zum Sinus utricularis superior.

Der Utriculus zeigt sich zum ersten Male in Stadium 44 in anatomisch begrenzter Form (Taf. I, Fig. 11, 12) und ergibt längsovalen Querschnitt. Seine Längsaxe verläuft von oben, vorn, aussen nach unten, hinten, innen und ist 0,35 mm lang. Der Recessus utriculi (Sinus utricularis anterior) ist in diesem Stadium bereits vorhanden. In Stadium 45 verlängert sich der Utriculus auf 0,3 mm, an seinem vorderen Pole trägt er den Recessus utriculi, der die Nervenendstellenanlage der Macula utriculi aufweist. In den folgenden Stadien zeigt der Utriculus vor allem eine weitere Längszunahme:

Stadium 46 . . . .	0,4 mm	Stadium 48 . . . .	0,8 mm
„ 47 . . . .	0,65 „	„ 51 . . . .	1,0 „

Es ergibt sich daraus eine continuirliche Zunahme der Längsausdehnung des Utriculus im Laufe der embryologischen Entwicklung. Während dieser Zeit nimmt er auch immer mehr die charakteristische Birnform an, die ebenso sehr durch eine blasenförmige Aufquellung des vorderen, oberen, äusseren Abschnittes des Utriculus als durch die Verjüngung des hinteren, unteren, inneren Theiles herbeigeführt wird. Der Recessus utriculi gliedert sich immer schärfer vom Utriculus ab und bildet in Stadium 48 einen halbkugeligen, dem vorderen, unteren Ende des Utriculus angeschlossenen Fortsatz. Dieser Fortsatz verlängert sich im Laufe der weiteren Entwicklung und behält die vollkommen scharfe Begrenzung gegen den Utriculus bei. Sein äusserer Pol ist nach unten, aussen, hinten gerichtet.

Der Vergleich mit der Gewebsentwicklung zeigt, dass die Formentwicklung des Recessus utriculi (Sinus utricularis anterior) der Isolirung der einzelnen Nervenendstellen parallel geht und dass zu derjenigen Zeit, zu welcher die Nervenendstelle des Utriculus (Macula utriculi) zum ersten Male vollkommene Selbständigkeit erhält, auch der Recessus utriculi exacte Begrenzung gegen den Utriculus erfährt.

Die Sinus utricularis superior und inferior entwickeln sich im dritten der oben aufgestellten Entwicklungsstadien, und zwar der Sinus utricularis superior aus dem mittleren Theile der gemeinsamen Bogengangtasche, der Sinus utricularis posterior dadurch, dass die hintere Ampulle grössere Entfernung vom Utriculus gewinnt, in Folge dessen länger erscheinen muss als die übrigen

Ampullen, und endlich dadurch, dass der Uebergangstheil der Ampulle in den Utriculus selbst sich in einen kurzen Kanal umformt. In der Entwicklung dieser Theile zeigt die *Echidna* vollkommene Uebereinstimmung mit den höheren Säugethieren. Es wäre nur zu bemerken, dass der Sinus utricularis superior in den ersten Stadien seines Auftretens (Stadium 44 und 45) einen sehr geräumigen Kanal darstellt. Das Grössenwachsthum des Sinus utricularis superior hat bereits oben Besprechung gefunden, da er ja entwicklungsmechanisch vollkommene Uebereinstimmung mit den Bogengängen zeigt.

### B. Pars inferior.

Die Pars inferior tritt bereits in Stadium 42 in der Form eines kegelförmigen Fortsatzes auf, dessen freies Ende nach vorn und einwärts gerichtet ist. Die Begrenzung gegen die Pars superior, die anfänglich nur durch einen einzigen einspringenden Winkel zwischen dem vorderen Contour des Saccus communis und dem Processus inferior erfolgt, gewinnt rasch an Schärfe (Taf. I, Fig. 5–8). Es tritt (Stadium 43), nebst dem oben erwähnten Winkel zwischen dem hinteren Ende der gemeinsamen Bogengangtasche und dem Processus inferior eine winklige Einsenkung auf, und im Laufe der nächstfolgenden Stadien kommt es von diesen beiden Winkeln aus zu einer circulären Begrenzung der Pars superior gegen die Pars inferior. Die weite Communicationsöffnung zwischen der Pars superior und inferior verengt sich im Laufe der Entwicklung, bis endlich die an einander grenzenden Theile (Utriculus und Sacculus) gestaltlich vollkommen von einander isolirt sind und nur durch den dünnen Canalis utriculo-saccularis mit einander zusammenhängen.

Der der Pars inferior entsprechende Fortsatz gewinnt schon frühzeitig eine bedeutende Ausdehnung und nimmt im Stadium etwas älter als 43 etwa drei Viertel der Länge der ganzen Labyrinthblase ein. Er erscheint in diesen Stadien, in welchen sich die Pars superior circulär gegen die Pars inferior begrenzt, von innen nach aussen derart abgeflacht, dass die obere Wand halbkugelig convex, die laterale concav erscheint und im unteren Theile beide Wandabschnitte ein wenig gewölbt sind.

Die Pars inferior erstreckt sich in diesem Stadium in einer Kreis- oder Spirallinie nach vorne, ein- und abwärts.

Das Längenwachsthum der Pars inferior wird durch folgende Zahlenreihe repräsentirt:

	Stadium 42 . . . . .	0,28 mm	
	„ 43 . . . . .	0,35 „	
etwas älter als	„ 43 . . . . .	0,68 „	
	„ 44 . . . . .	0,6 „	
	„ 45 . . . . .	0,65 „	(1,2 mm gestreckt gedacht)
	„ 46 . . . . .	0,7 „	(1,45 mm gestreckt gedacht).

Die Differenzirung der Pars inferior erfolgt derart, dass zunächst an dem ursprünglich fast vollständig geradegestreckten Fortsatze sich eine bogenförmige, nach oben gerichtete Krümmung einstellt. Diese Krümmung trifft den vorderen, d. h. dem Ende der Pars inferior nahen Theil in einem höheren Grad als den oberen und besonders als die fast vollständig geradegestreckt gebliebene Uebergangszone in die Pars superior. So lassen sich in Stadium 45 an der Pars inferior drei Theile unterscheiden: ein oberer Theil, der fast in ganzer Querschnittsbreite mit der Pars inferior vereinigt, gegen sie aber scharf begrenzt ist, ein nach aufwärts schwach concaves, fast rein medianwärts verlaufendes Mittelstück und endlich, entsprechend einer halben Windung von kleinerem Durchmesser, ein nach oben und aussen gerichtetes, blind geschlossenes Endstück, das durch eine sanfte Einschnürung deutlich von dem Mittelstück geschieden

ist (Taf. II, Fig. 13, 14). Diese Dreitheilung entspricht den drei Hauptabschnitten, aus welchen sich die Pars inferior der erwachsenen *Echidna* zusammensetzt: Sacculus, Pars basilaris und Lagena. Im Laufe der weiteren Differenzirung tritt zu diesen Abschnitten in Stadium 46 noch der Ductus reuniens und endlich noch im Stadium 48 der Vorhofblindsack hinzu.

Der Sacculus zeigt sich zunächst (Stadium 45) als ein am oberen Theile der Pars inferior convex vorspringender Fortsatz, der allmählich in das Mittelstück der Pars inferior übergeht. In Stadium 46 steht der Sacculus noch in weitem Zusammenhange (0,16 : 0,09 mm) mit dem Utriculus, zeigt Blasenform und einen nach oben, gegen den Utriculus gerichteten Fortsatz (Sinus utricularis sacculi). Der hintere, innere Contour des Sacculus ist am Uebergange in die Pars basilaris fast rechtwinklig abgeknickt, während sich der vordere Contour des Sacculus allmählich in die Pars basilaris verliert. In Stadium 47 besitzt der Sacculus längsovale Form, gute Begrenzung gegen die Pars basilaris, welche durch ihn nach auf- und rückwärts verlängert erscheint. Seine Längsaxe beträgt 0,28 mm und ist in diesem Stadium von vorn-oben nach hinten-unten gerichtet. Die mediale Wand ist, von aussen gesehen, convex, die laterale plan, im centralen Theile schwach gehöhlt. Der Sacculus zeigt in seinem grössten Umfange 0,7 mm. Der Sinus utricularis sacculi (Taf. II, Fig. 16), der an Länge etwas gewonnen hat, erstreckt sich lateralwärts und nach oben. Nach abwärts und hinten verjüngt sich der Sacculus auf 0,55 mm Umfang, und diese enge Stelle ist unmittelbar an der Uebergangsstelle des Sacculus in den Utriculus (Ductus utriculo-saccularis) gelegen. Der Winkel zwischen hinterer Ampulle und Sacculus hat sich stark vertieft. So liegen die beiden Theile in diesem Stadium in unmittelbarer Nähe, nur 0,05 mm von einander entfernt. An dieser letzteren Stelle weicht die Längsaxe des Sacculus, die bis dahin nach abwärts und hinten verlaufen ist, nach einwärts ab. In der Ansicht von oben zeigt sich die Umbiegungsstelle als ein stumpfer Winkel von annähernd 150°. Sie entspricht in einem späteren Stadium der scharfen Begrenzung zwischen Ductus reuniens und Vorhoftheil der Pars basilaris.

In Stadium 48 ist der Sacculus 0,4 mm lang und läuft nach vorn oben in einen fast halbkugeligen Fortsatz aus (Sinus utricularis sacculi), der in diesem Stadium und auch später bei *Echidna* vom Utriculus weiter abgelegen erscheint als bei den höheren Säugethieren. Nach oben und aussen ist der Sacculus in den Ductus endolymphaticus trichterförmig ausgezogen, nach hinten, unten, aussen verjüngt er sich von seinem grössten äusseren Durchmesser, 1,55 mm, unvermittelt auf 0,6 mm äusseren Durchmesser und geht sodann in das unter einem nach vorn stumpfen Winkel von 100° angesetzte Rohr der Pars basilaris über, gegen das er somit scharf abgesetzt erscheint.

In Stadium 51 zeigt der Sacculus die Gestalt einer in mediolateraler Richtung etwas abgeplatteten Blase von 0,52 : 0,44 mm Durchmesser. Er trägt einen hinten-oben angesetzten, füllhornförmigen Fortsatz von 0,6 mm Länge, an den sich der Ductus endolymphaticus anschliesst. Vom oberen Ende des Fortsatzes geht der Canalis utriculo-saccularis ab. Der Processus utricularis sacculi zeigt annähernd die gleiche Gestalt wie in Stadium 48 und erscheint weniger scharf ausgeprägt als in früheren Stadien. Sieht man daher von der Entwicklung dieses Theiles bei den höheren Säugethieren, als eines relativ selbständigen, ab, so liegt kein Anlass vor, an dem Stadium 51 und auch später einen besonderen Processus utricularis sacculi zu unterscheiden. Auch an der erwachsenen *Echidna* zeigt der Sacculus diesen Fortsatz, der keinem der höheren Säuger fehlt, nicht als besondere Ausstülpung.

Nach vorn, unten und aussen verjüngt sich der Sacculus in den ihm angeschlossenen Ductus reuniens. Dieser letztere Kanal ist topographisch in Form einer circumscribten Einschnürung zwischen Sacculus und Pars basilaris schon in Stadium 46 vorhanden (Taf. II, Fig. 15, Dr), deutlicher in Stadium 48 (Taf. III, Fig. 19, 20). Der äussere Durchmesser des Sacculus sinkt an dieser Stelle auf 0,6 mm Umfanges,

und unmittelbar unter dieser Verengungsstelle findet unter einer winkligen Abbiegung des häutigen Rohres (100%) der Uebergang in die Pars basilaris statt.

In Stadium 51 ist bereits ein ausgesprochener Ductus reuniens in der Form eines 0,28 mm langen, 0,12 mm äusseren Durchmesser haltenden, epithelialen Röhrchens vorhanden. Es ist in diesem Stadium wie späterhin gegen den Sacculus gut begrenzt und zeigt an seinem unteren Ende, entsprechend der Uebergangsstelle in die Pars basilaris, eine kurze, trichterförmige Erweiterung (Taf. III, Fig. 22, Taf. IV, Fig. 23, 26).

Der Vorhofblindsack (Caecum vestibulare, gelangt in Stadium 48 zum ersten Male zur Beobachtung (Taf. III, Fig. 19, 20, C<sub>v</sub>). Er zeigt in seiner anfänglichen Form, die im Laufe des weiteren Labyrinthwachstums keine nennenswerthe Veränderung erfährt, die Gestalt einer Kuppel von 0,08 mm Höhe, sein Basisdurchmesser beträgt 0,16 mm. Er geht in voller Circumferenz continuirlich auf das Vorhofsendstück der Pars basilaris über.

Ductus reuniens und Vorhofblindsack treten bei *Echidna* somit in einem verhältnissmässig späten Stadium in Erscheinung, nach der oben aufgestellten Eintheilung in der vierten Entwicklungsperiode des Labyrinthes.

Die Pars basilaris kann zum ersten Male in Stadium 44 in der Form des Mittelstückes der Pars inferior von den angrenzenden Theilen, d. h. Sacculus und Lagena, unterschieden werden (Taf. I, Fig. 11, 12, P<sub>b</sub>). Ursprünglich fast vollkommen geradegestreckt, tritt bei ihr später unter Krümmung nach grossem Radius eine geringe, nach aufwärts gerichtete Concavität auf. In Stadium 46 ist die Pars basilaris in allen Theilen nahezu gleich weit, der Kanal von aussen nach innen etwas abgeflacht, er misst 0,54 mm äusseren Umfang und verengt sich am Uebergange in den distalen Endbezirk der Pars inferior, die Lagena.

Das Längenwachsthum der Pars basilaris im weiteren Entwicklungsgange wird durch folgende Zahlenreihe illustriert:

Stadium 47 . . . . .	1,12 mm		
„ 48 . . . . .	3,6	„	(gestreckt gedacht); 1,8 mm (direct)
„ 51 . . . . .	5,2	„	„ „

Der Durchmesser der Pars basilaris beträgt in Stadium 47 0,8 mm. Das Rohr zeigt sich jedoch nicht mehr wie ursprünglich an allen Stellen gleich weit und gleich geformt. Im mittleren Theile ist der häutige Kanal von vorne, oben her ein wenig abgeflacht, an beiden Enden ergiebt er annähernd kreisrunden Querschnitt, verengt sich endlich im distalen Theile rasch auf 0,5 mm äusseren Durchmesser und behält diesen Durchmesser auf eine kurze Strecke bis zu der unvermittelt eintretenden Erweiterung des Kanals in die blind geschlossene Lagena bei. Für diesen kurzen, intercalirten, verengten Bezirk habe ich im beschreibenden Theil den Namen Isthmus basilaris vorgeschlagen und behalte ihn auch hier bei: er stellt das Uebergangsstück der Pars basilaris in die Lagena dar. In demselben Stadium zeigt aber auch die Pars basilaris keine einheitliche Krümmung. Der Krümmungsradius nimmt gegen das untere Ende des Rohres rasch ab und beträgt am Isthmus nur 0,2 mm. Das obere Ende der Pars basilaris ist in Stadium 47 durch eine winklige Umbiegung gegen den Sacculus hin begrenzt, der Winkel beträgt hier in der Ansicht von vorn oben 160°. Es entspricht diese Stelle der in späteren Stadien scharf ausgeprägten Grenze zwischen Ductus reuniens und Pars basilaris.

In Stadium 48 kann die Pars basilaris in drei Abschnitte gegliedert werden, wobei die Unterscheidung der beiden oberen nach ihrer Verlaufsrichtung, des dritten, unteren nach seinem geringen Umfange ge-

troffen wird (Taf. III, Fig. 19). Der oberste Abschnitt ist unter einem Winkel von  $100^{\circ}$  an den Ductus reuniens angeschlossen. Er verläuft in einer Länge von 1 mm nach vorn, ein- und abwärts und geht in den zweiten, 0,9 mm langen Abschnitt, dessen Längsaxe von hinten nach vorn gerichtet ist, continuirlich über. Diese beiden Abschnitte tragen die Papilla basilaris, die Nervenendstelle der Pars basilaris. Der Krümmungsradius des oberen Abschnittes beträgt ungefähr 1 mm, der des zweiten 0,8 mm. Der Uebergang in den dritten Abschnitt, Isthmus lagenae, ist durch eine rasch zunehmende Verengung des häutigen Rohres bis auf 0,2 mm äusseren Durchmesser dargestellt. Wie in den vorhergehenden Stadien ist der Isthmus lagenae der Lagena selbst angeschlossen. Der Krümmungsradius im Isthmus lagenae beträgt 0,3 mm.

In Stadium 51 zeigt die häutige Pars basilaris Rohrform mit abgeplatteter hinterer Fläche und mittlerem Umfang von 1 mm. Der Umfang stimmt mit dem der Bogengänge überein. Nach ihrem Verlaufe zerfällt sie in zwei Abschnitte, in einen proximalen, der, gestreckt gedacht, 3 mm lang und nach grossem Radius (2,7 cm) gekrümmt ist, nach oben wenig concav verläuft und nach vorn, unten, abwärts gerichtet ist. Der zweite, distale Theil ist 2,2 mm lang, nach einem Radius von 1,1 cm gekrümmt und verläuft nach auf- und vorwärts, in seinem distalen Endstück nach auf- und rückwärts. An das proximale Ende der Pars basilaris sind der Vorhofblindsack und Ductus reuniens angeschlossen. Am distalen verjüngt sich die Pars basilaris mit einem äusseren Rohrumfang von 0,68 mm zu dem 0,12 mm langen Isthmus lagenae, an welchen die Lagena angeschlossen ist.

Die Lagena tritt zum ersten Male in Stadium 45 (somit gleichzeitig mit der Pars basilaris) als distales, blind geschlossenes Endstück der Pars inferior auf (Taf. I, Fig. 11, 12, L). In diesem Stadium resultirt die Lagena fast lediglich aus der geringen Aufwärtsbiegung des blinden Rohrendes gegenüber dem gestreckten Verlaufe des Mittelstückes. Mit der weiteren Entwicklung gewinnt die Lagena immer mehr die Form einer eiförmigen Blase, die durch eine umschriebene Einschnürung, Isthmus basilaris, eine exacte Abgrenzung gegen die Pars basilaris erhält und deren convexer Contour als gedachte Fortsetzung desselben Contours der Pars basilaris das untere Ende der Pars inferior schneckenförmig aufgerollt erscheinen lässt. Diese Aufrollung präsentirt sich in Stadium 46 als halbe Windung von 0,08 cm mittlerem Krümmungsradius. In Stadium 47 ist hier bereits eine Dreiviertelwindung vorhanden, die sich erhält und im Laufe der späteren Entwicklung keine Zunahme mehr erfährt.

Die Lagena selbst zeigt bei ihrer Formentwicklung continuirliche Grössenzunahme in allen Axen bis auf 0,68 : 0,4 : 0,2 mm (grösster äusserer Durchmesser 1,2 mm) in Stadium 51.

Der Ductus endolymphaticus gehört entwicklungsgeschichtlich zu den ältesten Theilen des Labyrinthes. Er ist schon im Stadium 40, in dem jüngsten der mir vorgelegenen Stadien, deutlich ausgeprägt, zeigt annähernd die Form einer Halbkugel und ist hinten und innen an den oberen Theil des Hörbläschens angeschlossen. Seine Insertionsfläche ist annähernd kreisrund und besitzt 0,55 mm Umfang. Das dünne, obere Ende des Kanals wird vom oberen Hörblasenpol überragt (Taf. I, Fig. 1, 2, De). In Stadium 41 hat sich der Ductus endolymphaticus gegenüber dem Vorstadium nur wenig verlängert. Doch zeigt das Rohr eine geringe Abflachung von innen nach aussen und inserirt mit breiter Basis an der medialen Fläche der Labyrinthblase in mittlerer Höhe derselben. Der obere Hörblasenabschnitt reicht viel weiter nach rückwärts als das obere Ductusende (Taf. I, Fig. 3, 4, De). In Stadium 42 ist der Ductus endolymphaticus 0,03 mm lang, er überragt mit seinem oberen Ende bedeutend den oberen Contour der Labyrinthblase und stellt einen schlanken Fortsatz von elliptischem Querschnitt, entsprechend einer mediolateralen Abflachung des Kanals, dar (Taf. I, Fig. 7, 8, De). In Stadium 43 verbreitert er sich, 0,35 mm lang, gegen sein oberes, abgeplattetes Ende und mündet in diesem wie auch in den nächstfolgenden Stadien in mittlerer Höhe in den Saccus communis (Taf. I, Fig. 7, 8, De).

In den nächstfolgenden Stadien zeigt der Ductus endolymphaticus eine allmähliche Längenzunahme (Stadium 44 : 0,39 mm, Stadium 45 : 0,47 mm, Stadium 46 0,55 mm) bis (Stadium 47) auf 0,75 mm. Er verläuft im Raume parallel zum Sinus utricularis superior, demselben sehr nahe gelegen, später kreuzt er ihn unter spitzen Winkel und ist in Stadium 48 mit dem genannten Sinus in einem gemeinsamen Knorpelkanal untergebracht. Am oberen Ende allmählich verbreitert, verjüngt er sich gegen die Uebergangsstelle in die beiden Vorhofssäckchen. An seiner breitesten Stelle misst er in Stadium 47 : 0,3 : 0,07 mm. Nur der den Säckchen unmittelbar benachbarte Theil zeigt Kanalform, der übrige die eines abgeplatteten Sackes, eine scharfe Grenze des Ductusabschnittes gegen den Saccus ist jedoch noch nicht vorhanden. Dieser letztere tritt in dem nächstfolgenden Stadium (Stadium 48) ein, in welchem ein 0,14 mm langer Ductus endolymphaticus (0,1 mm äusserer Durchmesser) gegen den ziemlich umfangreichen Saccus endolymphaticus (0,76 mm lang, 0,6 mm hoch, 0,1 mm in mediolateraler Richtung breit) vollkommen geschieden werden kann. Die Längsaxe des Ductus und Saccus endolymphaticus verläuft in fast rein horizontaler Richtung und in der Ebene der Längsaxe des Sacculus. So kommt es, dass bei geeigneter Schnittrichtung (Sagittalseite) die Lumina der drei genannten Theile im Zusammenhange in einem einzigen Schnitte getroffen erscheinen (Taf. VII, Fig. 50a) und sich eine gewisse gestaltliche Zusammengehörigkeit des Ductus und Saccus endolymphaticus und des Sacculus im Plattenmodell ergibt derart, dass sich jetzt der Ductus endolymphaticus in den Sacculus öffnet, während der Utriculus an beide seitlich (lateral) angeschlossen erscheint. An der entsprechenden Stelle erscheint der Sacculus gegen den Ductus endolymphaticus füllhornartig ausgezogen.

Der Ductus endolymphaticus (ohne Saccus) ist in Stadium 51 : 0,24 mm lang, im Querschnitt bei 0,12 mm äusserem Durchmesser annähernd kreisrund. Er geht vor der Kreuzung mit dem Sinus utricularis superior in den verbreiterten Saccusbezirk unter plötzlicher, sackartiger Erweiterung über. In den topographischen Verhältnissen zeigt sich in diesem Stadium vollkommene Uebereinstimmung mit Stadium 48.

Der Canalis utriculo-saccularis (Taf. III, Fig. 22; Taf. IV, Fig. 26, *Cus*) geht aus der allmählichen Differenzirung des Utriculus und Sacculus hervor. Der Ductus endolymphaticus mündet, wie erwähnt, in frühen Stadien an der medialen Fläche des Saccus communis in mittlerer Höhe. Später tritt an der lateralen Labyrinthwand eine Furche auf (Taf. IX, Fig. 10), welche zunächst zur Abgrenzung der Pars superior gegen die Pars inferior, später zur Isolirung des Utriculus gegen den Sacculus führt, und deren Tiefe nach der Mündungsstelle des Ductus endolymphaticus gerichtet ist. So ist es zu erklären, dass der Ductus endolymphaticus in den späteren Stadien (Stadium 45 und 46) sich an seiner Uebergangsstelle in den Vorhof scheinbar gabelt und mit beiden Säckchen in Communication tritt. Während aber weiterhin der Durchmesser der Communicationsöffnung des Ductus endolymphaticus mit dem Sacculus keine Verkleinerung erfährt, und die beiden Theile mit ihrer Längsaxe in eine gemeinsame Ebene rücken, verjüngt sich die Communicationsöffnung zwischen Utriculus und Sacculus immer mehr, und es resultirt schliesslich ein sehr dünner, kurzer Kanal, der am Beuteljungen und auch am Erwachsenen die einzige Communicationsöffnung zwischen Utriculus und Sacculus, d. h. zwischen Pars superior und inferior labyrinthi darstellt und den Utriculus als seitlichen (lateralen) Anhang des Sacculus erscheinen lässt. Der Canalis utriculo-saccularis ist in Stadium 51 0,09 mm lang und zeigt 0,05 mm äusseren Durchmesser.

c) Vergleich der Formentwicklung des inneren Ohres der *Echidna* mit dem der höheren Säugethiere.

Im Vergleich zur Formentwicklung des Labyrinthes höherer Säuger weist das Labyrinth von *Echidna* eine ganze Reihe charakteristischer Unterschiede auf. Schon in dem jüngsten vorliegenden Stadium (40)

zeigt sich die Labyrinthblase, nach abwärts stumpf contourirt, während in einem analogen höheren Säugerstadium<sup>1)</sup> die Labyrinthblase sich caudalwärts entsprechend der späteren Pars inferior zuspitzt. Während in derselben Altersstufe (dem *Echidna*-Stadium 40 entspricht nach der übrigen Körperentwicklung ungefähr ein Meerschweinchenembryo von 5,5 mm Länge) der Ductus endolymphaticus beim Meerschweinchen den Saccus communis nach aufwärts überragt, nimmt bei *Echidna* der obere Rand des Saccus communis den höchsten Punkt der Labyrinthanlage ein. Während der zunächst folgenden Stadien (41–43) fällt vor allem auf, dass bei *Echidna* die Labyrinthblase sich im Wesentlichen in occipito-frontaler Richtung vergrößert, während zu dieser Zeit beim höheren Säugethier in diesem Stadium vor allem die craniocaudale Richtung für das Längenwachsthum der Labyrinthblase in Betracht kommt.

Die Andeutung der Theilung des Saccus communis in Pars superior und inferior, die bei *Echidna* zum ersten Male im Stadium 42 auftritt, scheint sich hier etwas früher einzustellen als bei den höheren Säugethieren. Während aber bei diesen letzteren der der Pars inferior entsprechende Fortsatz zunächst rein nach abwärts gerichtet ist, verläuft derselbe Fortsatz bei *Echidna* fast vollkommen horizontal nach vorne und einwärts. Bemerkenswerth ist auch, dass sodann bei *Echidna* der körperliche Winkel, der eine schärfere Trennung der Pars superior gegen die Pars inferior ermöglicht, zunächst am vorderen Theile der Labyrinthblase zwischen dem späteren Utriculus und Sacculus, bezw. Recessus utriculi und Processus utricularis sacculi auftritt, während sich beim Meerschweinchen zu allererst am hinteren Contour der Hörblase, und zwar zwischen der späteren hinteren Ampulle und dem Sacculus eine Einkerbung herstellt.

In der primordialen Form der Pars inferior stimmt die *Echidna* mit den höheren Säugern darin überein, dass bei beiden der häutige Fortsatz von aussen nach innen abgeplattet ist und somit elliptischen Querschnitt zeigt. Während aber bei den höheren Säugern der Fortsatz bis nahe an sein unteres, blindes Ende fast gleich weit verläuft, verjüngt sich der Fortsatz bei *Echidna* von seiner Basis an allmählich, woraus eine ursprüngliche Kegelform für die Pars inferior resultirt. Die Ablenkung der geradegestreckten Pars inferior in eine mehr weniger spirale Krümmung scheint bei *Echidna* zu gleicher Zeit aufzutreten wie bei den höheren Säugern.

Die Pars superior hat in den ersten Stadien der Entwicklung bei *Echidna* ungefähr die gleichen Gestaltsänderungen zu durchlaufen wie bei den höheren Säugern. Als charakteristisch wäre nur hervorzuheben, dass das Vorder- und Hinterende der gemeinsamen Bogengangfalte sehr bald die Form der vorderen und hinteren Ampulle markirt, und dass die laterale Bogengangtasche im Laufe ihrer Vergrößerung eine viel schärfere Begrenzung gegen den Utriculus gewinnt, als es am Meerschweinchen jemals der Fall ist.

Was die Lage der Bogengangfalten zu einander anlangt, so scheint die laterale Bogengangfalte bei *Echidna* der oberen Falte relativ näher gelegen; wie bei den höheren Säugern wird das Gebiet des späteren hinteren Bogenganges durch laterales Abweichen des hinteren Theiles der Plica semicircularis communis zu einer Zeit vor dem Durchbruche der halbzirkelförmigen Kanäle bestimmt. Was den Durchbruch selbst anlangt, so bieten die vorliegenden *Echidna*-Stadien nicht so viel Detailbeobachtungen, als ich bei *Cavia* machen konnte. Im Stadium „etwas älter als 43“ sind die Bogengangtaschen noch vorhanden, in dem darauf folgenden Stadium 44 alle 3 Bogengänge bereits aus den Taschen hervorgegangen. Nach dem von den Bogengängen jedoch umlaufenen Raume muss wohl die Reihenfolge des Durchbruches die gleiche sein wie bei den höheren Säugern, demzufolge der obere Bogengang als der älteste, der laterale als der jüngste erscheint.

<sup>1)</sup> Ich ziehe hier zum Vergleiche vor allem das Labyrinth des Meerschweinchens heran, dessen Entwicklungsgang ich eingehend studirt habe (Lit. No. 5).

Wie beim typischen Säugethier geht der Durchbruch rasch von statten. Die Stadien etwas älter als 43 und 44 sind von einander um kaum mehr als 1,5 mm verschieden, und in ganz analoger Weise ergibt ein Meerschweinchenembryo von 10 mm noch intacte Bogengangtaschen und ein solcher von 11,5 mm bereits vollzogenen Durchbruch aller 3 Bogengangtaschen.

In der Lage im Kopfe und in der topischen Beziehung zum Saccus communis gewinnt der Ductus endolymphaticus in den Stadien 41—43 immer mehr Aehnlichkeit mit dem Ductus endolymphaticus der höheren Säuger. Er erstreckt sich nach auf- und rückwärts und überragt weit den oberen Rand der Labyrinthblase.

In den nächstfolgenden Stadien übertrifft die Pars inferior der *Echidna* bei weitem die Pars superior an Ausdehnung, ja in dem Stadium, in welchem die Bogengänge zum ersten Male auftreten (Stadium 44), erscheint die Pars superior fast lediglich als ein an die Labyrinthblase angesetzter Anhang, und der weitaus grössere Theil des Labyrinthes wird durch die Pars inferior repräsentirt. An höheren Säugern von ungefähr gleichem Alter ist fast das entgegengesetzte Verhalten zu constatiren, derart, dass die Pars superior mit den Bogengängen den grösseren Theil des Labyrinthes ausmacht. Im weiteren Entwicklungsverlaufe erhalten die Bogengänge, die sich in ihrer ersten Anlage bei *Echidna* von den Bogengängen der höheren Säuger nur in geringem Grade unterscheiden, charakteristische bleibende Unterschiede. Sie erreichen, auf die Theile des Kreisumfanges bezogen, eine grössere Längenausdehnung als die Bogengänge der höheren Säuger und stimmen auch in ihrer Lage zu einander mit der Topographie der häutigen Bogengänge der höheren Säuger nicht vollständig überein. So beträgt im Stadium 51 die Länge des oberen Bogenganges etwa einen Halbkreis, die des lateralen  $\frac{5}{8}$ , die des hinteren Bogenganges fast  $\frac{3}{4}$  des Kreisumfanges, während sich in einem entsprechenden Stadium des Meerschweinchens, das sich unter den höheren Säugethieren noch durch relativ lange Bogengänge auszeichnet, für den oberen Bogengang etwa  $\frac{3}{8}$ , für den lateralen und hinteren Bogengang die Länge eines Halbkreises ergibt. Auch in der besonders am hinteren und lateralen Bogengange ausgeprägten Flächenkrümmung unterscheiden sich die halbzyklischen Kanäle der *Echidna* von denjenigen der höheren Säuger, bei welchen diese Krümmung entweder vollständig fehlt oder wenigstens am hinteren Bogengange nur gering ausgebildet ist. Am lateralen Bogengange wird allerdings an manchen Säugern und besonders schön beim Menschen Flächenkrümmung vorgefunden, die sich jedoch lediglich darin ausdrückt, dass der Bogengangsscheitel tiefer im Raume gelegen ist als die Bogengangenden. Bei *Echidna* hingegen resultirt aus der Flächenkrümmung sowohl am lateralen als am hinteren Bogengange eine S-Form.

In dem Längenverhältniss der Bogengänge zu einander stimmt die *Echidna* mit den höheren Säugethieren nicht überein: bei *Echidna* erscheinen der laterale und hintere Bogengang unter einander gleich lang (im Stadium 51, an der Convexität gemessen, 2,8 mm), der obere Bogengang ist etwas kleiner (2,6 mm). Beim Meerschweinchen finde ich den oberen und äusseren Bogengang in analogen Stadien der Entwicklung länger als den hinteren Bogengang.

Die Ampullen und Sinus utricularis zeigen bei *Echidna* gegenüber den höheren Säugern kaum bemerkenswerthe Unterschiede. Dieselben beschränken sich auf die hintere Ampulle, die bei *Echidna* etwas länger erscheint als die beiden anderen Ampullen und (wenigstens in den jungen Stadien) Flaschenform aufweist.

Die beiden Vorhofsäcke entwickeln sich nach den vorliegenden Stadien bei *Echidna* nach demselben Mechanismus wie bei den übrigen Säugethieren: Es treten zuerst der Recessus utriculi (Sinus utricularis anterior) sowie der Sinus utricularis sacculi in Erscheinung, während die Säcke selbst viel später, entsprechend dem langsam fortschreitenden gegenseitigen Abschnürungsprocesse, ihre typische Gestalt

erhalten. Auch in der Formentwicklung des Saccus und Ductus endolymphaticus und des Canalis utriculo-sacculus zeigt die *Echidna* Uebereinstimmung mit dem höheren Säugertypus. Der Ductus reuniens und der Vorhofblindsack treten bei *Echidna* ungefähr in der gleichen Entwicklungsperiode auf wie bei den höheren Säugethieren. Die bleibende Form des Ductus reuniens wird wie bei diesen durch allmähliche Verlängerung und Verengerung des Kanals gewonnen, und der vollkommen entwickelte Kanal unterscheidet sich nach seinem Typus gar nicht von dem Ductus reuniens der höheren Säuger. Der Vorhofblindsack steht in seiner Ausdehnung bei *Echidna* dem der höheren Säugern nach.

Im übrigen Theil der Pars inferior, in der Pars basilaris und Lagena, zeigen sich die fundamentalen Formunterschiede des Ohrlabyrinthes der *Echidna* gegenüber dem der höheren Säuger. Während bei den letzteren schon frühzeitig die Spiraldrehung des unteren Endes der Pars inferior auftritt und etwa beim Meerschweinchen zur Zeit, zu welcher die Bogengangtaschen vollkommen durchbrochen sind, das ganze Bild vom Schneckenfortsatz beherrscht wird, verläuft dieser Theil der Pars inferior bei *Echidna* nur gerade mit angedeuteter, nach aufwärts gerichteter Concavität. Die Spiraldrehung des unteren Endes selbst findet in einem  $\frac{3}{4}$ -Windungszuge den Abschluss ihrer gestaltlichen Entwicklung. Im Uebrigen ist die Pars inferior im ganzen bedeutend kürzer als bei den höheren Säugethieren (für diese eine mittlere Schneckenlänge von 2,5 Windungen vorausgesetzt). In der Umformung der Querschnittsform von der Ellipse zum Kreis und davon zum mehr weniger exact ausgeprägten Dreieck stimmt die Pars basilaris der *Echidna* mit der der höheren Säuger überein. In der Ausbildung des Isthmus lagenae und der Lagena selbst bleibt sie von ihnen vollkommen verschieden. Der bei den höheren Säugern von manchen Autoren als Lagena bezeichnete Kuppelblindsack geht lediglich aus der allmählichen Erweiterung und blinden, oberen Endigung des Ductus cochlearis hervor, während die Lagena bei *Echidna* Birn- oder Säckchenform zeigt und durch einen eingeschnürten Bezirk (Isthmus lagenae) von der Pars basilaris gestaltlich begrenzt wird.

#### d) Vergleich der Formentwicklung des inneren Ohres der *Echidna* mit dem der Vögel und Reptilien.

Die Formentwicklung des Labyrinthes der *Echidna* kann mit der des Vogellabyrinthes nur in den Grundzügen verglichen werden, nachdem entsprechend eingehende Untersuchungen über die Formentwicklung des Vogellabyrinthes (etwa mit Plattenconstruction der einzelnen Stadien) derzeit nicht vorliegen<sup>1)</sup>. In der relativen Länge der Bogengänge zeigt das *Echidna*-Ohr Aehnlichkeit mit dem der Vögel. Bei beiden sind die Bogengänge auffallend lang, und entspricht die Krümmungslinie mehr weniger  $\frac{3}{4}$  eines Kreisumfanges. Im Krümmungsverlaufe und Lageverhältniss unterscheiden sich hingegen die Bogengänge von *Echidna* vollkommen von denen der Vögel: Während bei *Echidna* die Krümmungslinie der Bogengänge Kreisabschnitten entspricht, sind die Bogengänge wenigstens bei manchen Vogelarten (*Mergus merganser*, *Columba domestica*) am Krümmungsscheitel etwas abgeflacht. Topographisch sind die Bogengänge bei *Echidna* derart gelegen, dass ihre Ebenen annähernd einen nach aussen geöffneten, körperlich rechten Winkel einschliessen, ohne dass die Bogengänge selbst einander im Raume überschneiden. Bei den Vögeln hingegen überschneidet der hintere Bogengang den lateralen, und wird selbst vom oberen

1) Die Abhandlung von P. RÖTHIG und Th. BRUGSCH: Die Entwicklung des Labyrinthes beim Huhn (Arch. f. mikr. Anat., Bd. LIX, 1902) ist nach Abschluss meiner Arbeit erschienen und hat in Folge dessen leider nicht mehr berücksichtigt werden können.

Bogengang überschritten. Es resultirt danach ein Lageverhältniss, das für das Vogellabyrinth vollkommen charakteristisch ist und dadurch zu Stande gekommen gedacht werden kann, dass der Sinus utricularis superior mit dem mit ihm verbundenen Bogengange um fast 90° nach vorn und innen um seine Längsaxe gedreht worden ist.

In Grösse und Lage der Vorhofsäcke zeigt die *Echidna* auffallende Aehnlichkeit mit den Vögeln. Die Säcke sind verhältnissmässig klein, wobei allerdings das analoge Verhalten bei den Vögeln durch die enorme Entwicklung der Bogengänge noch mehr ins Auge fällt.

Der Sinus utricularis anterior (Recessus utriculi) ist bei den Vögeln kleiner als bei *Echidna*, die beiden anderen Sinus (utricularis superior und inferior) sind kürzer, dafür aber, besonders der Sinus utricularis inferior bei den Vögeln weiter als beim Stacheligel. Der Sacculus der Vögel entspricht in seiner Gestalt dem der *Echidna*, er ist jedoch verhältnissmässig kleiner, desgleichen der Ductus reuniens. Dieser letztere ist bei *Echidna* im histologischen Bau vollkommen vom Ductus reuniens der Vögel verschieden: bei den Vögeln tritt an der oberen Wand des Ductus reuniens noch vor dem Uebergange dieses Kanales in die Pars basilaris ein Tegmentum vasculosum auf, das sich bei den Vögeln noch von der Pars basilaris her auf den Ductus reuniens erstreckt, während der Ductus reuniens der *Echidna* im geweblichen Bau vollkommen dem Säckchentypus entspricht. Der Vorhofblindsack, den *Echidna* besitzt, fehlt den Vögeln.

Die Pars basilaris zeigt bei *Echidna*, genau genommen, lediglich in frühen Stadien (besonders im Stadium 44 [Taf. I, Fig. 11, 12]) in ihrer Gestalt Uebereinstimmung mit dem Vogeltypus. Später wird bei *Echidna* ihre Krümmung, wenn sie auch bei weitem nicht den höheren Säugertypus, also Schneckengestalt erreicht, doch viel bedeutender als bei den Vögeln, bei welchen die Pars basilaris nur gerade merklich nach aufwärts concav gekrümmt ist. Der Isthmus lagenae ist bei *Echidna* gestaltlich vollkommen deutlich entwickelt, und die verengte Partie des häutigen Rohres, aus welcher er sich topographisch ableitet, ist bei *Echidna* gegen die Umgebung schärfer abgesetzt als bei den Vögeln.

Die Lagena der Vögel deckt sich in Lage und Gestalt am vollkommensten gleichfalls nur mit Embryonalstadien von *Echidna* (44) [Taf. I, Fig. 11, 12], in welchen sie bei beiden fast in gradliniger Fortsetzung an die Pars basilaris angeschlossen ist. Während aber dieses Verhalten auch für den erwachsenen Vogel gilt, nimmt die Lagena bei *Echidna* in den späteren Embryonalstadien und in den Stadien der Beuteltungen immer mehr an der Rohrkrümmung theil, die bei *Echidna*, besonders am distalen Theile des Basilarrohres, ausgesprochen ist. Und so erfährt durch die Lagena bei *Echidna* nicht bloss die absolute Länge, sondern auch die Krümmungslänge der Pars inferior eine Zunahme.

Auffallend erscheint es, dass bei manchen Vögeln (nach den Abbildungen von RETZIUS am schönsten bei *Nucifraga caryocatactes*) die Lagena durch eine, wohl nicht circuläre, jedoch an der oberen Rohrwand scharf einspringende Furche (Isthmus lagenae) von der Pars basilaris geschieden ist, worin sich in der Begrenzung der Lagena gegen die übrige Pars inferior, wenigstens für diesen Vogel, vollkommene Uebereinstimmung mit der *Echidna* zeigt.

Von einem Vergleiche der Formentwicklung des *Echidna*-Labyrinthes mit dem Labyrinthe der Reptilien will ich absehen, nachdem ja, worauf übrigens schon RETZIUS ausdrücklich hinweist, bei den Reptilien verschiedene, zum Theil von einander grundsätzlich differente Typen der Labyrinthform gefunden werden, so dass mit Rücksicht auf die Gestalt des membranösen Labyrinthes von einem „Reptilientypus“ überhaupt nicht gesprochen werden kann.

## Die Gewebsentwicklung des Labyrinthes von *Echidna*.

### a) Allgemeine Gewebsentwicklung des epithelialen Labyrinthes.

Ueber das Verhalten des epithelialen Labyrinthbläschens zur Zeit seines ersten Auftretens liegen mir keine Präparate vor. Im Stadium 40, welches bei meiner Untersuchung das jüngste Stadium repräsentirt, besteht die Epithelwand der bereits allseits geschlossenen Blase an der Vorder-, Hinter- und Innenwand der Blase aus einem vielreihigen,  $24\ \mu$  hohen Cylinderepithel, das am Uebergange in die anderen Wandtheile rasch an Höhe verliert und in ein  $7\ \mu$  hohes, einfaches Cylinderepithel, das die Labyrinthblase im Uebrigen auskleidet, sich fortsetzt. Schon in diesem Stadium zeigt das Epithel einen linearen, stark lichtbrechenden Lumenrand. In der Nähe des Randes, seltener in der Tiefe sind Kernteilungsfiguren zu finden. In der Region des einfachen,  $7\ \mu$  hohen Cylinderepithels (laterale Bläschenwand) zeigen die Kerne, entsprechend der dichten Lage der Zellen, Spindelform und stehen in manchen Partien in einfacher, basaler Reihe. Stellenweise sind die Kerne der verschiedenen Zellen über einander gelegen, so dass sich aus der einzigen, mehrfach unterbrochenen Reihe unregelmässig verlaufende 2—3 Kernreihen ergeben. Den grössten Kernreichtum besitzt das vielreihige,  $24\ \mu$  hohe Epithel, in welchem die Kerne Spindelform zeigen, dicht gestellt sind und unregelmässige, fünf- bis sechsfache Kernreihen formiren. Nur in einzelnen Regionen ergibt sich im Bereiche des hoch-cylindrischen Epithels eine kernfreie Lumenrandzone, die spärliche, in Theilung befindliche Kerne enthält. Die beiden genannten Epithelarten führen unter mannigfachen späteren Veränderungen zu den zwei Hauptepithelformen des Labyrinthes, zum Neuroepithel, das sich aus dem vielreihigen und kernreichen Epithel entwickelt, und zu den rein epithelialen Wandtheilen, die aus dem einfachen Cylinderepithel unter allmählicher Abflachung dieses Epithels hervorgehen. Als besondere protoplasmatische Bildungen sind die Haarfortsätze aufzufassen, welche vor allem im Bereiche des Neuroepithels ungefähr einem Viertel aller vorhandenen Zellen, den sogenannten Haarzellen, d. h. den Neuroepithelzellen im engeren Sinne, zukommen. Es muss aber bemerkt werden, dass in jungen Stadien (Stadium 41, 42) entsprechend der ganzen Lumenfläche der Labyrinthblase sich der Lumenrand das Epithels mit mehr weniger haarartigen oder keulenförmigen Fortsätzen bekleidet vorfindet. Die Haarfortsätze stimmen in den späteren Stadien in ihrem feinsten Aufbau mit denjenigen der höheren Säugethiere überein, wonach jeder Haarfortsatz aus einer Summe (10—30) von Einzelhaaren zusammengesetzt erscheint, von welchen der axiale Faden der längste ist, und deren Länge nach der Peripherie zu abnimmt. An seiner Insertionsstelle verbreitert sich der Haarfortsatz ein wenig, ein Verhalten, nach welchem dem Anscheine nach jeder der Haarfortsätze sich mit einer besonderen Fussplatte ausgestattet darstellt. Die Haarfortsätze sind in ihrem unteren Theile in allen Regionen des Neuroepithels in der Verlängerung der Längsaxe ihrer zugehörigen Neuroepithelzelle gelegen. Die peripheren, in das Lumen vorgestreckten Haarfortsätze sind an jeder einzelnen Nervenendstelle nach dem Centrum der Nervenendstellen gerichtet und convergiren somit gegen die Mitte des Neuroepithelfleckes.

Die histologischen Veränderungen, welche, in bestimmter Reihenfolge ablaufend, zur Entstehung des typischen Neuroepithels aus dem ursprünglichen vielreihigen Cylinderepithel führen, beginnen mit der Formirung einer protoplasmatischen Lumenrandzone, in welcher bis auf wenige, in Theilung begriffene Kerne keine Zellkerne gefunden werden. Auf diese Abrückung aller Zellkerne des vielreihigen Epithels vom Lumenrand des Epithels gegen die Epithelbasis folgt eine Umordnung der Kerne derart, dass aus den vielfachen, unregelmässigen Kernreihen sich zwei Kernreihen formiren, von welchen die eine aus dicht gestellten, spindelförmigen, stark tingirten Kernen, die andere aus kugeligen (bläschenförmigen), hell ge-

färbten, wenig dicht gelagerten Kernen besteht. Die erstgenannte Kernreihe gehört den Stützzellen des Neuroepithels an und verläuft an der Epithelbasis, die zweite enthält die Kerne der Haarzellen und ist in mittlerer Epithelhöhe gelegen. Nach den histologischen Bildern gelange ich, wie seiner Zeit bei den Untersuchungen höherer Säugethiere, zur Ansicht, dass das Auftreten der beiden Kernreihen, mit anderen Worten, die Differenzirung der Stütz- und Haarzellen in dem vielreihigen Epithel mit der Herstellung einer continuirlichen faserigen Verbindung zwischen Ganglionanlage und Neuroepithelanlage eintritt. Man kann auch bei *Echidna* sehen, dass die beiden Kernreihen, welche die eben erwähnte Differenzirung zeigen, dort zu allererst entstehen, wo sich eine innige Verbindung zwischen dem Ganglion octavum und den Wandtheilen der Labyrinthblase hergestellt hat.

Sehr schön lässt sich bei *Echidna* in älteren Stadien das Verhalten der Stütz- und Haarzellen studiren. Auf weite Strecken sind die Stützzellen an den histologischen Präparaten in distincter Gestalt erhalten und noch an Schnitten von 20  $\mu$  Dicke gestaltlich gut isolirbar. Die peripheren Nervenfasern selbst lassen sich nach den verwendeten Färbemethoden nur bis in die Epithelbasis verfolgen. Ueber ihren Zusammenhang mit den Haarzellen kann nichts ausgesagt werden. Während des Wachstums des Neuroepithels finden sich die Kerntheilungsfiguren fast nur in dem sonst kernfreien Lumenrand gelegen. Es ergibt sich danach, dass die Kerne nach ihrer Theilung wieder den Lumenrand des Epithels verlassen. Ich habe das gleiche Verhalten bei höheren Säugern feststellen können, und auf p. 37 meiner einschlägigen Arbeit (5) eingehend besprochen. Diese Thatsachen bei *Echidna* bilden also gleichfalls eine Bestätigung der Ansicht ALTMANN's (10), dass alle Ausstülpungen des Ektoderms und Entoderms sowie diese selbst, wo sie eine einfache Zelllage haben, fast ausschliesslich nur in derjenigen Schicht Kerntheilungen zeigen, welche der äusseren Seite des ehemaligen Ektoderms entspricht, d. h. an derjenigen, welche vom Mesoderm am weitesten abliegt. Ueber die interessanten Vorgänge der Kerntheilungen im Centralnervensystem und der Retina liegen Untersuchungen von ALTMANN (10), KOGANEI (22) und MERCK (24, 25) vor. Es zeigt sich danach, dass im Grosshirn und in der Retina die Kerntheilungen in gleicher Kernposition vor sich gehen wie im Labyrinth. Siehe Ausführliches p. 37 der oben citirten Arbeit (5).

Wie bei den höheren Säugethiern findet sich bei *Echidna* an den Maculae der Vorhofsäcke eine Statolithenmembran mit Statolithen, an den Cristae ampullares eine Cupula.

Auch die homogenen, kugelförmigen, kernlosen Auflagerungen an der Lumenfläche der Epithelwand sind im ganzen Bereiche des Labyrinthes in den älteren Stadien der Beuteljungen und auch später bis zur erwachsenen *Echidna* in gleicher Form und Anordnung festzustellen wie bei den höheren Säugern.

Erwähnenswerth ist bezüglich der Genese der Haarfortsätze, dass in frühen Embryonalstadien Haarfortsätze in Form haar- oder keulenartiger Epithelfortsätze an der ganzen Lumenwand der Labyrinthblase gefunden werden (s. o.). Leider sind der Erhaltungszustand der Präparate und auch die verwendeten Färbemethoden nicht hinreichend, um Genaueres über diese in frühen Stadien auftretenden Fortsätze aussagen zu können. Ja, es ist nicht vollkommen auszuschliessen, dass es sich hierbei um Kunstproducte handelt und die wirklichen Haarfortsätze nur im Bereiche des Neuroepithels auftreten. Nimmt man aber an, dass die gefundenen Fortsätze in der That vorhanden sind, dann wäre daraus zu schliessen, dass ursprünglich bei *Echidna* das ganze, die Labyrinthblase zusammensetzende Epithel protoplasmatische Fortsätze besitzt. An denjenigen Stellen, an welchen es später zur Entwicklung der circumscribten Neuroepithelstellen kommt, entwickeln sich diese Fortsätze weiter zur definitiven Form der Fortsätze der Haarzellen, an den übrigen Stellen gehen sie zu Grunde. In der vorhandenen Literatur wäre für die letztgenannte Annahme ein Analogon zu finden: JOSEPH (21) hat an jungen Meerschweinchenembryonen gefunden, dass der

umschriebenen Anlage der Corti'schen Membran im Ductus cochlearis ein Stadium vorausgeht, in welchem nicht nur der axiale Winkel des Ductus cochlearis, sondern der ganze Lumenrand von einer protoplasmatischen Decke überlagert erscheint, die den Epithelzellen unmittelbar anliegt. Aus dieser Membran entwickelt sich sodann später die Corti'sche Membran und mindestens ein Theil der Membrana reticularis. Alles Uebrige erfährt noch während der intraembryonalen Entwicklung vollkommene Rückbildung. Bei *Echidna* würde es sich in der Anordnung der Haarfortsätze um ähnliche Vorgänge handeln, wie bei dieser besonderen Art der ersten Anlage der Corti'schen Membran bei den höheren Säugethieren.

In mehreren Stadien der untersuchten *Echidnae* ergaben sich endlich auch typische Epithelformationen, wie ich sie bei den höheren Säugethieren und am Menschen beschrieben und abgebildet habe (9). Im Bereiche der Maculae und Cristae besteht die abnorme Lagerung in einem umschriebenen Defecte der Haarzellen (Taf. XV, Fig. 79; Taf. XXI, Fig. 100a). An einzelnen Stellen der genannten Nervenendstellen sind sodann zumeist in kleinen Kreisflächen nur Stützzellen vorhanden, die mehr weniger ein einfaches Cylinderepithel formiren. Die Stützzellen selbst nehmen dabei gegen das Centrum des atypischen Epithelfleckes an Höhe ab, so dass am Lumenrande des Epithels eine Einsenkung entsteht, die dem Ganzen etwa die Gestalt der Anlage einer acinösen Drüse verleiht. Nach der Epithelbasis begrenzt sie sich zumeist in gleicher Flucht mit dem übrigen Neuroepithel oder erscheint ein wenig convex nach abwärts vorgebuchtet. An einzelnen Stellen zeigen die Stützzellen in den atypischen Epithelflecken dieselben Eigenschaften wie die Stützzellen der Umgebung, an manchen aber unterscheiden sie sich von den letzteren durch auffallend helles Protoplasma, heller gefärbte und wohl auch grössere Kerne. Der Lumenrand an diesen Epithelflecken wird bei vollkommenem Fehlen der Haarfortsätze von der linearen Lumenrandzone gebildet, die auch im übrigen Neuroepithel die Grenzlinie des Epithels gegen das Lumen darstellt.

Andere atypische Formen finden sich in der directen Umgebung der Neuroepithelstellen und vereinzelt an den rein epithelialen Wandstellen in Gestalt subepithelial gelagerter kleiner Hohlkugeln, deren Wand von cylindrischem Epithel gebildet wird. Man muss annehmen, dass diese Kugeln nach dem Typus der embryonalen Abschnürung epithelialer Organe aus dem Wandepithel des Labyrinthes hervorgegangen sind (Taf. XV, Fig. 79b).

An der Pars basilaris finden sich atypische Epithelstellen, die durch circumscribten Defect der Haarzellen und durch besonders helle Tinction des Protoplasmas und der Kerne der vorhandenen Stützzellen gegenüber den Zellen der Umgebung charakterisiert sind (Taf. XVI, Fig. 80a, a, b).

Die rein epithelialen Wandtheile gehen aus der allmählichen Abflachung des ursprünglichen Cylinderepithels hervor. Die Abnahme der Zellhöhe ist in den einzelnen Stadien nicht für alle epithelialen Wandtheile gleich. Im Allgemeinen lässt sich nur sagen, dass unter Abnahme der Zellhöhe die Zellbasis breiter wird, die Kerne bläschenförmig werden und in mittlere Höhe der Epithelzellen zu liegen kommen. Was die Zahl dieser Zellen anlangt, so scheint sie schon früh ihren Abschluss zu finden, da schon in den letzten Embryonalstadien (Stadium 46) nur vereinzelte, in Theilung befindliche Zellkerne in den rein epithelialen Wandtheilen getroffen werden. In späteren Stadien (Stadium 51, junge *Echidna*) habe ich bei wiederholter genauer Durchsicht der lückenlosen Serien nur eine einzige Kerntheilungsfigur in der Region des Utriculus feststellen können (Taf. XV, Fig. 77). In demselben Stadium gelingt es aber, noch fast an jeder einzelnen Macula am Lumenrand des Neuroepithels in Theilung begriffene Kerne nachzuweisen. Es ergibt sich daraus, dass die numerische Entwicklung der Zellen im

Bereich des Neuroepithels später ihren Abschluss erhält als in den rein epithelialen Wandabschnitten. Nimmt ein rein epithelialer Wandabschnitt im Laufe der allmählichen Abflachung des Wandepithels endlich Plattenepithelform an, so erfolgt mit der Umformung der Zellen, deren Basisdurchmesser bedeutend zugenommen hat, auch eine Umformung der Kerne. Im Plattenepithel erhalten die Kerne mehr weniger scheibenförmige Gestalt, wobei die Dicke der Scheibe zumeist geringer ist als die Epithelhöhe. Nur an einzelnen Stellen, an welchen das Epithel eine maximale Abflachung erfährt, so besonders an der Membrana vestibularis, ist der Dickendurchmesser der Kerne immer noch grösser als der des Protoplasmaleibes, so dass die Zellkerne bei dieser frei durch das Lumen gespannten Membran in das endolymphatische Lumen und in die Scala vestibuli prominieren.

Die histologischen Veränderungen, welche das Epithel der Pars basilaris im Laufe der Entwicklung erfährt, und besonders die Details der Gewebsentwicklung der Papilla basilaris sind in dem speciellen Capitel erörtert (S. 91).

#### b) Die Differenzirung der einzelnen Nervenendstellen des Labyrinthes aus der einheitlichen Neuroepithelanlage.

Im Stadium 40 besteht die Wand des Labyrinthbläschens aus zwei verschiedenen Abschnitten, von welchen der eine, kleinere, dem späteren sogenannten rein epithelialen Antheil und der grössere dem embryonalen Neuroepithel, der gemeinschaftlichen Anlage der Labyrinthnervenendstellen, entspricht. Der histologische Charakter dieser beiden verschiedenen Wandtheile ist im Epithelbau ausgeprägt: an den rein epithelialen Stellen findet sich schon in diesem Stadium (an der lateralen Wand der Labyrinthblase) ein 7  $\mu$  hohes Cylinderepithel, während an der Neuroepithelanlage vielreihiges Cylinderepithel nachzuweisen ist. Diese Neuroepithelanlage kann, wie man die Labyrinthblase in diesem Stadium als Saccus communis bezeichnet, Macula communis genannt werden.

Im Stadium 41 hat die Macula communis bloss weitere Ausdehnung besonders in den unteren Theilen des Labyrinthbläschens erfahren, und auch noch im Stadium 42 stellt die Neuroepithelanlage eine einzige Neuroepithelfläche dar, die allerdings in der Höhe der Begrenzung der Pars superior gegen die Pars inferior durch eine mässige Einschnürung unvollkommen in einen oberen und unteren Abschnitt getheilt ist (Textfig. 17).

Im Stadium etwas älter als 43 hat diese Isolirung der gemeinschaftlichen Neuroepithelanlage in zwei Abschnitte weitere Fortschritte gemacht, doch hängen die beiden Theile noch unter einander zusammen. Der obere Abschnitt zeigt annähernd kreisrunde Form, der untere die eines Neuroepithelstreifens, der sich an der medialen Wand der Pars inferior bis in das untere Ende derselben erstreckt (Textfig. 18).

Vollkommene Trennung der Neuroepithelanlage in einen oberen und unteren Abschnitt erfolgt erst im Stadium 45 (Textfig. 19). Sie tritt somit später ein als der Beginn der Entwicklung der Bogengänge aus den Bogengangtaschen. Der obere Abschnitt zeigt in diesem Stadium die Form einer Kreisfläche, an welche nach vorn, oben 2 kurze Neuroepithelstreifen angeschlossen sind. Diese Nervenendstelle entspricht dem vereinigten Neuroepithel des Utriculus und der beiden vorderen Ampullen. Während also in diesem Stadium die Ampullen gestaltlich bereits ziemlich gut isolirt sind, hängen ihre Nervenendstellen noch mit der Nervenendstelle des Utriculus zusammen. Die Nervenendstellenanlage in der Pars inferior umfasst zu dieser Zeit noch als einheitliche Anlage die Crista ampullaris inferior, die Macula sacculi, Papilla basilaris und Macula lagenae. Da in demselben Stadium auch noch die hintere Ampulle mit dem Sacculus communicirt, so stellt die Neuroepithelanlage in der Pars inferior

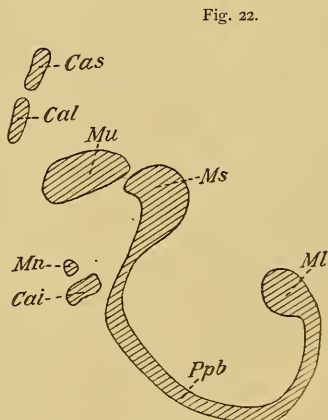
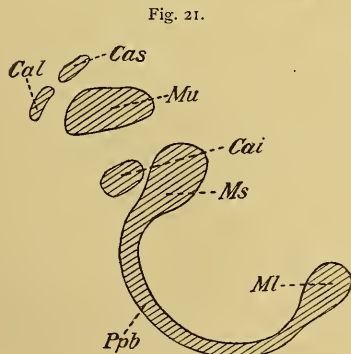
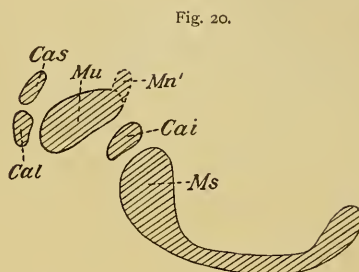
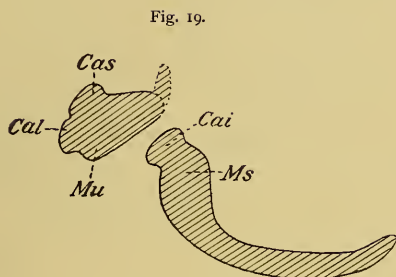
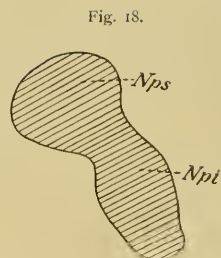
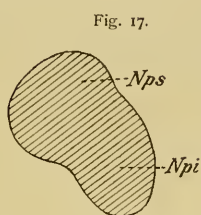
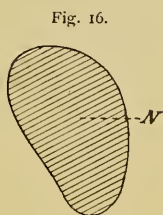
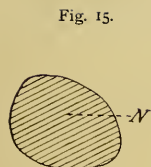


Fig. 15—24. Zur Entwicklung der einzelnen Nervenendstellen des *Echidna*-Labyrinthes aus der einheitlichen Neuroepithelanlage. *Cai* Crista ampullaris inferior; *Cal* Crista ampullaris lateralis; *Cas* Crista ampullaris superior; *Mdr* Maculaanlage im Ductus reuniens; *Ml* Macula lagenae; *Mn* Macula neglecta ampullaris; *Mn'* Macula neglecta utriculi (rudim.); *Ms* Macula sacculi; *Mu* Macula utriculi; *N* gemeinsame erste Neuroepithelanlage (Macula communis); *Npi* unterer Theil der gemeinsamen Neuroepithelanlage; *Nps* oberer Theil der gemeinsamen Neuroepithelanlage; *Ppb* Papilla basilaris. Fig. 23 u. 24 siehe nächste Seite.

einen Neuroepithelstreifen dar, der sich von der medialen Wand der hinteren Ampulle längs der ganzen medialen Wand der Pars inferior nach abwärts erstreckt bis in die Lagna, die in diesem Stadium zum ersten Male nach ihrer Form deutlich zu erkennen ist.

Fig. 23.

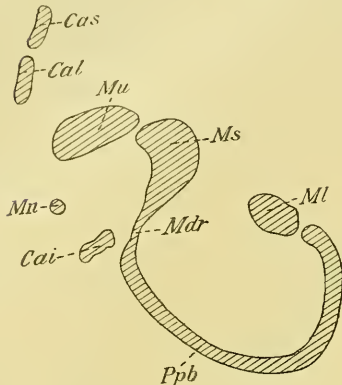
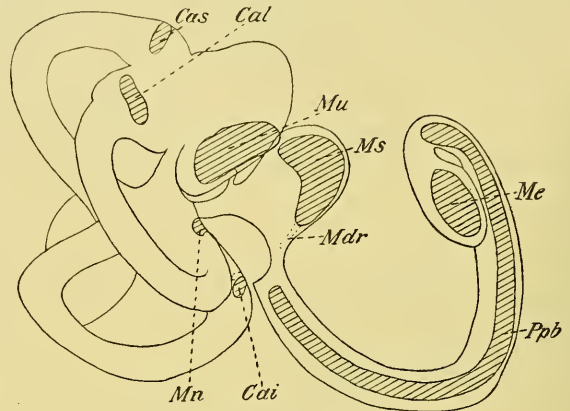


Fig. 24.



Im Stadium 46, dem letzten Embryonalstadium von *Echidna*, ist der obere Theil der Neuroepithelanlage in die drei definitiven Abschnitte (Macula utriculi, Crista ampullaris superior und Crista ampullaris lateralis) gegliedert (Textfig. 20). Bemerkenswerth ist aber, dass in diesem Stadium am unteren Ende des Ductus endolymphaticus an der medialen Wand dieses Kanales gleichfalls ein Neuroepithelstreifen nachzuweisen ist, der in seinem Bau vollkommen mit dem übrigen Vorhofneuroepithel übereinstimmt und nach abwärts in die Macula utriculi continuirlich fortgesetzt erscheint. An der unteren Neuroepithelanlage hat die Crista ampullaris inferior gleichfalls vollkommene Isolirung von der Umgebung erreicht. Im Uebrigen aber bildet die Neuroepithelanlage der Pars inferior noch einen zusammenhängenden Neuroepithelstreifen. Nach hinten, unten erscheint die Macula utriculi bis in die unmittelbare Nähe der Crista ampullaris inferior fortgesetzt, ist jedoch von ihr geweblich durch Zwischenschiebung eines einfachen, cubischen Epithelstreifens vollkommen getrennt.

An dem jüngsten Beutellungenstadium (Stadium 47) zeigen die Nervenendstellen, die aus der oberen Anlage hervorgegangen sind, eine scharfe histologische Abgrenzung gegen das Wandepithel der Umgebung. Das Gleiche gilt von der Crista ampullaris inferior. Das Neuroepithel der Pars inferior stellt hingegen auch hier noch einen einzigen Epithelstreifen dar, der in der Entwicklung nicht so weit vorgeschritten ist als die Nervenendstellen der Pars superior (Textfig. 21).

Im Stadium 48, in welchem die häutige Pars inferior ihre einzelnen Abschnitte, vor allem Sacculus, Ductus reuniens und Pars basilaris in guter gestaltlicher Begrenzung erkennen lässt, zeigt auch die Nervenendstelle der Pars inferior eine entsprechende, allerdings nicht vollkommene Abgrenzung ihrer einzelnen Bezirke (Textfig. 22). Man kann hier nach der Form der einzelnen Theile ohne weiteres von der Macula sacculi, Papilla basilaris und Macula lagenae sprechen, doch hängen diese Neuroepithelstellen unterein-

ander noch zusammen, und es resultirt somit zwischen Macula sacculi und Papilla basilaris ein die beiden Nervenendstellen verbindender Neuroepithelstreifen, der über die mediale Wand des Ductus reuniens hinwegzieht und danach als Nervenendstellenanlage des Ductus reuniens zu deuten ist.

Von besonderer Wichtigkeit ist endlich das Auftreten einer isolirten Nervenendstelle (Macula neglecta) im Sinus utricularis inferior in diesem Stadium (Textfig. 22, *Mu*): an der vorderen Wand des Sinus utricularis inferior findet sich eine hügelartige Epithelerhebung von 32  $\mu$  Höhe. In diesem Areal, das ovalen Contour zeigt, in fronto-occipitaler Richtung 130  $\mu$ , in medialer Richtung 100  $\mu$  misst, zeigt das Epithel den typischen Bau des Neuroepithels. Auch wird diese kleine Nervenendstelle von einem besonderen Nervenästchen versorgt. Die Nervenendstelle, die als Macula neglecta ampullaris zu bezeichnen ist, ist zwischen Macula utriculi und Crista ampullaris inferior gelegen und gegen diese beiden Nervenendstellen als selbständige Nervenendstellen scharf begrenzt. Die Frage, aus welchem Neuroepithel die genannte Macula neglecta hervorgeht, kann nach dem vorliegenden Material nicht vollkommen exact beantwortet werden. In dem vorhergehenden Stadium (Stadium 47) ist sie noch nicht vorhanden, und auch der ihr entsprechende häutige Theil, der Sinus utricularis inferior, ist gestaltlich noch nicht vollständig entwickelt. Im darauf folgenden Stadium (Stadium 48) dagegen erscheint sie bereits isolirt. Es fehlt also ein Zwischenstadium, an welchem diese Macula neglecta, die als besondere Nervenendstelle schon zu erkennen wäre, doch noch durch eine schmale Neuroepithelzone mit der Nervenendstelle zusammenhängt, aus welcher sie hervorgegangen ist, der Crista ampullaris inferior oder der Macula utriculi. Es ist nun allerdings schon oben erwähnt worden, dass die Macula utriculi sehr weit nach hinten und abwärts reicht, so dass man glauben könnte, dass die Macula neglecta aus dem hinteren Ende der Macula utriculi hervorgegangen sei, und in der Wirbelthierreihe ist ja eine Anzahl von Thieren bekannt, bei welchen nach der Lage die vorhandene Macula neglecta sich als abgeschnürter Bezirk der Macula utriculi kundgibt. Trotzdem glaube ich, dass es sich bei der Macula neglecta der *Echidna* nicht um eine aus der Macula utriculi, sondern um eine aus der Crista ampullaris inferior hervorgegangene Nervenendstelle handelt. Ich stütze mich dabei vor allem darauf, dass der Nerv, welcher die Macula neglecta versorgt, sich als Ast des Nervus ampullaris inferior repräsentirt und im centripetalen Verlauf bereits unweit seiner Nervenendstelle in den Nervus ampullaris inferior einstrahlt. Man muss dann auch annehmen, dass die Macula neglecta aus dem vorderen, oberen Theile der Crista ampullaris inferior hervorgeht und somit aus dem oberen Pole der gemeinschaftlichen unteren Nervenendstellenanlage ihren Ausgang nimmt. Die Macula neglecta der *Echidna* würde danach in der Lage und dem Verlaufe des ihr angehörigen Nervenästchens vollkommen mit der Macula neglecta der Vögel übereinstimmen. (Ausführliches siehe im Abschnitt über die rudimentären Nervenendstellen der *Echidna*.)

Im Stadium 49 hängen die Macula sacculi und Papilla basilaris noch durch einen die mediale Wand des Ductus reuniens einbeziehenden Neuroepithelstreifen untereinander zusammen, die Macula lagenae dagegen hat sich vom unteren Ende der Papilla basilaris abgegliedert (Textfig. 23). Die Nervenendstellen der Pars superior und die Macula neglecta haben sich dem ganzen Labyrinth entsprechend weiter entwickelt. An den Cristae ampullares sind deutliche Septa cruciata zu finden. Im Mündungsgebiete des Ductus endolymphaticus zeigt sich zwar auch jetzt noch höheres Cylinderepithel als an irgend welcher anderen rein epithelialen Wandstelle; dasselbe besitzt auch noch kolbenförmige, in das Lumen vorragende Fortsätze, als Neuroepithelanlage kann aber nach dem histologischen Verhalten diese Region

nicht mehr angesprochen werden, sondern sie stellt sich nur als verbreiterte Zone des hochcylindrischen Epithels dar, das die Maculae der Vorhofsäcke unmittelbar umgiebt.

Im Stadium 51 (Textfig. 24) ist endlich auch die Macula sacculi von der Papilla basilaris vollkommen getrennt. Im Ductus reuniens findet sich an der medialen Wand ein Streifen von hochcylindrischem, 30  $\mu$  hohem Epithel mit deutlichem Lumenrandsaume und Haarbesatz, doch ohne nachweisbare Sinneszellen. Nach aufwärts geht dieser Epithelstreifen in die Macula sacculi über, nach abwärts setzt er sich unter mässiger Abflachung in die Stützzellen der Papilla basilaris fort. Ein ähnlicher, 32  $\mu$  hoher, cylindrischer Epithelstreifen erstreckt sich auch durch den Isthmus lagenae und stellt eine Verbindung des distalen Endes der Papilla basilaris mit der Macula lagenae her. Mit dem Stadium 51 hat die Differenzirung der Nervenendstellen im Labyrinth ihr Ende erreicht. Es sind nun in gegenseitiger vollkommener Begrenzung alle diejenigen Nervenendstellen vorhanden, welche auch an der erwachsenen *Echidna* zu beobachten sind.

An der jungen *Echidna* von 42 mm Kopflänge ist am unteren Ende des Ductus endolymphaticus ein 10  $\mu$  hohes Cylinderepithel zu finden, das keine Haarfortsätze erkennen lässt. Die ursprüngliche Neuroepithelanlage hat hier somit vollkommene Rückbildung erfahren. Das Gleiche gilt auch von der Neuroepithelanlage im Ductus reuniens: hier ist das Cylinderepithel vollkommen geschwunden, und es findet sich lediglich ein 190  $\mu$  langer und etwa 120  $\mu$  breiter, cubischer Epithelstreifen von 8  $\mu$  Zellhöhe.

In Zusammenfassung ergibt sich, dass die einzelnen Nervenendstellen des Labyrinthes der *Echidna* gestaltlich in einer bestimmten, die Stadien 40—51 einbeziehenden Reihenfolge zur Differenzirung gelangen. Die wichtigsten Momente bei diesem Vorgange wären folgende:

- 1) Stadium 41: Ausdehnung der gemeinschaftlichen Maculaanlage auf die Pars inferior.
- 2) Stadium 45: Die gesammte Neuroepithelanlage des Labyrinthes erscheint in einen oberen und einen unteren Abschnitt getheilt.
- 3) Stadium 46: Aus dem oberen Neuroepithelabschnitt haben sich die Macula utriculi, Crista ampullaris superior und Crista ampullaris lateralis isolirt.
- 4) Stadium 48: Aus dem unteren Neuroepithelstreifen hat sich die Crista ampullaris inferior vollkommen abgegrenzt. Aus dem oberen Pole dieser Nervenendstelle ist die Macula neglecta hervorgegangen.
- 5) Stadium 49: Isolirung der Macula lagenae.
- 6) Stadium 51: Isolirung der Macula sacculi gegen die Papilla basilaris.

Es zeigt sich danach, dass die Nervenendstelle der Pars inferior später zur vollkommenen Differenzirung gelangt als diejenige der Pars superior, eine Thatsache, die in den Befunden der histologischen Differenzirung des Neuroepithels selbst eine vollkommene Bestätigung erfährt. Die Differenzirung der Nervenendstellen, die aus dem oberen Neuroepithelbezirke hervorgehen, erfolgt mit einem Male, indem sich an das Stadium, in welchem die obere Neuroepithelfläche noch ungetheilt erscheint, als nächstes dasjenige anschliesst, in welchem die Neuroepithelfläche in ihre drei definitiven Theile gegliedert ist. An der unteren Neuroepithelanlage erfolgt die Differenzirung der einzelnen Nervenendstellen dagegen derart, dass zunächst ein Bezirk am unteren Ende der unteren Neuroepithelanlage abgegliedert wird, die Crista ampullaris inferior. Später entsteht die Macula lagenae. Zuletzt (Stadium 51) verlieren die Macula sacculi und die Papilla basilaris ihren gegenseitigen Zusammenhang.

Bemerkenswerth ist auch, dass die Differenzierungsvorgänge der Neuroepithelstellen, streng genommen nicht derjenigen Theilung des Labyrinthes entsprechen, die aus der Gestaltentwicklung folgt, indem die der Pars superior angehörende hintere Ampulle nicht von der oberen, sondern von der unteren Neuroepithelanlage ihre Nervenendstelle erhält. Andererseits zeigt sich in der Entwicklung der Neuroepitheltheile vollkommene Uebereinstimmung mit der Entwicklung der Nervenäste, wobei der Ramus (Radix) superior n. acustici der oberen Neuroepithelanlage, der Ramus inferior, bezw. der Ramus inferior und medius der unteren Neuroepithelanlage angehört.

Exakte Beziehungen zwischen der Formentwicklung des Labyrinthes und der Differenzirung der Nervenendstellen haben sich nicht ergeben. Es lässt sich nur sagen, dass die gestaltliche Isolirung der einzelnen Labyrinthabschnitte der Isolirung der ihr angehörenden Nervenendstellen vorausgeht. So sind z. B. die Ampullen schon im Stadium 43 gestaltlich nachweisbar, während die Differenzirung der zugehörigen Cristae ampullares erst im Stadium 45, bezw. an der hinteren Ampulle im Stadium 46 eintritt. Nach seiner Gestalt ist der Utriculus schon im Stadium 44 zu erkennen, die Isolirung seiner Nervenendstellen erfolgt im Stadium 45. Sacculus, Papilla basilaris und Lagena sind nach ihrer Form im Stadium 45 zu trennen, die Isolirung der regionären Nervenendstellen erfolgt dagegen erst im Stadium 49 (Macula lagena) und im Stadium 51 (Macula sacculi und Papilla basilaris).

c) Ueber die Gewebsentwicklung der einzelnen Labyrinthabschnitte und ihrer Nervenendstellen.

**Pars superior.**

1) Gewebsentwicklung der Bogengänge.

Im Stadium 42, in welchem die Bogengangtaschen zum ersten Male auftreten, bestehen sie aus einem einfachen Cyliinderepithel von 13  $\mu$  mittlerer Höhe. Dieses Epithel erfährt noch im Stadium des Bestandes der Bogengangtaschen eine geringe Verminderung seiner Epithelhöhe und zeigt im Stadium etwas älter als 43: 11  $\mu$  mittlere Höhe. Im Stadium 44 sind die Bogengänge bereits vorhanden. Das Bogengängepithel ist an den meisten Stellen einfach cubisch, 6—8  $\mu$  hoch und erreicht nur stellenweise an der Convexität der Bogengänge eine Höhe von 8—12  $\mu$  und Cylinderform. In diesem Stadium sind die Bogengänge an ihrem concaven Rande zum Theile zugespitzt (Taf. VI, Fig. 37, C<sub>ss</sub>), entsprechend der noch im Gange befindlichen Resorption des Taschenepithels. Auch findet man stellenweise am concaven Rande der Bogengänge im Bogengangquerschnitte 2 über einander gelegene Epithelreihen, von welchen die untere schwächer gefärbt erscheint als die obere, ein Verhalten, das offenbar auf den in der unteren Reihe vor sich gehenden Verflüssigungsprocess zurückzuführen ist (s. Textfig. 2, S. 15).

Während der weiteren Entwicklung der Bogengänge ist nur eine geringe Abflachung des Epithels zu constatiren. Die mittlere Epithelhöhe der Bogengänge beträgt

im Stadium 45 . . .	5 $\mu$
„ „ 46 . . .	3—4 $\mu$ (cubisch)
„ „ 47 . . .	3—4 $\mu$ (cubisch)
„ „ 48 . . .	3—5 $\mu$
„ „ 49 . . .	2—5 $\mu$ (platt bis cubisch)
„ „ 51 . . .	4 $\mu$ (platt)
im Stadium von 42 mm Kopflänge . . .	3—4 $\mu$ (platt)
an der erwachsenen <i>Echidna</i> . . .	3—4 $\mu$ (platt).

Eine Abweichung in der Zellhöhe findet sich nur an der Convexität und der Concavität der Bogengänge. Embryologisch tritt diese raphenartige Erhöhung des Epithels zum ersten Male im Stadium 44 auf, in welchem an der Convexität der Bogengänge das Epithel auf 10–12  $\mu$  Höhe ansteigt und cylindrisch wird. Diese Raphe erhält sich in den nächstfolgenden Stadien, und im Stadium 49 tritt eine ähnliche Raphe an der Concavität der Bogengänge hinzu, in welchen beiden sich gegenüber dem Plattenepithel der Umgebung 8–10  $\mu$  hohes, cubisches bis cylindrisches Epithel findet. Dieses Verhalten bleibt zunächst im Stadium 51 unverändert. An der jungen *Echidna* und auch an der erwachsenen sind stellenweise beide Raphen vorhanden und aus einem 8  $\mu$  hohen, cubischen Epithel zusammengesetzt. Solche raphenähnliche Erhöhungen des Bogengangepithels habe ich auch vereinzelt an höheren Säugern, besonders schön bei der Ratte und beim Igel angetroffen. Sie sind an höheren Säugern auch bereits früheren Autoren aufgefallen, und ich glaube, dass RÜDINGER (31) durch einen Irrthum in der Deutung des Raphenepithels zu seiner später widerlegten Hypothese von der Entwicklung der Bogengänge gelangt ist.

Mit der Umformung der Epithelzellen von der cylindrischen zur cubischen und weiterhin zur Plattenform ist auch eine entsprechende Umformung der Zellkerne verbunden, die, ursprünglich mit ihrer Längsaxe senkrecht zum Wandverlaufe gestellt, Spindelform, später Kugelform zeigen und endlich Scheibengestalt annehmen. In der letzten Gestalt ist aber die Scheibendicke überall geringer als die Zellhöhe, und es werden nirgends prominente Zellkerne gefunden.

## 2) Gewebsentwicklung der Ampullen und der Cristae ampullares.

Die rein epithelialen Theile der Ampullen unterliegen im Grossen und Ganzen den Epithelumformungen, welche sich bei den Bogengängen zeigen. An der jungen und erwachsenen *Echidna* stimmt die rein epitheliale Ampullenwand vollkommen mit der Bogengangwand überein. Aehnlich der Raphe an der Concavität der Bogengänge entwickelt sich an der Concavität der Ampullen gleichsam als Fortsetzung der Bogengangraphe eine circumscriphte Epithelleiste, in welcher die Zellen höher sind als in der Umgebung. Die Neuroepithelstellen der Ampullen, Cristae ampullares, gehen unter Differenzirung in Haar- und Stützzellen aus der ursprünglichen, gemeinsamen Neuroepithelanlage des Ohrlabyrinthes hervor. Die Crista ampullaris inferior erhält später vollkommene Isolation als die Cristae der beiden vorderen Ampullen.

Die Messung der Epithelhöhe in den verschiedenen Stadien ergibt folgende Zahlen: Das Neuroepithel der Cristae ampullares zeigt

im Stadium etwas älter als 43 <sup>1)</sup>	. . . . .	27	$\mu$ Höhe
im Stadium 44 <sup>1)</sup>	. . . . .	27	$\mu$ „
„ „ 45 <sup>1)</sup>	. . . . .	27	$\mu$ „
„ „ 46	. . . . .	27	$\mu$ „
„ „ 47	. . . . .	28–30	$\mu$ „
„ „ 48	. . . . .	32	$\mu$ „
„ „ 49	. . . . .	37	$\mu$ „
„ „ 51	. . . . .	40	$\mu$ „
im Stadium von 42 mm Kopflänge	. . . . .	35	$\mu$ „
bei der erwachsenen <i>Echidna</i>	. . . . .	25	$\mu$ „

1) In diesen Stadien hängen die Nervenendstellen der Ampullen mit dem Neuroepithel der Umgebung noch zusammen.

Fügen wir dieser Zahlenreihe als ursprüngliche Zahl die Höhe des vielreihigen Epithels im jüngsten vorgelegenen Stadium (40):  $24\ \mu$  bei, so ergibt sich, dass intraembryonal das Neuroepithel der Cristae noch vor der vollkommenen Isolirung der Nervenendstellen eine geringe Erhöhung erfährt, und zwar von  $24\ \mu$  auf  $27\ \mu$ . Nachdem die Höhe von  $27\ \mu$  bereits im Stadium etwas älter als 43 erreicht ist, bleibt die Epithelhöhe während der folgenden Embryonalperioden constant und erfährt erst eine weitere bedeutende Zunahme mit der Geburt des Beuteljungen (Stadium 47). Das Maximum der Epithelhöhe wird sodann im Stadium 51, dem letzten Beuteljungenstadium, erreicht, um weiterhin wieder etwas abzunehmen, so dass an der erwachsenen *Echidna* mit  $25\ \mu$  Epithelhöhe sich fast das ursprüngliche Maass ( $24\ \mu$ ) ergibt.

Im histologischen Bau der Haarfortsätze zeigt sich an den Cristae acusticae durchaus Uebereinstimmung mit den Nervenendstellen der Vorhofsäcke (s. u.). Die Cupulae ampullares sind nur an wenigen Stellen histologisch gut erhalten. An diesen zeigen sie eine deutliche, gegen die Medianebene der Cupula gerichtete Streifung, bezw. Lamellirung und nehmen Eosinfärbung an. In der Verlaufsrichtung der Haarfortsätze zeigt die *Echidna* Uebereinstimmung mit den höheren Säugern. Der Grundtheil der Haarfortsätze ist senkrecht zum Verlaufe des Lumenrandes des Epithels gestellt, dann biegt das Haar gegen die Symmetrieebene der Crista um, wonach die lateral gestellten Haare die stärkste Umbiegung, die in der Medianebene gelegenen [vollkommen geradegestreckten Verlauf aufweisen. An den Cristae und auch an der Cupulae finden sich hier und da, wie auch anderwärts im endolymphatischen Raume protoplasmatische, homogene Kügelchen.

Die Crista ampullaris zeigt im Querschnitte Hügelform, der Sulcus cristae sowie der Sulcus cristae accessorius, den ich an *Cavia* gefunden und beschrieben habe (8), fehlen. Die Cristahöhlung ist ausgefüllt von dem zugehörigen Nervenaste, dessen einzelne Fasern sich bis an ihre Durchtrittsstelle an der Epithelbasis verfolgen lassen. Die Cristae ampullares sind an ihrem peripheren Rande von einem Saum hochcylindrischen Epithels umgeben, der unter rascher Abflachung continuirlich in das Wandepithel der Ampullen übergeht.

### 3) Gewebsentwicklung des Utriculus und der Macula utriculi.

Schon im Stadium des Saccus communis lassen sich im oberen Theile des Sackes, aus welchem der Utriculus hervorgeht, zwei Epithelgattungen unterscheiden, ein einfaches cylindrisches Epithel von  $11\ \mu$  Höhe und ein  $27\ \mu$  hohes Neuroepithel. An den rein epithelialen Stellen vollzieht sich nun im Laufe der weiteren Entwicklung eine Abflachung des Epithels. Die Epithelhöhe an den rein epithelialen Stellen beträgt

im Stadium etwas älter als 43 . . . . .	$11\ \mu$
im Stadium 44 . . . . .	$5\ \mu$
„ „ 45 . . . . .	$5\ \mu$
„ „ 46 . . . . .	$3-4\ \mu$ (platt bis cubisch)
„ „ 47 . . . . .	$3-4\ \mu$ (platt bis cubisch)
„ „ 48 . . . . .	$3-4\ \mu$
„ „ 49 . . . . .	$3-4\ \mu$
„ „ 51 . . . . .	$3-4\ \mu$
im Stadium von 42 mm Kopflänge . . . . .	$3-4\ \mu$
bei der erwachsenen <i>Echidna</i> . . . . .	$2-4\ \mu$

Es zeigt sich somit, dass das Wandepithel des Utriculus im Laufe der Entwicklung niedriger wird, jedoch schon im letzten Embryonalstadium (Stadium 46) seine bleibende Höhe von  $3$

bis  $4\ \mu$  erreicht hat. Das Neuroepithel des Utriculus zeigt im Stadium 43:  $27\ \mu$  Höhe. Seine Epithelhöhe verhält sich weiterhin folgendermaassen. Sie beträgt:

im Stadium etwas älter als 43 . .	$27\ \mu$	im Stadium 48 . .	$32\ \mu$
im Stadium 44 . .	$27\ \mu$	„ „ 49 . .	$37\ \mu$
„ „ 45 . .	$27\ \mu$	„ „ 51 . .	$32\ \mu$
„ „ 46 . .	$27\ \mu$	im Stadium von 42 mm Kopflänge . .	$27\ \mu$
„ „ 47 . .	$27\ \mu$	bei der erwachsenen <i>Echidna</i> . .	$25\ \mu$

Das Neuroepithel des Utriculus erfährt somit intraembryonal eine Zunahme seiner Höhe noch im Stadium der Beuteljungen und sodann bis zur erwachsenen eine Abnahme, so dass an der erwachsenen *Echidna* das Neuroepithel der Macula ungefähr ebenso hoch ist wie die ursprünglich gemeinsame Neuroepithelanlage im Stadium 43.

In der Zelldifferenzirung zeigt sich an der Macula utriculi vollkommene Uebereinstimmung mit den Cristae ampullares: im Stadium etwas älter als 43 ist bereits ein Haarbesatz an der protoplasmatischen Lumenrandzone zu erkennen, doch sind die Haarzellen noch nicht vollkommen entwickelt, was am besten aus der 3–4-fachen unregelmässigen Kernreihe zu ersehen ist. Die typische, doppelte Kernreihe tritt wenigstens in einem Theile der Macula utriculi, und zwar zuerst am oberen Maculaende, im Stadium 44 auf. Im Stadium 47 ist die Differenzirung in Stütz- und Haarzellen bis auf die Randpartien der Macula in der ganzen Macula utriculi vollendet, und im Stadium 48 zeigen auch bereits die Randpartien der Macula das charakteristische und bleibende Verhalten ihrer Zellen.

Die Haarfortsätze sind an ihrer Basis verbreitert und bestehen aus einer Anzahl Primitivfasern, von welchen die axialen Fäden länger sind als die peripheren, so dass die Haare, besonders an ihrer Basis, Kegelform annehmen. Die freien Enden der Haarfortsätze convergiren gegen die Mitte der Macula und sind in die Statolithenmembran eingesenkt. Das erste Auftreten der Statolithen kann nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden, nachdem in den jüngeren Stadien die Statolithen vielleicht präparativ zu Grunde gegangen sind. Im Stadium 48 scheinen sie bereits vorhanden zu sein, und sie zeigen sich im Stadium 51, in welchem sie gut erhalten sind, als hexagonale Krystalle mit abgeschliffenen Kanten und als wetzsteinförmige oder kugelige Körperchen. Ihre Grösse schwankt von  $1\text{--}2\ \mu$  bis  $10\text{--}15\ \mu$ . Sie sind auf der Statolithenmembran gelegen und bilden eine zusammenhängende, dünne Schicht. Im Stadium von 42 mm Kopflänge messen die Haarfortsätze der Macula utriculi an ihrer Basis  $2\text{--}3\ \mu$  Durchmesser und sind auf eine durchschnittliche Länge von  $13\ \mu$  in das Lumen zu verfolgen.

Ueber atypische Epithelstellen im Utriculus und der Macula utriculi siehe p. 79.

4) Gewebsentwicklung der Sinus utriculares, der Macula neglecta ampullaris und der rudimentären Macula neglecta utriculi.

Die 3 Sinus utriculares (anterior, superior und inferior) zeigen in ihren rein epithelialen Theilen übereinstimmendes Verhalten. Ihr Wandepithel besteht ursprünglich aus einem einfachen Cylinderepithel von  $8\ \mu$  durchschnittlicher Höhe. Unter allmählicher Abflachung resultirt in ihnen im Stadium 51 ein  $2\text{--}5\ \mu$  hohes Plattenepithel.

Die Macula neglecta ampullaris, die aus dem unteren Abschnitte der gemeinschaftlichen Neuroepithelanlage, und zwar aus der Anlage der Crista ampullaris inferior, hervorgeht, zeigt im Stadium 48, in welchem sie zum ersten Male als isolirte Nervenendstelle auftritt, die Form eines Hügels mit ovaler Basis (Taf. VII, Fig. 51, *Mn*). Dieser Hügel erhebt sich bis auf  $23\ \mu$  und misst in fronto-occipitaler

Richtung  $130\ \mu$ , in mediolateraler Richtung  $100\ \mu$  Durchmesser. Die Höhe des Epithelhügels bleibt in der Folgezeit fast constant. Sie beträgt

im Stadium 49 . . . .	32 $\mu$
„ „ 51 . . . .	32 $\mu$
im Stadium von 42 mm Kopflänge . . . .	34 $\mu$

Die grösste Ausdehnung erhält die Macula neglecta ampullaris im Stadium 49 mit Kreisform von  $330\ \mu$  Durchmesser. Im Stadium von 42 mm Kopflänge weist sie wieder ovale Form von  $180\ \mu$  fronto-occipitalem und  $250\ \mu$  mediolateralem Durchmesser auf. Schon im Stadium 48 zeigt sie fast in ganzer Ausdehnung weitere Differenzierung in Haar- und Stützzellen nach dem Typus der Maculae der Vorhofsäcke, stark lichtbrechenden Lumenrand und Haarfortsätze. Die Haarfortsätze sind wie die der übrigen Nervenendstellen gebaut. Sie tragen kugelige oder krümelige Auflagerungen, die Resten einer histologisch nicht mehr erhaltenen Statolithenmembran entsprechen. Die Statolithen sind an der Macula neglecta nicht mehr nachzuweisen. In voller Circumferenz wird die Macula neglecta von cylindrischem Epithel, das rasch in das Plattenepithel, bezw. in das cubische Epithel der Umgebung übergeht, gegen die benachbarten Nervenendstellen (Crista ampullaris inferior und Macula utriculi) begrenzt. Die Macula neglecta ampullaris stellt somit bei *Echidna* eine sich progressiv entwickelnde Nervenendstelle dar, die nach dem Typus der Maculae der Vorhofsäcke gebaut ist und durch einen eigenen Nervenast, der sich in centripetaler Richtung dem Nervus ampullaris inferior anschliesst, versorgt wird. Die Nervenendstelle selbst ist an der vorderen Wand des Sinus utricularis inferior gelegen und richtet ihre Lumenfläche nach hinten und oben.

Im Anschluss daran wäre noch diejenige Nervenendstellenanlage zu besprechen, die sich im unteren Ende des Ductus endolymphaticus am Uebergange dieses Kanales in den Saccus communis findet. Neuroepithel ist in diesen Regionen nur in jungen Embryonalstadien der *Echidna* vorhanden. So findet sich im Stadium 46 am unteren Ende des Ductus endolymphaticus mehrreihiges,  $27\ \mu$  hohes Cylinderepithel, das eine schmale, protoplasmatische, stark lichtbrechende Lumenrandzone aufweist und sich continuirlich in das Neuroepithel der Macula utriculi fortsetzt. Eine vollständige Isolierung dieser rudimentären Nervenendstelle vom Neuroepithel des Utriculus findet jedoch nicht statt, ja es erfolgt sehr bald eine Rückbildung des Epithelstreifens auf einfaches Cylinderepithel und weiterhin auf cubisches und Plattenepithel. Anscheinend erstrecken sich im Stadium 47 Fasern des Nervus utricularis zu dieser Neuroepithelanlage. Ob diese dann später in die Macula utriculi einbezogen wird oder vollkommene Rückbildung erfährt, muss dahingestellt bleiben: jedenfalls ist eine progressive Entwicklung an dieser Nervenendstellenanlage nicht zu constatiren.

Wir hätten somit an der Pars superior bei *Echidna* zwei accessorische Nervenendstellen zu unterscheiden, eine permanente, die progressive Entwicklung zeigt, und die nach ihrer Genese als Macula neglecta ampullaris zu bezeichnen ist, und eine zweite, die nur vorübergehend und auch da in rudimentärem Zustande sich findet, sich als Anhang der Macula utriculi ergibt, und die, wie ich glaube, am ehesten den Namen Macula neglecta utriculi verdiente.

#### **Pars inferior.**

##### **5) Gewebsentwicklung des Sacculus und der Macula sacculi.**

Sacculus und Macula sacculi stimmen in der geweblichen Differenzierung mit dem Utriculus und der Macula utriculi überein. Es ergibt sich jedoch besonders in jungen Stadien, dass die zellige

Differenzierung im Utriculus im jeweiligen Alter vorgeschrittener erscheint als die des Sacculus. So z. B. zeigt die Macula sacculi in Stadium 47, in welchem die Macula utriculi bis auf ihre Randtheile die definitive Gruppierung in Stütz- und Haarzellen erkennen lässt, diesen Bau nur an ihrem oberen, der Macula utriculi benachbarten Ende und im Uebrigen 28–30  $\mu$  hohes, vielreihiges Epithel mit 5–6 über einander gelegenen, unregelmässigen Kernreihen.

Im Stadium 48 zeigt die Macula sacculi ungefähr die Gewebisdifferenzierung der Macula utriculi des Stadium 47, also im grössten Theile der Macula 2 distincte Kernreihen, protoplasmatische Lumenrandzone, deutlichen Randsaum, Stütz- und Haarzellen mit Haarfortsätzen, Statolithenmembran und Statolithen. In diesem Stadium setzt sich die Macula utriculi nach abwärts noch in die Neuroepithelanlage des Ductus reuniens fort. In den nächstfolgenden Beuteljungenstadien sowie an der jungen und erwachsenen *Echidna* stimmt der Sacculus histologisch vollkommen mit dem Utriculus überein.

#### 6) Gewebsentwicklung des Ductus reuniens.

Die Gewebsentwicklung dieses Kanales erfordert besonderes Interesse, da in ihm in ähnlicher Weise wie am unteren Ende des Ductus endolymphaticus am Uebergange in den Utriculus (Saccus communis) und in Analogie mit den Befunden an einem höheren Säuger (*Cavia cobaya*) eine rudimentäre Nervenendstellenanlage getroffen wird, die noch im Stadium des Beuteljungen vollkommene Rückbildung erfährt.

Im Stadium 48, in welchem der Ductus reuniens zum ersten Male als kurzer, gut begrenzbarer Kanal erkennbar ist, trägt er an seiner dem Vestibulum zugekehrten (axialen) Seite eine Neuroepithelanlage. Dieselbe ist nach oben continuirlich in die Macula sacculi, nach abwärts in das Neuroepithel der Pars basilaris fortgesetzt, erstreckt sich somit durch die ganze Länge des Ductus reuniens. In der Epithelhöhe stimmen diese Nervenendstellen mit der Macula sacculi überein. Sie lassen in ihrem oberen Theile deutliche Differenzierung in Stütz- und Haarzellen erkennen, während im unteren noch vielreihiges Epithel mit 4–6 unregelmässig über einander verlaufenden Kernreihen zu finden ist. Kurze, haarartige Fortsätze sind gleichfalls vorhanden. Die freie Wand des Ductus reuniens zeigt sich in diesem Stadium in Uebereinstimmung mit der freien Wand des Sacculus aus cubischem Epithel zusammengesetzt. Ein dem Nervus saccularis angehörendes Faserbündel lässt sich bis an die Neuroepithelanlage des Ductus reuniens verfolgen.

Im Stadium 49 ergibt sich an der freien Wand des Ductus reuniens wie an der freien Wand des Sacculus cubisches bis cylindrisches, 8–11  $\mu$  hohes Epithel. Der Neuroepithelstreifen erstreckt sich an der axialen Wand noch fast durch die ganze Länge des Ductus reuniens und besteht aus einem 27  $\mu$  hohen Epithel, das in seinem Bau mit den übrigen Neuroepithelien des Vorhofes übereinstimmt, deutlichen Haarbesatz trägt und nach abwärts continuirlich in das Neuroepithel der Pars basilaris übergeht. Auch Nervenfasern, die sich bis an das im Ductus reuniens befindliche Neuroepithel erstrecken, sind vorhanden. Mit diesem Stadium scheint die Maculaanlage im Ductus reuniens den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreicht zu haben, und es beginnt nun ihre Rückbildung, die vor allem durch den eintretenden Schwund der Haarzellen angezeigt wird: so findet sich im Stadium 51 an der axialen Wand des Ductus reuniens 30  $\mu$  hohes Cylinderepithel mit deutlichem Lumenrandsaum. Tonnenzellen und regionäre Nervenfasern sind jedoch darin nicht mehr nachweisbar.

An dem *Echidna*-Jungen von 42 mm Kopflänge ist der Ductus reuniens 0,7 mm lang und zeigt 0,1 mm äusseren Durchmesser. Seine freie Wand besteht aus einfachem Plattenepithel, seine axiale Wand weist einen 100  $\mu$  langen und ungefähr 120  $\mu$  breiten cubischen Epithelstreifen von 8  $\mu$  Zellhöhe auf, an welchen nach auf- und nach abwärts 4  $\mu$  hohes Plattenepithel angeschlossen ist. Dieser cubische Epithelstreifen stellt also den Rest der rudimentären Nervenendstelle im Ductus reuniens dar. Nervenfasern, die sich gegen den Ductus reuniens erstrecken, sind in diesem Stadium nicht mehr vorhanden.

## 7) Gewebsentwicklung des Caecum vestibulare.

Der Vorhofblindsack zeigt sich zum ersten Male im Stadium 48 als kleines epitheliales Grübchen, durch welches die ganze Pars basilaris über den Ductus reuniens hinaus nach hinten gegen die hintere Ampulle fortgesetzt erscheint. Sein Wandepithel ist in diesem Stadium cylindrisch und  $16\ \mu$  hoch. Im Stadium 49 zeigt der Vorhofblindsack  $93\ \mu$  Durchmesser und besitzt  $2\ \mu$  hohes, cylindrisches Wandepithel.

Im Stadium 51 müssen am Vorhofblindsack zwei Wandtheile, ein freier, der an die Cisterna perilymphatica vestibuli grenzt, und ein dem Bindegewebspolster des Ligamentum spirale angelagerter Wandabschnitt, unterschieden werden. Die Epithelwand besteht im ersten Theile aus  $8\ \mu$  hohen cubischen, im zweiten aus  $25-30\ \mu$  hohen cylindrischen Zellen.

Im Stadium von  $42\ \text{mm}$  Kopflänge besteht die freie Wand aus einem Plattenepithel und einer bindegewebigen äusseren Schicht und zeigt  $6-8\ \mu$  Totaldicke. Etwas höher ist das Epithel des dem Vorhofende des Ligamentum spirale angelagerten Wandtheiles des Caecum, welches  $6-8\ \mu$  hoch und cubisch ist.

Das blinde Ende der Scala tympani reicht fast ebensoweit vorhofwärts als der Blindsack selbst, ein Verhalten, durch welches sich die *Echidna* von den höheren Säugern unterscheidet (s. o.). Der Blindsack misst nach abgeschlossener Entwicklung im Querschnitte  $230\ \mu$  Horizontal- und  $170\ \mu$  Verticaldurchmesser. Er ist gegen den Vorhof blind geschlossen, nach vorn und abwärts geht er continuirlich in den Basilarkanal über, in dessen Lumen er sich weit öffnet.

## 8) Die Gewebsentwicklung der Pars und Papilla basilaris.

Die Pars und Papilla basilaris entwickeln sich ursprünglich vollkommen nach dem Typus einer vestibularen Nervenendstelle. Der axiale Theil des annähernd kreisrunden Querschnittes des häutigen Rohres weist Neuroepithel auf, der periphere einfaches Cylinderepithel (Taf. X, Fig. 56). Das Neuroepithel zeigt in diesen Stadien mehrfache, über einander geschichtete Kernreihen, entspricht also einem vielreihigen Epithel, Haar- und Pfeilerzellen sind noch nicht differenzirt. Mit dem Auftreten distincter Haarzellen treten nun auch Veränderungen ein, welche die Papilla basilaris gegenüber allen anderen Nervenendstellen des *Echidna*-Labyrinthes unterscheiden. Es kommt zur räumlichen Einschränkung des Neuroepithels, das jetzt nur einen Theil der basalen (hinteren) Wand des häutigen Kanals in sich fasst, und in diesem Neuroepithelhügel erlangen die Sinneszellen eine besondere architektonische Gruppierung und bestimmte Reihenordnung. Im Rohrquerschnitte stellt jetzt die Neuroepithelanlage einen Wulst dar, der als Neuroepithelwulst bezeichnet werden kann (Taf. XVII, Fig. 86). Ich vermag bei *Echidna* nur diesen einen epithelialen Wulst festzustellen, welcher den vereinigten beiden Epithelwülsten, die sich an höheren Säugerembryonen finden, entspricht.

Im Laufe dieser Veränderungen nimmt auch das Rohr andere Querschnittsform an, und es kommt unter gleichzeitiger Entwicklung der Scalen zu einer derartigen Umformung, dass man an dem häutigen Kanal drei Wände unterscheiden kann, die basale, welche unter anderem auch das Neuroepithel trägt, die periphere Wand, welche an die Labyrinthkapsel fixirt ist, und die obere Wand, welche den Kanal gegen die Scala vestibuli begrenzt. Am frühesten zeigt sich ein Winkel zwischen der oberen Wand und der Basilarwand, und zwar noch vor Auftreten der Scala tympani und bei rudimentärem Vorhandensein der Scala vestibuli.

In der geweblichen Entwicklung ist der Basilarkanal stets in seinem mittleren Theile am weitesten vorgeschritten. Seine Entwicklung gelangt später zum Abschluss als die des vestibularen und ampullaren Neuroepithels, ungefähr zu gleicher Zeit wie das der Macula lagenae. Als abschliessendes Stadium gilt für mich das Gehörorgan der jungen *Echidna* von  $42\ \text{mm}$  Kopflänge, da die

Basilarpapille an dem mir vorgelegenen Labyrinth der erwachsenen *Echidna* histologisch nicht gut erhalten war.

a) Gewebsentwicklung der Membrana vestibularis. In jungen Stadien und noch im Stadium 51 ist die Membrana vestibularis aus einfachem Cyliinderepithel zusammengesetzt, das gegen die Scala vestibuli von einer breiten Bindegewebszone gedeckt ist. An der *Echidna* von 42 mm Kopflänge besteht die Membran aus 4  $\mu$  hohem Plattenepithel, das gegen die Scala vestibuli von einer 2—3-fachen, platten Bindegewebschicht überlagert ist (Taf. XXII, Fig. 103, 104, *Mv*).

b) An der lateralen Wand tritt zunächst eine innige Vereinigung zwischen der hochcyliindrischen Epithelwand und dem dichten perilymphatischen Gewebe, das sich zwischen dieser und der Knorpelwand erstreckt (Ligamentum spirale), ein. Auch hier nimmt die Epithelhöhe im Laufe der Entwicklung allmählich ab. An der jungen *Echidna* von 42 mm Kopflänge, an welcher das Ligamentum spirale bereits vollständig entwickelt ist (Taf. XXII, Fig. 103), zeigt sich etwa am Uebergange des unteren in das mittlere Drittel der Wand das Epithel gegen den endolymphatischen Kanal hügel förmig vorgebaucht (Prominentia spiralis, Taf. XXII, Fig. 103, *Psp*). Von da nach aufwärts bis an den Angulus vestibularis findet sich, entsprechend der bei *Echidna* fehlenden Stria vascularis, einfaches, 20  $\mu$  hohes Cyliinderepithel (Taf. XXII, Fig. 103, *Stv*), nach abwärts, entsprechend dem Epithel des Sulcus spiralis externus, 12  $\mu$  hohes Cyliinderepithel.

c) Membrana und Papilla basilaris. Nachdem sich bis dahin die Papilla basilaris vollkommen nach dem Typus der übrigen Neuroepithelien des Gehörorgans entwickelt hat, erhält an manchen Stellen schon im Stadium 48, durchgreifend an der ganzen Pars basilaris erst im Stadium 51 die Nervenendstelle in der Pars basilaris die Form einer Epithelleiste, im Querschnitte die eines Hügels (Taf. XVIII, Fig. 89, *Mb*). Dieser einzige Neuroepithelwulst entspricht nach dem aus ihm hervorgehenden histologischen Abschnitt den beiden Epithelwülsten der höheren Säugethiere (s. o.).

Aus dem mittleren Theile des Epithelwulstes entwickeln sich die beiden Corti'schen Pfeiler, axial und peripher von ihnen die Haarzellen mit den ihnen zukommenden, eigenthümlichen Stützzellen. Die Randtheile des Wulstes liefern bloss Stützzellen, die sich an der axialen Seite in das cyliindrische Epithel des Sulcus spiralis internus, an der peripheren in das des Sulcus spiralis externus fortsetzen. Ueber die weiteren histologischen Vorgänge vermochte ich nicht zu vollkommener Klarheit zu gelangen, da an dem ältesten von mir verarbeiteten Stadium der jungen *Echidna* von 42 mm Kopflänge das Corti'sche Organ noch nicht vollkommen entwickelt ist, an der untersuchten erwachsenen *Echidna* jedoch durch Maceration stark gelitten hat. In Folge dessen kann ich den folgenden auffallenden Befund nur mit einiger Reserve verzeichnen. Während sich nämlich an den meisten Stellen der Papille im Querschnitte peripher von den Corti'schen Pfeilern 3—4 Haarzellreihen, axial eine einzige Reihe finden, ergeben sich an manchen Stellen an der axialen Seite 2—3 Haarzellreihen (Taf. XXII, Fig. 103, 104). Völlige Klärung ist hier nur von der histologischen Untersuchung eines histologisch gut erhaltenen, erwachsenen *Echidna*-Labyrinthes zu erwarten und an diesem wäre zu entscheiden, ob der merkwürdige Bestand vereinzelter, mehrerer Reihen von Haarzellen an der axialen Seite der Corti'schen Pfeiler persistirt, oder ob später eine Umordnung der Zellen auch an denjenigen Stellen, wo sich an der jungen *Echidna* 2—3 Reihen finden, derart eintritt, dass überall nur eine einzige Reihe vorhanden bleibt.

Die Crista spiralis tritt verhältnissmässig spät (Stadium 51) auf. Sie wird hier am Querschnitte durch einen flachen, aus Bindegewebe und einem hochcyliindrischen Epithel bestehenden, gegen das Lumen nur wenig prominenten Hügel repräsentirt. Ihre charakteristische Gestalt zeigt die Crista spiralis aber erst im Stadium der *Echidna* von 42 mm Kopflänge. Sie besitzt hier überall ein Labium tympanicum, im grösseren Theile des Schneckenkanals bereits auch ein Labium vestibulare. Die Crista spiralis setzt sich

aus 2 Schichten zusammen: einer zellreichen, spindelförmige Zellen enthaltenden bindegewebigen Grundlage, die gegen das endolymphatische Lumen von Cylinderepithel gedeckt ist. Die dritte, structurlose mittlere Zone finde ich erst an der erwachsenen *Echidna*, an welcher die Crista spiralis annähernd mit der Crista spiralis der höheren Säuger übereinstimmt.

Die CORTI'sche Membran ist an den Präparaten der älteren Stadien vom Neuroepithel abgehoben und ragt geradegestreckt in das Lumen vor (Taf. XXII, Fig. 103, 103a, 104, *Mc*). Sie kann an der jungen *Echidna* in zwei Abschnitte getheilt werden, von welchen der grössere, axiale der Crista spiralis aufgelagert ist und bis in den axialen Winkel des Basilarkanales reicht, während der kleinere, periphere sich über die Haarzellen hinweg peripheriewärts erstreckt. Die Aufrollung des peripheren Randes ist erst an der erwachsenen *Echidna* und auch da nur an einzelnen Stellen erkennbar. Sonst besitzt die Membran einen zugeschärften, geradeaus peripheriewärts gestreckten Rand.

Das Epithel des Sulcus spiralis internus, das an der jungen *Echidna* den Sulcus fast vollständig füllt, zeigt sich an der erwachsenen *Echidna* als cubisches bis cylindrisches Epithel von 8–10  $\mu$  Höhe. Die peripheren Nervenfasern lassen sich an den Präparaten bis in die Nähe der Haarzellen verfolgen.

Die beiden Platten der Lamina spiralis ossea fehlen, wie auch ein knöcherner Canalis ganglionaris. Diese Theile sind durch entsprechende Bindegewebszüge ersetzt (siehe auch die Einzelbeschreibungen der Pars basilaris der jungen und erwachsenen *Echidna* p. 49 und 55).

In der Richtung gegen den Vorhof wird die Lamina spiralis schmaler, der obere Winkel des häutigen Kanales verstreicht, und unter Annahme ovalen Querschnittes und bedeutender Verengung des Kanales erfolgt der Uebergang der Pars basilaris in den Vorhofblindsack. Die Papille verstreicht, und zwar schwinden zunächst die Haar- und Pfeilerzellen, während sich der Stützzellenhügel mit der Crista spiralis noch auf eine kurze Strecke weiter fortsetzt, sodann schwindet die CORTI'sche Membran mit dem Labium vestibulare der Crista spiralis. Endlich verstreicht auch diese, und es resultirt das einfache cylindrische Wandepithel des Vorhofblindsackes aus der Fortsetzung des Epithels des Sulcus spiralis externus. In derselben Strecke schiebt sich auch das Ligamentum spirale unter die Basilarmembran immer weiter axialwärts, bis endlich das Vorhofende des Kanales und der Vorhofblindsack auf eine breite Bindegewebschicht zu liegen kommen.

In der Richtung gegen die Lagena verbreitert und vergrößert sich der häutige Kanal bis an den Isthmus, vor welchem er sich unter Beibehaltung dreieckiger Querschnittsform rasch verkleinert. Am Isthmus selbst verstreicht die Papille nach dem am Vorhofende beobachteten Typus.

#### 9) Gewebsentwicklung der Lagena und Macula lagenae.

Die Lagena tritt zum ersten Male im Stadium 45 auf. Im Stadium 48, in welchem die Macula lagenae noch mit der Papilla basilaris zusammenhängt, stimmt sie im zelligen Bau vollkommen mit den Maculae der beiden Vorhofsäcke überein, zeigt sich jedoch in der Entwicklung weniger weit vorgeschritten als diese.

Im Stadium 49 ist das Neuroepithel der Macula lagenae 30–32  $\mu$  hoch, das übrige Wandepithel cubisch bis cylindrisch und von 4–8  $\mu$  Höhe. Das Neuroepithel, das vollkommen nach dem Typus der vestibularen Nervenendstellen aus Haar- und Stützzellen aufgebaut ist, wird von einer 40  $\mu$  dicken Schicht, die in der Structur mit der Statolithenmembran der Macula sacculi übereinstimmt, überlagert. In diese Schicht erstrecken sich die freien Enden der Haarfortsätze.

Im Stadium 51 ist das Neuroepithel 32  $\mu$  hoch, zeigt deutlichen Haarbesatz, Statolithenmembran und Statolithen. In der Fortsetzung des Neuroepithels erstreckt sich von der Lagena durch den Isthmus ein schmaler Streifen 32  $\mu$  hohen, cylindrischen Epithels. In unmittelbarer Umgebung der Macula lagenae ver-

flacht das cylindrische Neuroepithel sehr rasch zum cubischen Wandepithel der Umgebung (Taf. XVII, Fig. 83). Im Stadium von 42 mm Kopflänge besteht die membranöse Wand aus 4–8  $\mu$  hohem, cubischem Epithel (Taf. XXIII, Fig. 105).

An der erwachsenen *Echidna* stimmt die Macula lagenae mit der Macula utriculi und sacculi geweblich vollkommen überein.

#### 10) Gewebsentwicklung des Ductus und Saccus endolymphaticus und des Canalis utriculo-saccularis.

Die Theilung des embryonalen Labyrinthanhanges in Ductus und Saccus endolymphaticus erscheint im Stadium 46 vollständig durchgeführt (Taf. II, Fig. 15. 16, *Se*). Bis dahin zeigt die Gewebsentwicklung des Kanales folgenden Verlauf:

Epithelhöhe des Ductus endolymphaticus									
im Stadium	40	.	.	7 $\mu$	im Stadium	43	.	.	7 $\mu$
„ „	41	.	.	7 $\mu$	„ „	44 <sup>1)</sup>	.	.	5—8 $\mu$
„ „	42	.	.	7 $\mu$	„ „	45 <sup>1)</sup>	.	.	5—8 $\mu$

Somit zeigt das Epithel bis zum Stadium 46, in welchem die Theilung des Kanales in Ductus und Saccus endolymphaticus erfolgt, keine wesentlichen Veränderungen, und die Epithelhöhe bleibt nahezu unverändert. Mit dem Eintritt der Differenzirung des Labyrinthanhanges in Ductus und Saccus endolymphaticus stellt sich eine Abflachung des Epithels ein, die vielleicht mit dem zu dieser Zeit einsetzenden starken Längenwachsthum und der starken Erweiterung des oberen Endes des Kanales ursächlich zusammenhängt.

Ductus und Saccus endolymphaticus verhalten sich im Uebrigen bezüglich ihres Epithels mit einander übereinstimmend. Schon frühzeitig können an einzelnen Stellen im Ductus endolymphaticus rein epitheliale Falten beobachtet werden, die in keinem weiteren Stadium fehlen, besonders im Saccusbezirke reichlich auftreten (Taf. XIV, Fig. 72, *Se*), am Erwachsenen sehr zahlreich sind und leisten- oder höckerartig in das Lumen vorragen. An diesen Falten zeigt das Epithel den Bau des Epithels der Umgebung oder ist etwas höher als dieses letztere. Auffallend ist, dass an der Faltenbildung nur die Epithelwand, nicht die Bindegewebsgrundlage des Kanales sich theilnimmt.

Von Interesse erscheint die Verfolgung der Epithelverhältnisse im unteren Theile des Ductus endolymphaticus an seiner Mündungsstelle in den Saccus communis, bzw. später in den Sacculus. Hier findet sich zum ersten Male im Stadium 43 Neuroepithel, das continuirlich in die Neuroepithelanlage des Saccus communis übergeht und in seinem Bau mit dem Neuroepithel des Saccus communis übereinstimmt. Das Neuroepithel im Mündungsgebiete des Ductus endolymphaticus persistirt bis in das Stadium 46, weiterhin verschwinden die Haarzellen, und es resultirt zunächst ein einfaches Cylinderepithel, das späterhin cubisch wird und schliesslich in Plattenepithel übergeht (s. auch p. 89). Es lässt sich nicht entscheiden, ob wir nach diesem vorübergehenden Auftreten von Neuroepithel am unteren Ductusende von einer Neuroepithelanlage am Ductus endolymphaticus sprechen dürfen. Ueber die mögliche phylogenetische Bedeutung dieses Befundes s. u. (p. 96).

Der Canalis utriculo-saccularis stellt das Resultat der allmählichen, gegenseitigen Isolirung

<sup>1)</sup> In diesem Stadium ist der obere Abschnitt des Kanales bereits erweitert, ein gut begrenzbarer endolymphatischer Sack jedoch noch nicht vorhanden.

der beiden Vorhofsäcke dar. Seine Wand entwickelt sich als rein epithelialer Abschnitt. Sie besteht aus cubischem bis cylindrischem Epithel, zeigt jedoch selbst noch am Erwachsenen ein höheres Epithel als die übrigen, rein epithelialen Wandstellen.

### Ueber den Befund und die phylogenetische Bedeutung accessorischer und rudimentärer Nervenendstellen bei *Echidna*.

Die *Echidna aculeata* besitzt ausser den Nervenendstellen, welche sich auch an höheren Säugethieren finden, noch zwei accessorische Nervenendstellen (Macula lagenae und Macula neglecta) und dazu zwei andere rudimentäre Nervenendstellen, die nur in einer bestimmten Embryonalperiode vorübergehend zur Entwicklung gelangen und im Stadium des Beutelungen zu Grunde gehen.

Die Macula lagenae stimmt in Lage, Gestalt und geweblichem Bau vollkommen mit der Macula lagenae der Vögel überein, und ihr Befund bei *Echidna* ist nicht überraschend, nachdem bei dem verwandten *Ornithorhynchus* durch URBAN PRITCHARD eine Lagena und Macula lagenae festgestellt worden sind, und der Theil der Labyrinthkapsel, welcher bei *Echidna* zur Aufnahme der Lagena bestimmt ist, schon HYRTL bekannt gewesen ist. In dem Befunde und der Beobachtung der Entwicklung einer Macula neglecta bei *Echidna* ist hingegen hiermit durch meine Untersuchung zum ersten Male bei einem niederen Säugethiere diese Nervenendstelle nachgewiesen worden. Auch hierin zeigt das Labyrinth der *Echidna* Aehnlichkeit mit dem Labyrinth der Vögel, bei welchen wie bei *Echidna* die Macula neglecta an der Vorderwand des Sinus utricularis inferior oder, wie RETZIUS sich ausdrückt, am Boden des Utriculus gelegen ist. Die Macula neglecta bei *Echidna* wird auch wie die der Vögel von einem eigenen Nervenaste, der sich als Abschnitt des Nervus ampullaris inferior darstellt, versorgt. Die Verfolgung der embryologischen Entwicklung zeigt, dass diese Macula neglecta, die ich daher auch als Macula neglecta ampullaris bezeichnet habe, aus der Crista ampullaris der unteren Ampulle hervorgeht, und meine embryologischen Befunde haben für die von RETZIUS ausgesprochene Vermutung, zu welcher er auf dem Wege vergleichend-anatomischer Befunde gelangt ist, den Thatachenbeweis erbracht<sup>1)</sup>.

Ueber die Bedeutung der vorübergehenden (rudimentären) Nervenendstellenanlage am unteren Ende des Ductus endolymphaticus und Uebergang seiner Wand in den Utriculus, also in der Region des späteren Canalis utriculo-saccularis, bin ich nicht zu voller Klarheit gelangt. Es ist nicht auszuschliessen, dass es sich in diesem Neuroepithelstreifen von vornherein nur um einen Abschnitt der Macula utriculi handelt, der im Weiterschreiten der Formentwicklung des Utriculus von seiner ursprünglichen Lage am Uebergange des Ductus endolymphaticus in den gemeinsamen Sack auf die basale Utriculuswand verschoben wird und somit der Macula utriculi vollkommen angehört. Meine embryologischen Befunde lassen aber auch die Deutung zu, dass es sich in diesem Neuroepithel um eine Nervenendstelle handelt, die mit der Macula utriculi nicht zur

1) RETZIUS, p. 238: „Im Grossen geht nun aus der Entwicklung hervor, dass die fragliche Nervenendstelle weder, wie ich selbst für die Fische zuerst angenommen habe, die Pars basilaris cochleae bildet, noch, wie HASSE u. A. für die Amphibien meinten, einen „Anfangstheil der Schnecke“ (Pars initialis cochleae) darstellt. Wir haben es hier hingegen mit einer ganz besonderen Bildung, einem eigenen und in der That sehr eigenthümlichen Endorgan zu thun, welches, zuerst bei den Fischen auftretend, bei den Amphibien, besonders den Anuren, seine höchste Entwicklung erfährt, bei den Reptilien wieder verkümmert, um bei den Vögeln und Säugethieren immer mehr zu verschwinden, gewissermaassen in die Crista acustica der frontalen Ampulle, aus welcher sie möglicher Weise von Anfang an durch Abtrennung entstanden ist, zuletzt aufgehend. Die bisherigen Namen dieser Nervenendstelle, sowohl Pars basilaris cochleae als Pars initialis cochleae, müssen also aufgegeben werden.“

Vereinigung gelangt, sondern eine Nervenendstelle *sui generis* darstellt, die, ohne bei *Echidna* weitere Ausbildung zu erhalten, intraembryonal vollkommen zu Grunde geht. In Stadium 47 wird diese Nervenepithelanlage anscheinend sogar durch ein auf kurze Strecke isolirtes Aestchen des Nervus utricularis versorgt.

Wollen wir nun die Homologie dieser rudimentären Neuroepithelanlage in phylogenetischer Beziehung feststellen, so müssen wir abermals auf die *Macula neglecta Retzii* recurriren. Untersuchen wir nämlich die einzelnen Thierklassen, in welchen RETZIUS die *Macula neglecta* gefunden, so zeigt sich, dass mit diesem einzigen Namen Nervenendstellen bezeichnet worden sind, die zwar in ihrer histologischen Ausbildung, nicht immer aber in ihrer topographischen Lage und Nervenversorgung mit einander übereinstimmen. Bei den Knochenfischen, Reptilien und Vögeln ist die *Macula neglecta* am Boden des Utriculus gelegen, sonst findet sie RETZIUS mehr weniger vorn an der Oeffnung des Canalis utriculo-sacculus oder (an niederen Amphibien) in einer eigenthümlichen Ausstülpung dieses Kanales, in der von RETZIUS sogenannten *Pars neglecta*. Bezüglich der Nervenversorgung sei erwähnt, dass aber manchmal und zwar besonders in den Fällen, in welchen die *Macula neglecta* am Canalis utriculo-sacculus gelegen ist, der Nervus neglectus sich im Theilungswinkel des Ramus inferior acustici in Nervus lagenae und Nervus ampullaris inferior absplattet. Für das letztere Verhalten sind reichliche Belege an den Knochenfischen (besonders schön bei *Malapterurus electricus*) und an den Amphibien zu finden, für das erstere an den Reptilien und Vögeln. Danach ist nicht ausgeschlossen, dass mit dem Namen *Macula neglecta* von RETZIUS Neuroepithelstellen in der Thierreihe einheitliche Bezeichnung gefunden haben, die einander nicht vollkommen homolog sind. Eine neuerliche Discussion wurde aber über die fragliche *Macula neglecta* von P. und F. SARASIN auf Grund ihrer Befunde am Gehörorgan der Coeciliiden (*Ichthyophis*) eröffnet. Die beiden Autoren fanden nämlich bei *Ichthyophis* zwei accessorische Nervenendstellen, von welchen die eine am Boden des Utriculus, die andere in einer kleinen Ausbuchtung des Sacculus gelegen war. Sie meinen nicht, dass diese beiden, wie RETZIUS bei Befunden an verschiedenen Thieren annimmt, einander homolog seien, und nehmen nach den Befunden an den Coeciliiden zwei *Maculae neglectae* an, von welchen sie nach dem Vorschlage von RETZIUS die eine als *Macula neglecta utriculi* (Retzii), die andere als *Macula neglecta sacculi* bezeichnen. Die *Macula neglecta utriculi* (Retzii) entspricht nun phylogenetisch denjenigen *Maculae neglectae*, die am Boden des Utriculus gelegen sind und die, wie auch die *Macula neglecta* bei *Echidna*, nach ihrer Lage und Nervenversorgung als abgesplatteter Theil der Crista der unteren Ampulle zu betrachten ist. Mit dem Namen *Macula neglecta sacculi* wäre hingegen nur diejenige *Macula neglecta* zu bezeichnen, welche weiter vorn als die *Macula neglecta utriculi*, d. h. am Canalis utriculo-sacculus oder in einer eigenen Ausbuchtung desselben bzw. im Sacculus gelegen ist. Man könnte nun annehmen, dass die vorübergehende Neuroepithelanlage am Uebergange des Ductus endolymphaticus in den Saccus communis bei *Echidna* das Homologon dieser 2. Art der *Macula neglecta* darstellt, wonach bei *Echidna* embryologisch zwei *Maculae neglectae* angelegt würden. Die eine von diesen, die *Macula neglecta utriculi* (Retzii) oder *Macula neglecta ampullaris mihi* entwickelt sich progressiv und persistirt. Die andere, *Macula neglecta sacculi* (Sarasini) oder *Macula neglecta utriculi mihi* tritt nur vorübergehend als Neuroepithelanlage auf und erfährt noch im Stadium der Beutelungen vollkommene Rückbildung.

Ich halte mich zur Aeusserung dieser Annahme berechtigt, weil durch sie vom Standpunkte der embryologischen Befunde die festgestellten phylogenetischen Thatfachen zufriedenstellend erklärt werden, andererseits bin ich mir der Schwierigkeit, diese Annahme zu einer bewiesenen Thatfache zu erheben, wohl bewusst.

Ich gelange nun zur Besprechung der zweiten transitorischen Nervenendstellenanlage bei *Echidna*, der Neuroepithelanlage im Ductus reuniens, die, nachdem sie einige Zeit hindurch (Stadium 48 bis Stadium 49) bestanden hat, Rückbildung erfährt und deren späterer Bestand an der von mir untersuchten jungen *Echidna* nur durch einen cubischen Epithelstreif in der medialen Wand des Ductus reuniens angezeigt wird. In diesen Befunden stimmt die *Echidna* mit den höheren Säugethieren überein, und ich verweise hier auf eigene Untersuchungen (5), bei welchen ich an Meerschweinembryonen gleichfalls eine Nervenendstellenanlage im Ductus reuniens nachweisen konnte, die noch intraembryonal rückgebildet wird.

Was die phylogenetische Deutung<sup>1)</sup> dieses Befundes anlangt, so wäre hier nur das zu wiederholen, was ich auf p. 50–52 der eben erwähnten Arbeit ausgeführt habe. Nur in einer Hinsicht muss ich mich corrigiren: Ich hatte bei meiner Untersuchung der höheren Säuger gehofft, bezüglich der Frage der Neuroepithelanlage im Ductus reuniens durch die Untersuchung der *Echidna* zu Klarheit zu gelangen. Es hat sich jedoch gezeigt, dass an der *Echidna* meine Befunde an einem höheren Säuger (Meerschweinchen) zwar Bestätigung fanden, dass aber die Neuroepithelanlage im Ductus reuniens nicht, wie ich vermuthet hatte, bei *Echidna* sich progressiv entwickelt und persistirt, sondern ebenso wie bei den höheren Säugethieren intraembryonal rückgebildet wird. Vielleicht gelingt es mir, an den Crocodiliern und Chelonien, deren Ohrentwicklung mir von Herrn Prof. VOELTZKOW in Strassburg an seinem Material zur Bearbeitung übertragen worden ist, die Frage der Neuroepithelanlage im Ductus reuniens vollkommen zu lösen.

Der Vorhofblindsack entwickelt sich bei *Echidna* nach dem gleichen Typus wie bei den höheren Säugethieren, und die Befunde bei *Echidna* bilden eine neuerliche Bestätigung meiner Ansicht, dass der Vorhofblindsack in der Reihe des Gehörorgans der Wirbelthiere kein Homologon in der Form eines Nervenendstelle tragenden Abschnittes besitzt.

### Entwicklung des Nervus acusticofacialis und des Ganglion acusticofaciale.

Die erste Anlage des Nervenganglienapparates des Labyrinthes bei *Echidna* findet sich in dem mir vorgelegenen jüngsten Stadium 40 in Form einer der vorderen Labyrinthblasenwand angelagerten, ungefähr kugelförmigen Anhäufung von Nervenzellen (Taf. V, Fig. 28). Dieses Ganglion misst in medio-lateraler Richtung 110  $\mu$ , in occipitolateraler Richtung 68  $\mu$ , besteht aus spärlichen Fasern und zahlreichen Zellen. Hirnstamm und Ganglienanlage sind bereits durch starke Faserzüge mit einander verbunden. Der Neuroepithelanlage der Labyrinthblase liegt das Ganglion in umschriebenen Bezirken unmittelbar an, und daselbst erscheint das Neuroepithel in seiner Entwicklung am weitesten vorgeschritten (s. p. 78). Periphere Nervenfasern zwischen Neuroepithel und Ganglion sind noch nicht nachzuweisen.

Im nächsten Stadium (Stadium 41) hat sich die Ganglienanlage bedeutend vergrößert. Während sie vorher nur in der mittleren Höhe der Labyrinthblase vorhanden war, erstreckt sie sich jetzt bis an den unteren Rand des Bläschens nach ab- und vorwärts und ist dem vorderen und dem medialen Contour der Bläschenwand angelagert. Neben centralen Fasern sind in diesem Stadium auch schon periphere Fasern zwischen Neuroepithelanlage des Bläschens und dem Ganglion, desgleichen periphere Facialisfasern nachzuweisen, die zum Theil über die Ganglienanlage hinweg centralwärts ziehen, zum Theil in den oberen

1) Durch den Einwand HARRISON's (Anatom. Anzeiger 1903) wird diese Deutungsweise nicht alterirt.

Jenaische Denkschriften. VI. 2. Theil.

13

Semon, Zoolog. Forschungsreisen. III. 2. Theil.

Abschnitt des Ganglion einstrahlen, in welchem die Nervenzellen heller gefärbt und grösser sind als im übrigen Ganglion. Das Ganglion acustico-faciale ist von einer Mesodermhülle umschlossen. Die Nervenzellen sind, abgesehen von dem obersten, dem Facialis angehörnden Theile, unter einander fast durchaus gleich gross und stark tingirt (Taf. V, Fig. 29).

Im Stadium 42 ist das Ganglion acusticum  $220\ \mu$  lang und misst im grössten Querschnitte  $130\ \mu$ . Es reicht ungefähr von der Höhe der Einmündungsstelle des Ductus endolymphaticus in den Saccus communis bis an das distale Ende der Pars inferior und ist fast vollständig an der medialen Seite des Labyrinthes, somit zwischen Labyrinth und Medullarrohr gelegen. Centralwärts hängt es durch kurze Fasern mit dem Medullarrohr zusammen. In der Peripherie können, abgesehen vom Nervus facialis, der das gleiche Verhalten wie im Vorstadium zeigt, zwei Fasergruppen unterschieden werden. Die Fasern der ersten Gruppe begeben sich vom Ganglion an den vorderen Contour des Hörbläschens und sind, entsprechend der zurückgelegten Wegstrecke, ziemlich lang. Die Fasern der zweiten Gruppe treten an das Neuroepithel der medialen Bläschenwand und der medialen Seite der Pars inferior heran und sind, da das Ganglion unmittelbar bis an diese Epithelabschnitte reicht, ausserordentlich kurz.

Im Stadium 43 stellt das Ganglion acusticofaciale noch eine einheitliche Anlage dar, doch zeigen sich schon gewebliche und histologische Unterschiede zwischen dem akustischen und facialis Antheil des Ganglion, welche an anderer Stelle Besprechung finden (p. 13). Der akustische Theil des Ganglion ist  $320\ \mu$  lang und zeigt  $250\ \mu$  Querschnittsdurchmesser.

Im Stadium 44 hat sich die Ganglionanlage auf  $330\ \mu$  Länge und  $340\ \mu$  Querschnittsdurchmesser vergrössert. Die zwischen Hirnstamm und Ganglion vorhandenen Fasern stellen noch einen einzigen Faserzug dar. Der Nervus octavus zerfällt dagegen in den Nervus utriculo-ampullaris und einen zweiten Abschnitt, der aus dem Zusammenfluss aller übrigen Nervenäste (Nervus saccularis, Nervus ampullaris inferior, Nervus basilaris, Nervus lagenae) hervorgeht.

Im Stadium 45 ist das Ganglion acusticofaciale  $480\ \mu$  lang und ergibt runden Querschnitt von  $300\ \mu$  grösstem Durchmesser.

Im Stadium 46 hat die Ganglionanlage im Umfang etwas gewonnen und ist in der breiten Oeffnung, welche die Labyrinthkapsel in diesem Stadium an der dem Hirnstamm zugewendeten Seite zeigt, gelegen.

Im Stadium 47 tritt nun zum ersten Male eine Theilung des Ganglion acusticum in zwei unter einander zusammenhängende Abschnitte auf. Der obere Theil ist grösser als der untere, auch sind die Ganglienzellen im ersteren dichter gelagert. Im grössten Querschnitte zeigen die beiden Abschnitte  $330\ \mu$  und  $130\ \mu$  Durchmesser. Der obere Ganglienabschnitt ist für den Nervus utriculo-ampullaris, der untere für alle übrigen Nervenäste bestimmt. Es zeigt sich somit am Ganglion acusticum in diesem Stadium eine Theilung, welche sich am peripheren Hörnerven in einem viel jüngeren Stadium (Stadium 42) vollzogen hat.

Im Stadium 47 ist auch das Ganglion geniculi von dem Ganglion acusticum bereits getrennt. Am peripheren Acusticus können in diesem Stadium 3 Aeste unterschieden werden: ein oberer Ast: Nervus utriculoampullaris, ein mittlerer Ast: Nervus sacculo-ampullaris und Nervus maculae neglectae ampullaris und ein unterer Ast: Nervus basilaris und Nervus lagenae. In seiner Lage stimmt das Ganglion noch mit dem des Stadium 46 überein. Central vom Ganglion bildet der Nervus acusticus einen einzigen Faserzug, in welchen unweit vom Knieganglion auch der Nervus facialis einstrahlt.

Im Stadium 48 ist der untere Abschnitt des Ganglion acusticum neuerdings in zwei mit einander zusammenhängende, aber gegenseitig gut begrenzbare Ganglientheile gegliedert, so dass nun das gesammte Ganglion acusticum sich aus 3 Ganglienzellhaufen zusammensetzt, die als Ganglion vestibulare

superius, Ganglion vestibulare inferius und Ganglion basilare zu bezeichnen sind. Das obere Vestibularganglion ist am Eingange des kurzen Meatus auditorius internus gelegen,  $325 \mu$  lang und von elliptischem Querschnitt ( $460 \mu : 300 \mu$ ). Es erstreckt sich unter allmählicher Verschmälerung durch den kurzen, inneren Gehörgang bis an die laterale Wand des Utriculus, so dass die vom Utriculus und den beiden vorderen Ampullen kommenden Nervenäste schon nach kurzem Verlaufe in ihr Ganglion einstrahlen. Hierbei vereinigen sich in centripetalem Verlaufe zunächst der Nervus ampullaris superior und der Nervus ampullaris lateralis zu einem einzigen Aste, in welchen sodann der Nervus utriculi einstrahlt. Das Ganglion vestibulare inferius ist in der Tiefe des inneren Gehörganges gelegen und ist für den Nervus saccularis und den Nervus ampullaris inferior sowie den mit dem letzteren vereinigten Nervus maculae neglectae ampullaris bestimmt. Der Nervus ampullaris inferior verläuft eine ziemlich lange Strecke frei durch den perilymphatischen Raum, nimmt das kurze, von der Macula neglecta kommende Aestchen auf und vereinigt sich kurz vor dem Eintritt in das Ganglion mit dem Nervus saccularis. Der untere Theil des Ganglion acusticum, das Ganglion basilare, stellt einen Ganglienzellstreifen dar, welcher die Pars basilaris in voller Länge an ihrer axialen Seite begleitet. Der distale Theil dieses Ganglion, der für die von der Macula lagenae kommenden Fasern bestimmt ist, weist relative Selbständigkeit auf und ist durch eine circuläre Einschnürung von dem übrigen Abschnitt isolirt. Die peripheren Fasern erstrecken sich vom Ganglion zum mittleren Theile der Pars basilaris annähernd in rein radialer Richtung. Im proximalen Theile der Pars basilaris erscheinen sie rückläufig gegen das Ganglion angeordnet. Der Nervus lagenae verläuft fast vollständig vom Nervus basilaris getrennt.

Der Nervus basilaris und Nervus lagenae sind durchaus in perilymphatisches Gewebe eingebettet, in welches auch das Ganglion aufgenommen ist. Das Gewebe ersetzt die bei *Echidna* fehlende Lamina spiralis primaria und den wenigstens in diesem Stadium noch nicht vorhandenen Tractus foraminosus. Das Ganglion basilare erscheint somit unter den Theilen des Ganglion acusticum am weitesten peripheriewärts vorgeschoben. Kurz vor dem Eintritt in das Ganglion ist der obere Theil des Nervus basilaris mit dem Nervus sacculo-ampullaris durch einige Nervenfaserszüge verbunden.

Der Nervus facialis isolirt sich in der Höhe des oberen Vestibularganglion vom Nervus acusticus und tritt sodann in einen isolirten Knorpelkanal ein. Am Beginne dieses Kanales ist das kleine spindelförmige Ganglion geniculi gelegen, in welches der Nervus facialis ungefähr mit der Hälfte seiner Fasern einmündet, während der übrige Stamm an der lateralen Seite des Ganglion vorüberzieht. Peripherwärts vom Ganglion vereinigen sich sodann wieder die Ganglienfasern mit dem übrigen Facialisstamm. Centralwärts von seinem Ganglion ist der Facialis an der Oberseite des Acusticus in einer entsprechenden Rinne gelegen, er zeigt daselbst annähernd runden Querschnitt von  $100 \mu$  Durchmesser.

Das Ganglion geniculi, das  $600 \mu$  lang ist und am Querschnitte  $120 \mu$  Durchmesser besitzt, tritt durch einen Nervenfasersrang mit dem oberen Vestibularganglion in Verbindung. In dem zwischen Ganglion und Hirnstamm gelegenen Nervenabschnitt lassen sich mehrere, auf mehr weniger lange Strecken isolirt laufende, dünne Nervenästchen nachweisen. Diese schliessen sich bald dem Acusticus, bald dem Facialis an und finden grösstentheils in den beiden Vestibularganglien und nur zum geringen Theile im Facialis, bzw. im Ganglion geniculi ihre periphere Endigung.

Im Stadium 49 hat das Ganglion acustico-faciale an Grösse zugenommen. Die Lage des oberen und mittleren Abschnittes im inneren Gehörgange ist dieselbe geblieben. Der untere Abschnitt, der an seinem proximalen Theile dem häutigen Rohre ziemlich nahe gerückt ist, tritt im distalen vom häutigen Kanal axialwärts zurück, so dass das Ganglion im distalen Theile der Pars basilaris vom häutigen Rohre weiter entfernt gelegen ist als im proximalen. Das Knieganglion zeigt in der Ansicht von oben annähernd drei-

eckige Form. Eine Anastomose zwischen dem Ganglion geniculi und dem oberen Vestibularganglion, die noch im Vorstadium bestand, kann im Stadium 49 nicht mehr nachgewiesen werden.

Im Stadium 51 zeigt der Nervenganglienapparat nur Veränderungen, die aus der Grössenzunahme des Labyrinthes und der Nerven folgen. Die den Nervus utriculoampullaris zusammensetzenden Aeste zeigen sich auf eine längere Strecke als früher selbständig und vereinigen sich erst kurz vor ihrer Einmündung in das obere Vestibularganglion, nachdem sie eine grosse Strecke innerhalb des Vestibulum der Labyrinthkapselwand angelagert verlaufen sind. Auch der Nervus ampullaris inferior ist in ausgedehnter Strecke in centripetalem Laufe innerhalb des Vestibulum der Knorpelwand angelagert. Er nimmt das von der Macula neglecta kommende Aestchen auf und gelangt durch einen kurzen, den Knorpel durchsetzenden Kanal zum Ganglion vestibulare inferius. Das Ganglion basilare besteht in dem der Papilla basilaris angehörenden Theile aus einem strangartig festgefügt Ganglion, während am distalen Ende, welches für die von der Macula lagenae kommenden Fasern bestimmt ist, das Ganglion zerklüftet ist und die Ganglienzellen darin locker angeordnet sind. In diesem Stadium findet sich das Ganglion lagenae vom Ganglion basilare vollkommen isolirt.

An der jungen *Echidna* von 42 mm Kopflänge finden sich annähernd dieselben Verhältnisse am Nervenganglienapparate vor, welche sich an der erwachsenen *Echidna* ergeben haben. Ich verweise auf die Beschreibung (s. p. 51, 52) und auf die folgenden Ausführungen, welche die Erörterung dieser Theile an der erwachsenen *Echidna* zum Gegenstand haben.

An der erwachsenen *Echidna* zerfällt der Ganglienapparat des Acusticofacialisgebietes in drei Theile: Ganglion geniculi, Ganglion vestibulare und Ganglion basilare. Das Vestibularganglion, welches das grösste der vorhandenen Ganglien darstellt, kann in einen oberen und unteren Abschnitt gegliedert werden, welche durch Ganglienzellen und Nervenfasern mit einander in breitem Zusammenhange stehen. Ausserdem sind diese beiden Ganglien nicht durch einen soliden Zellhaufen repräsentiert, sondern von Nervenfaserbündeln reichlich durchzogen. In das obere Vestibularganglion strahlt der Nervus utriculo-ampullaris ein; in das untere der Nerv des Sacculus, der Ampulla inferior und der Macula neglecta ampullaris. Das obere Vestibularganglion ist etwas grösser als das untere. Das Ganglion basilare ist in Form eines länglichen Ganglienzellstreifens der Verlaufsrichtung des mittleren Theiles des Pars basilaris parallel angeordnet und axial von dem häutigen Rohre, von reichlichem Bindegewebe umschlossen, gelagert. Nach aufwärts erstreckt sich das Ganglion basilare bis an das Ganglion vestibulare inferius, mit welchem es durch Nervenzellen und Nervenfasern zusammenhängt. Distal findet es seinen Abschluss mit einem relativ selbständigen Theil, welcher die von der Lagenae kommenden Nervenfasern aufnimmt. Das Ganglion geniculi ist verhältnissmässig klein, entsendet einen kurzen Ganglienzellstreifen in den von ihm abgehenden Nervus petrosus superficialis und zeigt keinen Zusammenhang mit dem oberen Vestibularganglion. Das obere Vestibularganglion und der obere Acusticusast (Nervus utriculo-ampullaris) sind als durchaus selbständig anzusehen. Der mittlere Ast dagegen (Nervus saccularis, Nervus maculae neglectae, Nervus ampullaris inferior) vereinigen sich centralwärts mit dem unteren zu einem einzigen Stamme, und schon in der Höhe des unteren Vestibularganglion zeigt der Nervus basilaris Anastomosen mit dem mittleren Acusticusaste.

Der Nervus facialis tritt mit ungefähr der Hälfte seiner Fasern in das Ganglion geniculi ein. Im Uebrigen zieht er über das Ganglion hinweg. Der Nervus intermedius ist in derselben Form wie im Stadium von 42 mm Kopflänge nachweisbar.

Nach diesem Verhalten ergibt sich an der erwachsenen *Echidna* vollkommene Uebereinstimmung der Ramification des Nervus acusticus dieses Thieres mit dem Acusticus der höheren Säuger, wenn man davon absieht, dass die höheren Säuger keine Macula neglecta, somit auch keinen ihr entsprechenden Nervenast besitzen.

Der Acusticus setzt sich dementsprechend aus zwei Aesten zusammen, einem oberen, dem Nervus utriculo-ampullaris, und einem unteren, der alle übrigen Nervenäste umfasst. Der untere Ast lässt allerdings eine weitere Theilung in zwei Abschnitte zu, und danach resultirt die ebenso berechnete Eintheilung des Nervus acusticus in drei Aeste:

- 1) Ramus superior acustici = Nervus utriculo-ampullaris,
- 2) Ramus medius acustici = Nervus sacculo-ampullaris + Nervus maculae neglectae ampullaris,
- 3) Ramus inferior acustici = Nervus basilaris + Nervus lagenae.

An der Eintrittsstelle in den Hirnstamm ergibt sich der Nervus acustico-facialis als ein von oben nach unten abgeplatteter Nerv, an dessen medialer Seite der Nervus facialis sich anatomisch isoliren lässt. Im Verlaufe gegen die Peripherie bleibt der Nervus facialis stets an der Oberfläche des Nervus acusticus gelegen, schiebt sich jedoch immer mehr lateralwärts und verlässt endlich, in seinen Knochenkanal ablenkend, knapp unterhalb des Ganglion geniculi den Nervus acusticus als spulrunder Nerve. Der Ganglienapparat des Nervus acustico-facialis ist im Fundus des inneren Gehörganges, zum Theil innerhalb der Labyrinthkapsel (Ganglion basilare) gelegen.

Bis zu bestimmten Altersstufen haben sich nun im Ductus endolymphaticus und in unmittelbarer Nähe der Einmündungsstelle dieser Kanäle in den Saccus communis bzw. in den Sacculus und ebenso im Ductus reuniens Neuroepithelanlagen gefunden. Die genaue Untersuchung der Serienschritte ergibt mit grosser Wahrscheinlichkeit, dass in diesen genannten Stadien die Neuroepithelanlagen im Ductus endolymphaticus und Ductus reuniens, die hier continuirlich mit dem Neuroepithel der Umgebung zusammenhängen, auch von Nervenfasern versorgt werden. Ein exacter Nachweis des Bestandes derartiger Fasern ist nach den verwendeten histologischen Untersuchungsmethoden nicht für alle Stadien zu erbringen. Sicher ist andererseits, dass in späteren Stadien, in welchen an den genannten häutigen Theilen die Neuroepithelanlage eine Rückbildung erfährt, keine Nervenfasern in diesen Regionen vorhanden sind.

In histologischer Beziehung verdient das Ganglion acustico-faciale einiges Interesse: Nachdem ursprünglich das ganze Ganglion durch einen einheitlichen Nervenzellhaufen repräsentirt wird, in welchem die Zellen untereinander fast vollkommen gleich gross, gleichmässig dicht gelagert und gleich stark gefärbt erscheinen, stellen sich im Laufe der Entwicklung charakteristische Unterschiede der einzelnen Abschnitte des Ganglion acustico-faciale in Grösse, Färbbarkeit und Lagerung der Ganglienzellen ein. Ueber die Grössenentwicklung der Ganglienzellen ist Folgendes zu sagen: Im Stadium 40 zeigt sich das Ganglion durchaus aus beinahe gleich grossen Zellen zusammengesetzt. Im Stadium 41, in welchem das Ganglion gleichfalls noch einen einheitlichen Zellhaufen darstellt, finden sich dagegen am oberen Ganglienpol, der für den Facialis bestimmt ist und dem späteren Knieganglion entspricht, grössere und heller gefärbte Ganglienzellen als im übrigen Ganglion. Für die nächstfolgenden Stadien erhalten sich zunächst diese Unterschiede und ergeben sich folgende Zahlen:

Nervenzellengrösse im Ganglion acustico-faciale.

	a) akustischer Abschnitt	b) facialis Abschnitt
Stadium 43	4 : 5 $\mu$	5 : 7 $\mu$
Stadium etwas älter als 43	4 : 5 $\mu$	5 : 7 $\mu$

## Nervenzellengrösse im Ganglion acusticofaciale.

	a) akustischer Abschnitt	b) facialer Abschnitt
Stadium 44	4 : 6 $\mu$	7 : 9 $\mu$
„ 45	4 : 6 $\mu$	8 : 10 $\mu$
„ 46	4 : 6 $\mu$	8 : 10 $\mu$

Im Stadium 47 ist auch am akustischen Theile des Ganglion eine weitere Differenzirung eingetreten, die (s. o.) in den nächstfolgenden Stadien noch zunimmt und zur Unterscheidung des Ganglion vestibulare superius, inferius und des Ganglion basilare führt. Die Zellgrössen verhalten sich dabei folgendermaassen:

	Ganglion vestibulare superius	inferius	basilare	geniculi
Stadium 47	5 : 7 $\mu$	3 : 5 $\mu$		16 : 18 $\mu$
„ 48	12 : 15 $\mu$	12 : 15 $\mu$	6 : 8—8 : 10 $\mu$	16 : 21 $\mu$
„ 49	8 : 11 $\mu$	8 : 11 $\mu$	6 : 8 $\mu$	18 : 21 $\mu$
„ 51	11 : 13—13 : 19 $\mu$	11 : 13—13 : 19 $\mu$	9 : 11 $\mu$	21 : 27 $\mu$
Stadium von 42 mm Kopflänge	22 : 25 $\mu$	22 : 25 $\mu$	10 : 12 $\mu$	20 : 25—30 : 35 $\mu$
erwachsene <i>Echidna</i>	26 : 32 $\mu$	26 : 32 $\mu$	24 : 28 $\mu$	30 : 40 $\mu$

Aus dieser Tabelle geht zunächst hervor, dass im Laufe der Entwicklung die Ganglienzellen aller Theile des acustico-facialen Ganglion an Grösse zunehmen. Die Ganglienzellen im akustischen Theile vergrössern sich im Laufe der Entwicklung von Stadium 43 bis zur erwachsenen *Echidna* auf ungefähr das Sechsfache der ursprünglichen Grösse. Schon frühzeitig (Stadium 43) treten Unterschiede in der Zellgrösse im akustischen und facialen Antheile des Ganglion hervor, welchen zufolge die Zellen des ersteren kleiner erscheinen als die des letzteren. Und so finden wir im Stadium 46, in welchem der akustische Theil des Ganglion noch eine einheitliche Masse darstellt, 4 : 6  $\mu$  als Grösse der Ganglienzellen im akustischen gegen 8 : 10  $\mu$  im facialen Theile.

Im weiteren Entwicklungsgange treten nun auch Unterschiede in der Zellgrösse der einzelnen Abschnitte des akustischen Ganglion auf und an einer jungen *Echidna* von 42 mm Kopflänge ergibt sich dann:

1) Im ganzen acustico-facialen Ganglion sind die Zellen des Ganglion basilare die kleinsten, die des Ganglion geniculi die grössten.

2) Die Zellen des Ganglion basilare ergeben durchschnittlich die Hälfte der Grösse der Zellen der Vestibularganglien (10 : 12  $\mu$  gegen 22 : 25  $\mu$ ).

3) Die Zellen des Ganglion geniculi variiren unter einander an Grösse. Die kleinsten unter ihnen stimmen in ihrer Ausdehnung mit den Zellen des Vestibularganglion überein, die grösseren (und diese bilden den überwiegenden Theil des Ganglion) sind ungefähr um die Hälfte grösser als die Zellen der Vestibularganglien (s. Tabelle).

Die Ganglienzellen selbst zeigen sich in allen Theilen des acusticofacialen Ganglion als bipolare, nach dem Typus der Spinalganglienzellen geformte Nervenzellen. Sie besitzen einen gut erkennbaren Kern und Kernkörperchen und eine stark lichtbrechende, glänzende Hülle als Abkömmling der markhaltigen Scheide der zugehörigen Nervenfasern. Diese Markhüllen der Ganglienzellen enthalten an einzelnen Stellen stark tingirte, ovoide oder spindelförmige Kerne. Im Ganglion geniculi besitzen die Zellen ein heller gefärbtes Protoplasma und grössere, heller tingirte Kerne als im akustischen Abschnitt des Ganglion. Die Ganglienzellen selbst erscheinen ursprünglich in allen Theilen des Ganglion gleich dicht gelagert. Im Laufe der Entwicklung erfahren nun vor allem die Vestibularganglien und späterhin auch das relativ selbständige

Ganglion lagenae eine Zerklüftung durch Zertheilung der Ganglienzellen in einzelne Haufen, die von verschiedenen dicken Nervenfaserbündeln durchzogen werden.

Das Ganglion basillare stellt einen verhältnissmässig compacten Ganglienstreifen dar, erreicht aber trotzdem bei weitem nicht die scharfe Begrenzung, welche dieses Ganglion bei den höheren Säugethieren besitzt. Auch an ihm tritt an manchen Stellen Theilung des Ganglienzellhaufens in einzelne Ganglienzellgruppen ein, und in Textfig. 13, p. 58, ist ein an *Echidna* keineswegs seltener Befund dargestellt, in welchem sich im Querschnitte das Ganglion basillare in der Gestalt dreier distincter Zellhaufen getroffen zeigt.

Die Faserdicke des Nervus acusticofacialis beträgt im Stadium 49  $2\mu:4\mu$  in Stamm und Aesten des Acusticus und  $4\mu:6\mu$  im Nervus facialis. Im Stadium 51 ergibt sich als mittlerer Faserdurchmesser für die Vestibularisfasern  $4\mu$ , für die Basilarisfasern  $2\mu$ , für die Facialisfasern  $6\mu$ . Diese Faserdicke erhält sich auch späterhin, und die Messungen der Nervenfasern an der erwachsenen *Echidna* ergeben die gleichen Zahlen. Es zeigt sich somit, dass die Faserdicke sich den Ganglienzellen entsprechend verhält: Der Facialis, dessen Ganglion aus grösseren Zellen aufgebaut ist als das Ganglion acusticum, enthält die dicksten, der Nervus basillaris, dessen Ganglion die kleinsten Ganglienzellen aufweist, die feinsten Fasern. Der Nervus vestibularis hält in der Faserdicke wie auch in der Zellgrösse seiner Ganglien ungefähr die Mitte zwischen beiden.

In diesem Verhalten stimmt die *Echidna* vollkommen mit den höheren Säugethieren überein. Ich verweise hier auf meine eigenen Untersuchungen über das Ganglion acusticofaciale höherer Säugethiere (4), in deren Verlaufe ich rücksichtlich der vergleichenden Zellgrösse und Faser caliber zu den gleichen Resultaten gekommen bin wie bei *Echidna*.

Der periphere Acusticofacialis ist bei *Echidna* markhaltig. Am Eintritt des Nerven in den Hirnstamm endigen die Markscheiden, und der Querschnitt des Nerven wird in Folge dessen unvermittelt kleiner. In dieser Hinsicht stimmt der Acusticofacialis der *Echidna* vollkommen mit dem Acusticus der höheren Säugethiere überein.

### Entwicklung und Bau des perilymphatischen Gewebes.

Das perilymphatische Gewebe<sup>1)</sup> stammt embryologisch von demjenigen mesodermalen Gewebe des Kopfes, welches in der nächsten Umgebung der Labyrinthanlage gelegen ist und das schon im Stadium 40 die Labyrinthblase in circulären Lagen umgiebt (Taf. V, Fig. 28). In diesem Stadium ist das mesodermale Gewebe in craniocaudaler Richtung reichlicher vorhanden als in mediolateraler Richtung. Besonders im oberen Theile des Hörbläschens ist der Epithelcontour des Bläschens auf der medialen Seite dem Medullarrohr, auf der lateralen der Kopfepidermis fast bis zur Berührung genähert. Nur eine schmale Zone mesodermalen Gewebes ist eingeschoben. In dem nächstfolgenden Stadium findet rund um das Bläschen eine Verbreiterung und eine Verdichtung des mesodermalen Bindegewebes statt, und auch das Ganglion acustico-faciale ist von einer verdichteten mesodermalen Bindegewebsschicht umgeben (Stadium 41). Weiterhin (Stadium 42) wird das mesodermale Gewebe an der medialen Seite des Labyrinthbläschens wieder

1) In der Nomenclatur bin ich derjenigen Eintheilung gefolgt, die ich für das perilymphatische Gewebe der höheren Säuger gelegentlich eigener Untersuchungen über das Labyrinthpigment (3) aufgestellt habe, und spreche danach von einer endostalen perilymphatischen Zone, welche die Innenfläche der Labyrinthkapsel bekleidet, einer subepithelialen Zone, die den häutigen Wandtheilen angeschlossen ist (stellenweise unter Zwischenschlebung einer structurlosen, homogenen Zone) und von manchen Autoren als Lamina propria der membranösen Wand bezeichnet wird, und von der intermediären Schicht, welcher vor allem die Fixation des Labyrinthes in der Labyrinthkapsel obliegt, die sich den Nervenstäben entlang erstreckt und an der Pars inferior ein ligamentartiges Bindegewebsspolster formirt.

locker, das Netz grobmaschig, während sich an die laterale Bläschenwand dicht gefügtes, zell- und kernreiches Bindegewebe in einer ungefähr  $70\ \mu$  breiten Schicht anschliesst (Taf. V, Fig. 31, 32). Auch das Ganglion acustico-faciale, welches zu dieser Zeit vom vorderen Contour des Bläschens fast vollständig auf den medialen verschoben erscheint, wird von lockerem Bindegewebe umgeben.

Während der nun eintretenden, raschen Längenzunahme des Labyrinthes unter Entwicklung des Processus inferior erfährt auch das perilymphatische Gewebe eine neue Veränderung. Die verdichtete Zone bleibt auf den oberen Theil der lateralen Wand, im Grossen und Ganzen auf die laterale Wand der späteren Pars superior beschränkt, während der Processus inferior wie die ganze mediale Wand und der Ductus endolymphaticus von lockerem Bindegewebe umgeben sind, das vollkommen mit dem mesodermalen Gewebe, welches die Hirnbläschen umgiebt, übereinstimmt (Stadium 43).

Im Stadium „etwas älter als 43“ findet sich das Labyrinthbläschen in voller Längsausdehnung nach aussen von einer dicht gefügten, perilymphatischen Gewebszone bedeckt. An der medialen Seite ist das perilymphatische Gewebe im Bereiche der Pars superior locker angeordnet und nur im Bereiche der Pars inferior engmaschig.

In Stadium 44, in welchem bereits ausgedehnte Theile des Schädels verknorpelt sind, ist das perilymphatische Gewebe fast in allen Abschnitten gleich dicht angeordnet. Nur an manchen Stellen erscheinen die Faserzüge ein wenig auseinandergewichen oder unter Entstehen einer schmalen, hyalinen subepithelialen Zone vom Epithel abgerückt. Am dichtesten ist das Bindegewebe in dem von den Bogengängen umschlossenen körperlichen Winkel angeordnet, in dessen Centrum in geringer Ausdehnung bereits Vorknorpel constatirt werden kann. Am Rande der Durchbruchöffnung der Bogengangtaschen sind die spindelförmigen Bindegewebszellen mit ihren Längsachsen nach dem Längsverlaufe der betreffenden Bogengänge orientirt und in die Richtung der zu Grunde gegangenen Abschnitte der Taschen gerückt.

In Stadium 46 ist die seitliche Schädelwand bereits auf ausgedehnte Strecken hin verknorpelt. Ductus und Saccus endolymphaticus sind von lockerem, perilymphatischem Gewebe umzogen. Während an der lateralen Seite des Labyrinthes die Labyrinthkapsel bereits verknorpelt ist, ist gegen das Hirnrohr das häutige Labyrinth durch lockeres perilymphatisches Gewebe gedeckt (Taf. VII, Fig. 40b). Dieses Gewebe zeigt mit dem Plexus chorioideus den gleichen Zusammenhang wie im Stadium 48. Das perilymphatische Gewebe an der lateralen Seite des häutigen Labyrinthes ist im Bereiche der Pars superior, besonders den Bogengängen entlang, dichter angeordnet als an der Pars inferior. Der Stapes ist an seiner dem Vestibulum zugekehrten Endfläche von einer bindegewebigen Faserplatte überzogen, die durch den Stapes ein wenig in das Vestibulum vorgedrängt erscheint. Vor und unter dem Vorhofsfenster findet sich die Anlage des Schneckenfensters, das gleichfalls durch eine Bindegewebsplatte verschlossen ist, welche die erste Anlage der Membrana tympani secundaria repräsentirt. An beide Bindegewebsplatten ist in der Richtung des häutigen Labyrinthes das perilymphatische Gewebe continuirlich angeschlossen. Eine mässige Verdichtung der perilymphatischen Gewebe ist auch in der Umgebung des Ganglion acustico-faciale und der regionären Nervenzüge zu beobachten.

Im Stadium 47 tritt zum ersten Male in der Region der späteren Cisterna perilymphatica vestibuli ein perilymphatischer Raum von einiger Ausdehnung auf. In der Umgebung dieses Raumes ist das perilymphatische Gewebe locker angeordnet, ohne dass es an irgend einer anderen Stelle zur Bildung grösserer zusammenhängender Hohlräume gekommen wäre. An den Bogengängen, sowie an dem Ductus endolymphaticus wird noch dichtes perilymphatisches Gewebe getroffen, wobei die mächtige Entfaltung sowohl der endostalen als der subepithelialen Schichte hervorgehoben werden muss. Zwischen die subepitheliale Schicht und das Epithel ist an umschriebener Stelle eine hyaline, schmale Zone eingeschoben (Substantia propria

RÜDINGER's), die bei Färbung mit Cochenillealaun blossroth tingirt erscheint und auch unter starker Vergrößerung keine weitere Structur erkennen lässt.

Im Stadium 48 findet sich in der Umgebung der hinteren, oberen Wand des Utriculus ein grosser perilymphatischer Raum, an den Bogengängen, am Ductus und Saccus endolymphaticus nur weitmaschiges, perilymphatisches Gewebe. Der Ductus endolymphaticus ist wie im vorherigen Stadium in weitmaschiges Bindegewebe eingebettet, und zwischen seinem oberen, verbreiterten Ende (Saccus endolymphaticus) und dem Medullarrohr eine perilymphatische Gewebsschicht eingeschaltet. Das obere Ende des Saccus endolymphaticus reicht bis an den Plexus ventriculi quarti, mit dessen Bindegewebe das perilymphatische Gewebe des Ductusendes continuirlich zusammenhängt (Taf. VIII, Fig. 43a). In derselben Region ergibt sich auch ein vereinzelter bindegewebiger Zusammenhang der äusseren Fläche des Saccus endolymphaticus mit der Oberfläche des Cerebellum in Form einer schmalen, mesodermalen Gewebsplatte (Taf. VIII, Fig. 44a). [Die Labyrinthkapsel ist in ihrer Entwicklung am weitesten im Bereiche des Bogengangwinkels vorgeschritten, woselbst in ziemlicher Ausdehnung Knorpel getroffen wird.] An der Pars basilaris findet sich im mittleren Theile derselben ein grösserer perilymphatischer Raum, entsprechend dem ersten Auftreten der Scala vestibuli. Sonst ist an der Pars inferior wie an der Pars superior grösstentheils lockeres, perilymphatisches Gewebe vorhanden, welches unter anderem auch die Lagena und den Isthmus lagenae an ihren axialen Wandtheilen umgiebt, während sie in ihren peripheren Wandtheilen, sowie dem entsprechenden Abschnitte der ganzen Pars basilaris durch besonders dichtes Bindegewebe, das spätere Ligamentum spirale, an der Kapselwand befestigt sind. An den Nervenfasern, die von der Papilla basilaris centralwärts ziehen und fächerartig angeordnet sind, formirt das perilymphatische Bindegewebe in besonders dichter Anordnung eine obere und untere Deckschicht, welche topographisch den beiden Blättern der Lamina spiralis ossea der höheren Säugethiere entsprechen. Der besondere Faserreichtum der endostalen und subepithelialen Bindegewebsschichte muss hervorgehoben werden.

Im Stadium 49 ist die Cisterna perilymphatica vestibuli bereits vorhanden. Sie besitzt in Folge der relativen Kleinheit des Vestibulum bei *Echidna* nur geringen Umfang und ist fast lediglich auf die Region des Vorhoffensters beschränkt. Das epitheliale Labyrinth zeigt überall eine dicke Bindegewebsgrundlage, die sich stellenweise zu einem Polster verdickt. Das Letztere gilt vor allem für diejenigen Abschnitte des Labyrinthes, die nach vollendeter Entwicklung durch festgefügtes Gewebe an die Kapselwand angeschlossen erscheinen (Sacculus, Ductus reuniens, Caecum vestibulare, Pars basilaris, Lagena). An der äusseren Seite der peripheren Wand der Pars basilaris findet sich das Bindegewebslager wie im Stadium 48 bereits in der Form des späteren Ligamentum spirale verdichtet. Das Ligament läuft der Pars inferior entlang und verbreitert sich gegen das untere Ende derselben. So kommt es, dass das Ligamentum spirale sich im oberen Theile der Pars basilaris nur längs der lateralen Wand des häutigen Rohres erstreckt. Dagegen werden der untere Theil der Pars basilaris, der Isthmus lagenae und die Lagena selbst an drei Seiten ihrer Circumferenz von der Ligamentschicht umschlossen. Im Uebrigen erscheint die intermediäre Zone des perilymphatischen Gewebes grobmaschig. Ausser der Cisterna perilymphatica vestibuli sind von den grösseren perilymphatischen Räumen nur Theile der Scala vestibuli (im mittleren und distalen Abschnitte der Pars basilaris) bereits vorhanden. Centralwärts verdichtet sich das Bindegewebe besonders um die Nervenäste und zeigt hier den gleichen Bau wie in Stadium 48.

Im Stadium 51 lässt das perilymphatische Gewebe überall eine deutliche Gruppierung in die drei von mir unterschiedenen Zonen, die endostale, intermediäre und subepitheliale, erkennen. Die endostale besteht wie die subepitheliale aus geschichtetem Bindegewebe, dessen Faserzüge dem Wandverlaufe der Labyrinthkapsel, bzw. der membranösen Theile folgen. Die intermediäre Zone verhält sich in den einzelnen Labyrinth-

abschnitten verschieden. An der Convexität der Bogengänge stellt sie ein ziemlich dichtes, schmales Netzwerk dar, durch welches die Bogengänge an die endostale Schicht fixirt sind, an der Concavität der Bogengänge ein weitmaschiges Netzwerk, das stellenweise sogar grössere zusammenhängende Hohlräume aufweist. Das Netzwerk der intermediären Zone hängt mit dem grossen perilymphatischen Raume im Vestibulum, der Cisterna perilymphatica vestibuli, die in diesem Stadium in vollem Umfange entwickelt ist, zusammen. Nach abwärts setzt sich die Cisterna perilymphatica vestibuli in die Scala vestibuli fort, die in der Höhe des Isthmus lagenae blind endet. In ihrem Verlaufe vom Vestibulum zur Lagena zeigt die Scala vestibuli zunehmende Verkleinerung ihres Lumens, die sowohl durch die allmähliche Erweiterung der häutigen Pars basilaris als auch durch die Füllung der Scala mit perilymphatischem Gewebe hervorgerufen wird. Die Scala tympani ist nur im mittleren Theile der Pars basilaris als Hohlraum vorhanden, der axialwärts durch das Bindegewebe, welches die Faserzüge des Nervus basilaris begleitet, geschlossen erscheint. In der Richtung gegen den Vorhof findet die Scala tympani noch vor der Fenestra basilaris ihr blindes Ende. An sie schliesst sich fest gefügtes Bindegewebe an, welches mit der Labyrinthseite der Membrana tympani secundaria in Verbindung tritt. Distalwärts erfährt die Scala tympani eine allmähliche Verkleinerung und endet blind ein Stück vor der Scala vestibuli. Die allmähliche Verkleinerung und schliessliche Endigung der Scala wird durch die Senkung des häutigen Rohres gegen den Boden der Labyrinthkapsel und dadurch hervorgerufen, dass das breite Bindegewebspolster, welches das Ligamentum spirale darstellt, sich im distalen Theile der Pars inferior auch auf die Basalfläche des häutigen Rohres erstreckt und die Scalen füllt. Die beiden Scalen stehen, vom Helikotrema abgesehen, mit einander in keiner Communication.

Die feineren histologischen Vorgänge bei der Bildung der perilymphatischen Räume und des mehr oder minder gleichmässigen, perilymphatischen Netzwerkes scheinen die gleichen zu sein, welche auch bei den höheren Säugethieren zum Auftreten der perilymphatischen Räume führen. Die spinnenförmigen Bindegewebszellen schwellen etwas an und zeigen in diesem Stadium stellenweise sogar verstärkte Protoplasma-färbung. Nach dem histologischen Bilde muss man annehmen, dass bald darauf der Untergang der Zellen mit allmählicher Verflüssigung des Protoplasmakörpers beginnt. Besonders an der Wand der perilymphatischen Räume erblickt man frei endende Fortsätze von Bindegewebszellen oder Bindegewebszellen, die durchaus den Zusammenhang mit dem Maschenwerke verloren haben, endlich Kerne mit Resten einer Protoplasma-hülle und anscheinend freie, mehr weniger blass tingirte Kerne. Der Zellkern scheint sich somit bei diesem Verflüssigungsprocesse kurze Zeit über den Untergang des Protoplasmas hinaus zu erhalten, da aber nur wenige solcher Kerne nachweisbar sind, muss man annehmen, dass die Kerne sehr bald nach dem Untergange des Zelleibes gleichfalls verflüssigt werden. An den Präparaten ergiebt sich kein besonderer färbbarer Inhalt der perilymphatischen Räume, wohl aber zeigt sich schwache Eosinfärbung im Bereiche des intermediären, perilymphatischen Balkenwerkes, ohne dass darin eine weitere Structur erkannt werden kann.

Im Stadium von 42 mm Kopflänge, in welchem die Labyrinthkapsel bereits zum Theil verknöchert ist, besteht zunächst überall eine ziemlich breite, endostale, perilymphatische Schicht, welche die Innenwand der Labyrinthkapsel überzieht, und welche am Vorhofsfenster auf die periostale Bekleidung der Stapes-endfläche continuirlich übergeht und am Basilarisfenster sich auf die Membrana tympani secundaria fortsetzt. Die Lamina spiralis ossea primaria und secundaria fehlen vollständig und werden durch entsprechende Bindegewebsplatten ersetzt. Die subepitheliale Zone ist gleichfalls fast überall gut entwickelt. An manchen Stellen ist zwischen Epithel und Bindegewebs-schicht eine structurlose, hyaline Zone (s. o.) eingeschoben. Die subepitheliale Zone ist im Bereiche der Nervenendstellen verdichtet und geht von dort auf die intermediäre Zone über, welche sich hier den Nervenfasern entlang erstreckt. Die intermediäre Zone ist in

Form eines lockeren Maschenwerkes an der oberen Wand des Utriculus zu finden, sie ist spärlich an den Bogengängen entwickelt. Ligamentartig verdichtet ist die intermediäre Zone an der Convexität der Bogengänge, an der axialen Wand des Sacculus, des Ductus reuniens und in Form eines dem übrigen Theile der Pars inferior entlang ziehenden Streifens (Ligamentum spirale). Sonst sind überall ausgedehnte perilymphatische Räume vorhanden, die unter einander communiciren. Die 3 grossen, perilymphatischen Räume an der Concavität der Bogengänge communiciren mit der Cisterna perilymphatica vestibuli, die sich nach abwärts verengt und continuirlich in die Scala vestibuli übergeht. Diese letztere zieht der ganzen Pars basilaris und dem Isthmus entlang und endet blind an der Lagena, nachdem vorher am Isthmus lagenae selbst unter Bildung des Helikotrema ein Zusammenfluss beider Scalen erfolgt ist. Die Scala tympani, die bedeutend kleiner ist als die Scala vestibuli, endet blind an der Membrana tympani secundaria und am Vorhofboden und erstreckt sich der Pars basilaris entlang unter allmählicher Grössenabnahme bis an das Helikotrema, durch welches sie sich mit der Scala vestibuli vereinigt. Das Helikotrema kommt bei *Echidna* in der gleichen Weise wie bei den höheren Säugethieren dadurch zu Stande, dass im distalen Theile des häutigen Kanales die Nervenfasern rückläufig angeordnet sind und somit das häutige Rohr und die peripheren Theile der Nervenäste sich in rein radialer Richtung weiter distalwärts erstrecken als die axialen. Da mit den Nervenzügen auch die Lamina spiralis, bezw. bei *Echidna* das begleitende Bindegewebe aufhört, so ergiebt sich hier an der Nervenfaserscheibe ein freier, concaver Rand, der gegen die Lagena gerichtet ist und mit den nachbarlichen Contouren des Isthmus lagenae und der Lagena selbst eine Lücke, das Helikotrema, formirt. Im Bereiche des proximalen Theiles der Lagena ist in Form eines schmalen Spaltes die Scala vestibuli noch vorhanden, der grössere, distale Theil der Lagena füllt dagegen den ihm zur Verfügung stehenden Raum der Labyrinthkapsel im Verein mit dem umgebenden Bindegewebe vollständig aus. An der Pars inferior ist, wie oben erwähnt wurde, die intermediäre perilymphatische Zone in Form zusammenhängender, perilymphatischer Gewebepolster entwickelt, die im Grossen und Ganzen zwei Züge erkennen lassen, einen peripheren, das Ligamentum spirale, und einen axialen, welcher die Nervenäste der Papilla basilaris und der Macula lagenae zwischen sich fasst und die Lamina spiralis ossea, welche bei *Echidna* fehlt, topographisch und functionell ersetzt.

Die perilymphatischen Räume selbst werden am Präparate ohne färbaren Inhalt getroffen. Nur im Bereiche des vorhandenen dichten Maschenwerkes findet sich in demselben ein mit Eosin röthlichblau gefärbter Inhalt, der stellenweise homogen erscheint, an anderen Stellen zarte Kerne erkennen lässt. Besonders schön tritt er in dem Maschenwerk an der Convexität der Bogengänge auf. Ueber seine Natur bin ich nicht klar geworden. Dass er aus dem Untergange der Bindegewebezellen bei der Bildung der perilymphatischen Hohlräume hervorgegangen ist, scheint nicht wahrscheinlich, da er sich nicht an den Stellen der perilymphatischen Räume findet, sondern vielmehr dort, wo das intermediäre Maschenwerk persistirt. Möglicherweise handelt es sich um ein Kunstproduct, das im Laufe der Präparation entstanden ist, allerdings aber sodann eine bemerkenswerthe topographische Orientirung der membranösen Theile erkennen liesse.

Das die Nerven begleitende Bindegewebe zeigt im Stadium von 42 mm Kopflänge vollkommen den Charakter des Neurilemms. Am Saccus endolymphaticus setzt sich das perilymphatische Maschenwerk bis an die Oberfläche der Dura fort.

An der erwachsenen *Echidna* besitzt das perilymphatische Gewebe einen ähnlichen Bau wie im Stadium von 42 mm Kopflänge. Die Dicke der endostalen, perilymphatischen Zone ist bemerkenswerth. Auch die subepitheliale Zone hat sich an vielen Stellen in der Ausdehnung erhalten, in welcher wir sie im Stadium von 42 mm Kopflänge angetroffen, an anderen scheint sie stark verdünnt. Desgleichen ist die hyaline Zwischenschicht an vielen Stellen nachweisbar. Bezüglich der grossen perilymphatischen

Räume, der Cisterna perilymphatica vestibuli und der Scalen, stimmt die erwachsene *Echidna* mit dem Stadium von 42 mm Kopflänge überein. Eine Lamina spiralis ossea primaria und secundaria ist auch an der erwachsenen *Echidna* nicht vorhanden. Sie wird, wie im Stadium der Beuteljungen, durch entsprechend angeordnete Bindegewebsplatten ersetzt (Textfig. 13 *Lsp*, p. 58).

Ueberblickt man den zeitlichen Verlauf der Entwicklung der perilymphatischen Räume, so ergibt sich, dass es bei der *Echidna* später zur Ausbildung der perilymphatischen Räume kommt als bei den höheren Säugethieren, und dass die Cisterna perilymphatica vestibuli (allerdings auch in Folge der relativen Kleinheit des Vestibulum) geringen Umfang erhält. Während die Scala vestibuli bei den höheren Säugern ontogenetisch von der Cisterna perilymphatica ausgeht, tritt die Scala vestibuli bei *Echidna* zum ersten Male im mittleren Theile der Pars basilaris auf und erhält erst später einen continuirlichen Zusammenhang mit der Cisterne. Ungleich später als bei den höheren Säugethieren erfolgt endlich bei *Echidna* auch die Ausbildung der Scala tympani und der Zusammenfluss der beiden Scalen an ihrem distalen Ende in Form des Helikotrema.

Pigmenteinschlüsse in den Zellen des perilymphatischen Gewebes finden sich zum ersten Male im Stadium 47, von da an in allen untersuchten Altersstufen, an der jungen und an der erwachsenen *Echidna*. Das Pigment tritt am Labyrinth der *Echidna* nirgends in grösserer Menge auf und bildet nirgends Pigmentflecke oder Pigmentfelder, wie sie bei einer Reihe höherer Säugerklassen typisch zur Beobachtung gelangen. Das Ohrlabyrinth der *Echidna* ist zu den pigmentarmen Labyrinth zu zählen.

### Die Entwicklung der Labyrinthkapsel.

Im Folgenden ist über die Entwicklung der Labyrinthkapsel nur so weit berichtet, als es mir für das Verständniss der Entwicklung des häutigen Labyrinthes nothwendig erscheint. Die Morphologie der Labyrinthkapsel wird in einer späteren Arbeit noch ausführliche Erörterung finden.

Die erste Anlage der Labyrinthkapsel ist in dem verdichteten, mesodermalen Bindegewebe zu erblicken, das bereits im Stadium 42 die laterale Fläche des Labyrinthbläschens von aussen deckt (Taf. V, Fig. 33, 34 *p<sub>1</sub>*). Während der nächstfolgenden Stadien setzt sich diese Verdichtung weiter nach abwärts der ganzen Labyrinthblase entlang und auch nach vorn fort. Eine knorpelige Labyrinthkapsel ist erst in relativ späten Stadien (45) vorhanden (Taf. VI, Fig. 40a). Die Verknorpelung beginnt in dem Bindegewebe, das den körperlichen Winkel, den die drei Bogengangebene mit einander einschliessen, erfüllt. Von da aus entsteht unter allmählicher Vergrösserung des Knorpels eine knorpelige Schale, welche zunächst nur die Pars superior von der lateralen Seite her deckt und ihre Concavität der Labyrinthblase, ihre Convexität der Kopfeperidermis zukehrt. Während der folgenden Stadien vergrössert sich diese Schale nach auf- und abwärts. Im Stadium 46 überdacht sie bereits den oberen Bogengang (Taf. VII, Fig. 40b, *Cl*), lässt aber den Sinus utricularis superior und den Ductus endolymphaticus noch frei. Nach abwärts und vorn reicht die Knorpelschale hier bis an das vordere Ende der Labyrinthblase, die Lagenä. In diesem Stadium ist das Vorhofsfenster bereits angelegt, welches durch die knorpelige Steigbügelanlage verschlossen ist, und auch das Basilarfenster ist in Form einer rundlichen Lücke unterhalb des Vorhofsfensters vorhanden. Eine Bindegewebsplatte verschliesst das Basilarfenster und stellt die erste Anlage der Membrana tympani secundaria dar. Nach auf- und lateralwärts hängt der Knorpel der Labyrinthkapsel continuirlich mit dem Knorpel der seitlichen Schädelwand zusammen. Die knorpeligen Bogengänge sind nicht in ganzer Ausdehnung entwickelt,

und die häutigen Bogengänge, welche an beiden Seiten über die knorpeligen Röhren hinausragen, liegen mit den übrigen häutigen Abschnitten in der oben erwähnten gemeinsamen Knorpelschale, die hinwärts zur Aufnahme der regionären Nerven und Ganglien weit geöffnet ist. Die Knorpelbrücke zwischen dem Vorhofs-fenster und Basilarfenster ist in diesem Stadium nicht vollkommen entwickelt, so dass die Anlage der Membrana tympani secundaria an einer circumscribten Stelle bis an das Bindegewebe, welches die Stapes-anlage umzieht, heranreicht. Die beiden Fenster stellen somit, leer gedacht, in dieser Alters-stufe, eine einzige Lücke dar, die unvollkommen in zwei Abschnitte geschieden er-scheint.

Im Stadium 47 hat sich die Labyrinthkapsel im Bereiche der Pars superior auch auf die mediale Labyrinthfläche fortgesetzt. Nur der ganze Saccus endolymphaticus, sowie der obere Theil des Ductus endolymphaticus sind noch ausserhalb der Labyrinthkapsel gelegen. Das Verhalten der knorpeligen Bogen-gänge ist gegenüber dem vom Stadium 46 unverändert, dagegen ist bereits ein von Knorpel umschlossener Vorhof vorhanden, und eine vorspringende Leiste gestattet auch die Theilung des Vestibulum in Recessus sphaericus und ellipticus. Durch eine knorpelige Leiste ist auch eine verhältnissmässig scharfe Grenze zwischen den beiden vorderen Ampullen und dem Utriculus gegeben.

An der Pars inferior hat die Labyrinthkapsel noch die Schalenform beibehalten. In die Concavität dieser Schale ist die häutige Pars basilaris und die Lagena aufgenommen. Ein scharf vorspringender Knorpelwall dient der Insertion und Begrenzung des blinden Lagenaeandes (Taf. VII, Fig. 42a, *Cl*, *L*). Cerebralwärts ist die Knorpelkapsel weit geöffnet, die Oeffnung selbst wird fast vollständig durch das Vestibularganglion und sonst durch die Pachymeninx verschlossen, während das Basilarganglion weiter peri-pheriewärts in den Kapselraum selbst vorgeschoben ist. An ihrer lateralen Seite zeigt die Labyrinthkapsel in der Höhe des Vestibulum eine oblonge, durch eine Einschnürung unvollkommen getheilte Lücke, die durch eine dicke Faserlage von Bindegewebe verschlossen ist. Der obere hintere Abschnitt dieser Binde-gewebsplatte ist durch die aussen angelagerte knorpelige, kegelförmige Steigbügelanlage convex in das Vestibulum vorgedrängt. In dem übrigen, vorderen, unteren Theile ist die Bindegewebsplatte nach aussen von keiner knorpeligen Platte bedeckt und entspricht hier der späteren Membrana tympani secundaria: der hintere, obere Abschnitt der ganzen Lücke entspricht somit dem Vorhofs-fenster, der vordere untere dem Basilarfenster. Die beiden Fenster sind also durch eine einzige Lücke in der Knorpel-wand dargestellt und gehen somit bei *Echidna* aus einer gemeinsamen Anlage hervor.

Der periphere Theil des Nervus facialis ist auf eine kurze Strecke peripher vom Ganglion geniculi in einen circular geschlossen Knorpelkanal aufgenommen. Im absteigenden Theile des Nerven geht dieser Kanal in eine Knorpelrinne über, in welcher der Nerv, von reichlichem Bindegewebe umgeben, gelegen ist.

Im Stadium 48 hängt die Labyrinthkapsel mit dem Occipitale continuirlich zusammen. Die Länge der knorpeligen Bogengänge hat zugenommen, auch die knorpeligen Ampullen sind in ihrer charakteristischen Form angedeutet. Das Vestibulum zeigt eine Oeffnung für den eintretenden Aquaeductus vestibuli und überdies folgende drei Oeffnungen: a) für den Sinus utricularis superior = Commissur der Bogengänge, b) für die beiden vorderen Ampullen, c) für die hintere Ampulle, den Sinus utricularis superior und das Sinusende des lateralen Bogenganges. An der lateralen Wand sind nur zwei Lücken vorhanden, das Vorhoffenster und das Basilarfenster.

Das Vorhoffenster ist oval mit von vorn-oben nach unten-hinten verlaufender Längsaxe, misst 600:380  $\mu$  Durchmesser und richtet seine Fläche rein nach aussen. Das Fenster wird durch eine dünne Bindegewebslage verschlossen, welche durch den aussen angelagerten Stapes in das Vestibulum ein wenig vorgedrängt erscheint (Taf. IX, Fig. 49 *Fv*, *Sta*).

Das Basilarfenster ist vor und unter dem Vorhoffenster gelegen, fast kreisrund, von 500  $\mu$  Durchmesser. Es wird durch eine Membran, die Membrana tympani secundaria, verschlossen. Das Fenster reicht nach abwärts bis an die untere Fläche der Labyrinthkapsel und richtet seine Oeffnung nach hinten.

Im Bereiche der Pars basilaris ist die Labyrinthkapsel cerebralwärts weit geöffnet. Die Oeffnung ist 1,8 mm lang und 1,25 mm breit (Taf. X, Fig. 54). Sie entspricht bei der Dicke der Kapselwand einem kurzen Kanale und stellt die gemeinsame Eintrittsstelle für den Nervus acustico-facialis dar. Der Porus auditorius internus wird durch die hier untergebrachten mächtigen Ganglien des Acusticus verlegt.

Im Stadium 49 und Stadium 51 ist die Labyrinthkapsel etwas grösser geworden, zeigt aber im Uebrigen ein mit dem Stadium 48 vollkommen übereinstimmendes Verhalten.

An der *Echidna* von 42 mm Kopflänge ist die Labyrinthkapsel an der den perilymphatischen Lumina zugewendeten Wand an vielen Stellen in schmäler Zone verknöchert (Taf. XIX, Fig. 91 *Cl*o, Taf. XX, Fig. 97, *Cl*o), so dass hier im strengen Sinne von einem knöchernen Labyrinth gesprochen werden kann, das nach aussen fast überall noch von Knorpel bedeckt ist. Nur an vereinzelten Regionen, so besonders in dem körperlichen Winkel der Bogengänge, zeigt sich mitten im massigen Labyrinthknorpel beginnende Verknöcherung. In seiner Gestalt stimmt das Knochenlabyrinth hier bereits vollständig mit dem der erwachsenen *Echidna* und mit derjenigen Gestalt überein, welche DENKER (13) in seiner Arbeit für das erwachsene Labyrinth der *Echidna* abgebildet und beschrieben hat: Das Vestibulum ist von den angrenzenden Theilen durch scharf contourirte Oeffnungen geschieden, die Bogengänge und die Ampullen sind in besondere Kanäle aufgenommen und die Kapsel an der Pars inferior in Form eines fingerförmigen Fortsatzes entwickelt. Auch die cerebralwärts gerichtete Oeffnung ist stark verkleinert, so dass jetzt nicht die Aeste des Nervus acustico-facialis in toto eine gemeinsame Lücke durchziehen, sondern in der Tiefe des Meatus auditorius internus für die einzelnen Aeste isolirte Kanäle vorhanden sind. Der oberste derselben ist für den Nervus utriculo-ampullaris, ein mittlerer für den Nervus saccularis bestimmt. Ein isolirt verlaufender, lateraler und unterhalb des Canalis saccularis gelegener Canal nimmt den Nervus maculae neglectae und ampullaris inferior auf. Eine grosse Anzahl der Verlaufsrichtung der Pars basilaris und der Lagena entsprechend angeordneter Lücken ist für die regionären Nerven dieser Theile bestimmt. Der kurze Meatus auditorius internus setzt sich in seinem obersten Abschnitte in den Canalis facialis fort.

Schon im Stadium 47, in welchem der distale Theil der häutigen Pars basilaris nach kleinem Radius gekrümmt ist, kann man bemerken, dass die Knorpelkapsel diese Verlaufsrichtung nicht mitmacht. Die Knorpelkapsel entspricht in ihrer ganzen Ausdehnung einem schwach nach aufwärts concav gebogenen, fingerförmigen Fortsatze, der, gestreckt gedacht, ungleich kürzer ist als die gestreckt gedachte, häutige Pars basilaris. Während nun im oberen und mittleren Theile die Krümmungsradien des häutigen und des knorpeligen Rohres mit einander übereinstimmen, ist der distale Theil des häutigen Rohres halb eingerollt im blinden Ende des knorpeligen Rohres gelegen, läuft über die Abschlusswand hinweg und endet rückläufig an einer vorspringenden Leiste, an welcher die Lagena fixirt ist (Taf. VII, Fig. 42a *L*, *Cl*). Dieses Verhalten am unteren Ende der Pars inferior stimmt in seinem Charakter mit der Anordnung überein, in welcher das Kuppelende des Schneckenkanales und der Kuppelblindsack bei den höheren Säugethieren im oberen Theile der knöchernen Schnecke untergebracht ist. Auch dort erstreckt sich der häutige Kanal in einer Krümmung nach kleinem Radius und mit dem Endstück rückläufig der Abschlusswand des knöchernen Rohres entlang.

Das histologische Verhalten des Labyrinthknorpels bietet in mehrfacher Hinsicht Interesse. Auffallend ist sein ausserordentlicher Zellreichtum. Die Zellen zeigen Spindelform oder in gegenseitiger Abplattung polyedrische Gestalt und sind einzeln oder in Häufchen bis zu 6 Zellen in besonderen Hohlräumen der Grundsubstanz untergebracht. Diese letztere färbt sich (Stadium 48) mit Hämalaun hellblau und erscheint

homogen ohne erkennbare weitere Structur. Die Kapsel der einzelnen Knorpelzelle ist im Schnitte durch eine zarte, blauröthe, mit Hämalun-Eosin gefärbte Zone dargestellt. Gegen die Hohlräume des Labyrinthes zu werden die Knorpelzellen kleiner und zeigen an manchen Stellen beginnende regelmässige Gruppierung in Form kurzer, dem Wandverlaufe der Labyrinthräume parallel gestellter, säulenartiger Züge. Ein ähnliches Verhalten besitzt auch der Labyrinthknorpel im Stadium 51.

### Zur Phylogenese des Gehörorganes von *Echidna aculeata*.

Bei der Beurtheilung des *Echidna*-Labyrinthes in phylogenetischer Beziehung ergibt sich, dass das innere Ohr von *Echidna* wichtige Charaktere zweier Thierklassen aufweist: der Vögel und der Säugethiere. Mit den ersteren stimmt es überein im Vorhandensein einer Macula neglecta, der Lagena und der Macula lagenae. Auch in Form und relativer Grösse der beiden Vorhofsäcke zeigt sich eine gewisse Aehnlichkeit, ebenso in der Gestalt der Pars basilaris der *Echidna* mit der der Vögel. Es muss hier allerdings noch einmal erwähnt werden, dass die Pars basilaris bei den Vögeln fast vollkommen geradegestreckt erscheint und die Lagena, in der Fortsetzung dieser Richtung angeschlossen, das blinde Ende dieses Kanales darstellt, während sich noch an den älteren Beuteljungstadien und besonders an der erwachsenen *Echidna* doch schon die Aufrollung des Basilarrohres nach dem höheren Säugertypus zeigt und neben einem ziemlich langen, schwach concav verlaufenden, proximalen Theile ein nach kleinerem Radius gekrümmter, etwa einer halben Kreistour entsprechender, distaler Theil an der Pars basilaris vorhanden ist. Für die Ampullen und ihre Nervenendstellen (Cristae ampullares) lässt sich eigentlich ein Vogeltypus gegenüber einem höheren Säugertypus nicht aufstellen. Fasst man das Vorhandensein des Septum cruciatum für die Crista ampullaris der Vögel charakteristisch auf, so entspricht die Ampulle und die daselbst befindliche Nervenaustrittsstelle bei *Echidna* derjenigen der Vögel. Ich möchte jedoch hier bemerken, dass ich bei manchen höheren Säugern (Maus, Ratte, Fischotter, Igel) wie bei den Vögeln ein Septum cruciatum habe nachweisen können.

Die Aehnlichkeit des *Echidna*-Labyrinthes mit dem der höheren Säuger bezieht sich auf Gestalt und Bau des Ductus reuniens, auf das Vorhandensein des Vorhofblindsackes (der den Vögeln fehlt) und auf die Entwicklung einer Papilla basilaris, die sich nach ihrem zelligen Bau fast vollständig mit dem Corti'schen Organ der höheren Säugethiere deckt. In der Gestalt der Bogengänge stimmt das *Echidna*-Ohr mit dem höheren Säugerohr nicht vollkommen überein: die Bogengänge bei *Echidna* sind wesentlich länger als die der höheren Säuger und entsprechen (s. o.) einem grösseren Theile eines Kreisumfanges. Sie sind jedoch nach ihrem Krümmungsverlaufe und ihrer Topographie grundsätzlich von der Anordnung der Bogengänge, die wir bei den Vögeln finden, verschieden, so dass hierin das *Echidna*-Labyrinth eher dem höheren Säugertypus zuzurechnen ist.

In der Ramification des Nervus acustico-facialis ergibt sich bei *Echidna* gleichfalls morphologische Uebereinstimmung mit den höheren Säugethiern.

DENKER (13) gelangte bei der Untersuchung des knöchernen Labyrinthes zum Schlusse, „dass das Monotremenohe eine Uebergangsform zwischen dem Gehörorgan der Mammalia und der Saurier darstellt, jedoch nach makroskopischer Untersuchung dem Säugethierohre näher stehe als dem Reptilienohre“. Für das membranöse Labyrinth möchte ich mich dieser Auffassung nicht ganz anschliessen, und zwar vor allem aus dem Grunde, weil das Labyrinth der Saurier selbst keinem einheitlichen Typus entspricht und an den Sauriern verschiedene Labyrinthtypen gefunden werden. Die vollkommenste Uebereinstimmung wäre, worauf schon RETZIUS (29) hingewiesen hat, vielleicht für

das Labyrinth der *Echidna* und der Postreptilien zu erwarten, doch liegen von diesen letzteren Thieren keine genaueren Beschreibungen des inneren Ohres vor.

Nach den Befunden der vorliegenden Arbeit stellt das innere Gehörorgan von *Echidna* eine Uebergangsform von dem Labyrinth der Vögel zu dem Labyrinth der Mammalia dar. Es trägt Merkmale der Labyrinth dieser beiden Thierklassen, die sich ja wesentlich von einander unterscheiden, und repräsentirt danach ein wichtiges Glied in der Continuität der phylogenetischen Entwicklung des Labyrinthes der höheren Wirbelthiere.

Zur gleichen Anschauung ist auch RETZIUS, (29) der *Echidna* nicht selbst untersucht hat, auf Grund der Angaben von HYRTL (19) und IBSEN (20) über die Gestalt des knöchernen Labyrinthes von *Ornithorhynchus* und *Echidna*, sowie nach den Mittheilungen von URBAN PRITCHARD (26) über die Pars basilaris und die Lagena von *Ornithorhynchus* gekommen.

## Literaturverzeichnis.

- 1) ALEXANDER, G., Beitrag zur Technik der Anfertigung von Celloidinschnittserien. Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie, Bd. XIII.
- 2) —, Zur Technik der Wachsplattenreconstruction: Ueber Richtungsebenen. Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie, Bd. XIV u. XV.
- 3) —, Ueber Pigment am membranösen Gehörorgan des Meerschweines. Bericht über den III. österr. Otologentag. Monatsschr. f. Ohrenhlkde., 1898.
- 4) —, Zur Anatomie des Ganglion vestibulare der Säugethiere. Sitzungsberichte der k. Akad. Wien, 1899.
- 5) —, Entwicklung und Bau der Pars inferior labyrinthi der höheren Säugethiere. Denkschr. d. k. Akad., Bd. LXX, Wien 1900.
- 6) —, Beiträge zur Morphologie des Ohrlabyrinthes, Centralbl. f. Physiologie, 1901.
- 7) —, Zur Entwicklung des Ductus endolymphaticus. Arch. f. Ohrenhlkde., 1901.
- 8) —, Das Labyrinthpigment des Menschen und der höheren Säugethiere. Arch. f. mikrosk. Anat., 1901.
- 9) —, Ueber atypische Gewebsformationen im häutigen Labyrinth. Arch. f. Ohrenhlkde., 1902.
- 10) ALTMANN, Ueber embryonales Wachstum. Leipzig 1881.
- 11) VAN BEMMELEN, Ueber den Schädel der Monotremen. Zoolog. Anz., Bd. XXIII.
- 12) DENIS, P., Recherches sur le developpement de l'oreille interne chez les Mammifères (*Vespertilio murinus*). Archives de Biologie, 1902.
- 13) DENKER, Zur Anatomie des Gehörorganes der Monotremen. Denkschriften der medicin.-naturwissenschaftl. Gesellsch. in Jena, Bd. 1901.
- 14) GAUFF, E., Ontogenese und Phylogenese des schallleitenden Apparates bei den Wirbelthieren. Ergebnisse der Anat. und Entwicklungsgesch., Bd. VIII, 1898.
- 15) —, Alte Probleme und neuere Arbeiten über den Wirbelthierschädel. Ebenda, Bd. X, 1900.
- 16) —, Ueber die Ala temporalis des Sängerschädels. Anat. Hefte, 1902, Bd. 19.
- 17) HASSE, C., Die vergleichende Morphologie und Histologie des häutigen Gehörorganes der Wirbelthiere. Anatom. Studien, 1873, Supplem.
- 18) HOCHSTETTER, F., Das Gefäßsystem der Monotremen. Denkschriften der medicin.-naturw. Gesellsch. in Jena, Bd. II, 1895.
- 19) HYRTL, J., Vergleichend-anatomische Untersuchungen über das Gehörorgan des Menschen und der Säugethiere. Prag 1845.
- 20) IBSEN, J., Anatomiske Undersøgelser over Ørets Labyrinth. Kopenhagen 1846.
- 21) JOSEPH, H., Zur Histogenese des Ductus cochlearis. Sitzungsber. der österr. otolog. Gesellsch. v. 28. April 1902. Monatsschr. f. Ohrenhlkde., 1902.
- 22) KOGANEI, Untersuchungen über die Histiogenese der Retina. Arch. f. mikrosk. Anatomie, Bd. 35.
- 23) KUHN, Ueber das häutige Labyrinth der Amphibien. Arch. f. mikr. Anatomie, Bd. 17.
- 24) MERCK, L., Ueber die Anordnung der Kernteilungsfiguren im Centralnervensystem und der Retina bei *Natterm*-embryonen. Sitzungsber. der k. Akad., Bd. XCI, Wien.
- 25) —, Die Mitosen im Centralnervensystem, Wien 1887, Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, Bd. LIII.
- 26) PRITCHARD, Urban, The cochlea of the ornithorhynchus platypus. Philosoph. transactions of the royal society, 1881, Part. II.
- 27) RETZIUS, G., Biologische Untersuchungen, Neue Folge, V, 1893.
- 28) —, Zur Kenntniss des inneren Gehörorganes der Wirbelthiere. Arch. f. Anatomie und Physiologie, 1880.
- 29) —, Das Gehörorgan der Wirbeltiere, 1884.

- 30) RETZIUS, G., Das Gehörorgan von *Caecilia annulata*. Anat. Anzeiger, 1892.
- 31) RÜDINGER, Entwicklung der Bogengänge.
- 32) SARASIN, P. u. H., Ueber das Gehörorgan der Caeciliiden. Anat. Anz., 1892.
- 33) SCHWALBE, Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane, 1887.
- 34) SEMON, R., Beobachtungen über die Lebensweise und Fortpflanzung der Monotremen. Denkschriften der medic.-naturwissenschaftl. Gesellsch. in Jena, 5. Bd., 1894.
- 35) —, Zur Entwicklungsgeschichte der Monotremata und Marsupialia. Ebenda.
- 36) WALDEYER, Hörnerv und Schnecke. STRICKER's Handbuch der Gewebelehre, II, 1872.

### Druckfehler-Berichtigung.

pag. 17, Zeile 17 von unten: Länge der Labyrinthblase statt „0,83“ „0,93 mm“.  
„ 21, „ 2 „ „ : Bogengangdurchmesser „ „0,06“ „0,11 mm“.

## Erklärungen der Abkürzungen.

*Ai* Ampulla inferior.  
*Al* „ lateralis.  
*As* „ superior.  
*C* Cupula.  
*Cai* Crista ampullaris inferior.  
*Cal* „ „ lateralis.  
*Cas* „ „ superior.  
*Cl* Capsula labyrinthi cartilaginea.  
*Clo* „ „ ossea.  
*Cpv* Cisterna perilymphatica vestibuli.  
*Cra* Cranium.  
*Crs* Crista spiralis.  
*Csi* Canalis semicircularis inferior.  
*Csl* „ „ lateralis.  
*Css* „ „ superior.  
*Cty* Cavum tympani.  
*Ctv* Crista vestibuli.  
*Cus* Canalis utriculo-saccularis.  
*Cv* Caecum vestibulare.  
*De* Ductus endolymphaticus.  
*Dr* Ductus reuniens.  
*f* freie Epithelwand.  
*Fb* Fenestra basilaris.  
*Fv* „ vestibuli.  
*Fus* Foramen utriculosacculare.  
*G<sub>vii</sub>* Ganglion geniculi.  
*G<sub>viii</sub>* „ octavum.  
*G<sub>vii/viii</sub>* „ acusticofaciale.  
*Gb* „ basilare.  
*Gvi* „ vestibulare inferius.  
*Gvs* „ „ superius.  
*I* Isthmus lagenae (basilaris).  
*In* Incus.  
*L* Lagna.  
*Lb* Labyrinthblase.  
*Lm* Leptomeniux.  
*Lsp* Ligamentum spirale externum.  
*Lsp<sub>1</sub>* „ „ internum.  
*Lt* Labium tympanicum.  
*Lv* „ vestibulare.  
*Ly* Lymphräume.  
*M* Medullarrohr.

*Ma* Malleus.  
*Mai* Meatus auditorius internus.  
*Mb* Membrana basilaris.  
*Mc* „ Corti.  
*Mdr* Macula ductus reunientis.  
*MI* „ lagenae.  
*Mn* Macula neglecta ampullaris.  
*Mp* Membrana peripherica partis basilaris.  
*Ms* Macula sacculi.  
*Mts* Membrana tympani secundaria.  
*Mu* Macula utriculi.  
*Mv* Membrana vestibularis.  
*N* embryonales Neuroepithel.  
*N<sub>v</sub>* Nervus trigeminus.  
*N<sub>vii</sub>* „ facialis.  
*N<sub>viii</sub>* „ acusticus.  
*N<sub>vii/viii</sub>* „ acustico-facialis.  
*Nai* „ ampullaris inferior.  
*Nal* „ „ lateralis.  
*Nas* „ „ superior.  
*Nb* „ basilaris.  
*Nl* „ lagenae.  
*Nn* „ neglectus.  
*Ns* „ saccularis.  
*Nsa* „ sacculo-ampullaris.  
*Nu* „ utricularis.  
*Nua* „ utriculo-ampullaris.  
*O* Statolithenmembran.  
*p* } embryonales, perilymphatisches Bindegewebe  
*p<sub>1</sub>* }  
*pe* endostale perilymphatische Bindegewebsschicht.  
*pi* intermediäre „ „  
*ps* subepitheliale „ „  
*Pp* Pars basilaris.  
*Pil* „ inferior labyrinthi.  
*Pl<sub>iv</sub>* Plexus chorioideus ventriculi quarti.  
*Pm* Pachymeninx.  
*Ppb* Papilla basilaris.  
*Psc* Plica semicircularis communis.  
*Psi* „ „ inferior.  
*Psl* „ „ lateralis.  
*Psla* Pars superior labyrinthi.

<i>Psp</i> Prominentia spiralis.	<i>Sv</i> Scata vestibuli.
<i>Pss</i> Plica semicircularis superior.	<i>Sta</i> Stapes.
<i>Pv</i> Pars vestibularis can. basilaris.	<i>Stv</i> Stria vascularis.
<i>R</i> Raphe ampullaris.	<i>Sua</i> Sinus utricularis anterior.
<i>Ria</i> Ramus inferior n. acustici.	<i>Sui</i> „ „ inferior.
<i>Rsa</i> „ superior „ „	<i>Sus</i> „ „ superior.
<i>S</i> Sacculus.	<i>Susa</i> „ „ sacculi.
<i>S<sub>1</sub></i> oberes, gegen den Ductus endolymphaticus ausgezogenes Saccusende.	<i>Sv</i> Scala vestibuli.
<i>Sc</i> Saccus communis.	<i>Tspf</i> Tractus spiralis foraminosus.
<i>Se</i> Saccus endolymphaticus.	<i>Tyb</i> tympanale Belegschrift.
<i>Sspe</i> Sulcus spiralis externus.	<i>U</i> Utriculus.
<i>Sspi</i> „ „ internus.	<i>V</i> Vestibulum.
<i>St</i> Scala tympani.	<i>IV</i> Ventriculus quartus.
	<i>Ve</i> Venen der Pachymeninx.

## Inhalt.

	Seite
Einleitung . . . . .	3— 5
Material und Untersuchungsmethode . . . . .	5— 7
Allgemeine Literatur . . . . .	7— 9

### Beschreibender Theil.

Embryo von <i>Echidna aculeata</i> , Stadium 40 . . . . .	9— 10
"    "    "    "    "    "    41 . . . . .	10— 11
"    "    "    "    "    "    42 . . . . .	11— 12
"    "    "    "    "    "    43 . . . . .	12— 13
"    "    "    "    "    "    etwas älter als 43 . . . . .	13— 14
"    "    "    "    "    "    44 . . . . .	14— 17
"    "    "    "    "    "    45 . . . . .	17— 18
Beuteljunges von <i>Echidna aculeata</i> , Stadium 46 . . . . .	19— 21
"    "    "    "    "    "    47 . . . . .	21— 25
"    "    "    "    "    "    48 . . . . .	25— 32
"    "    "    "    "    "    49 . . . . .	32— 37
"    "    "    "    "    "    50 und 51a . . . . .	37
"    "    "    "    "    "    51 . . . . .	37— 46
Junge <i>Echidna aculeata</i> von 42 mm Kopflänge . . . . .	46— 53
Erwachsene <i>Echidna aculeata</i> . . . . .	53— 62

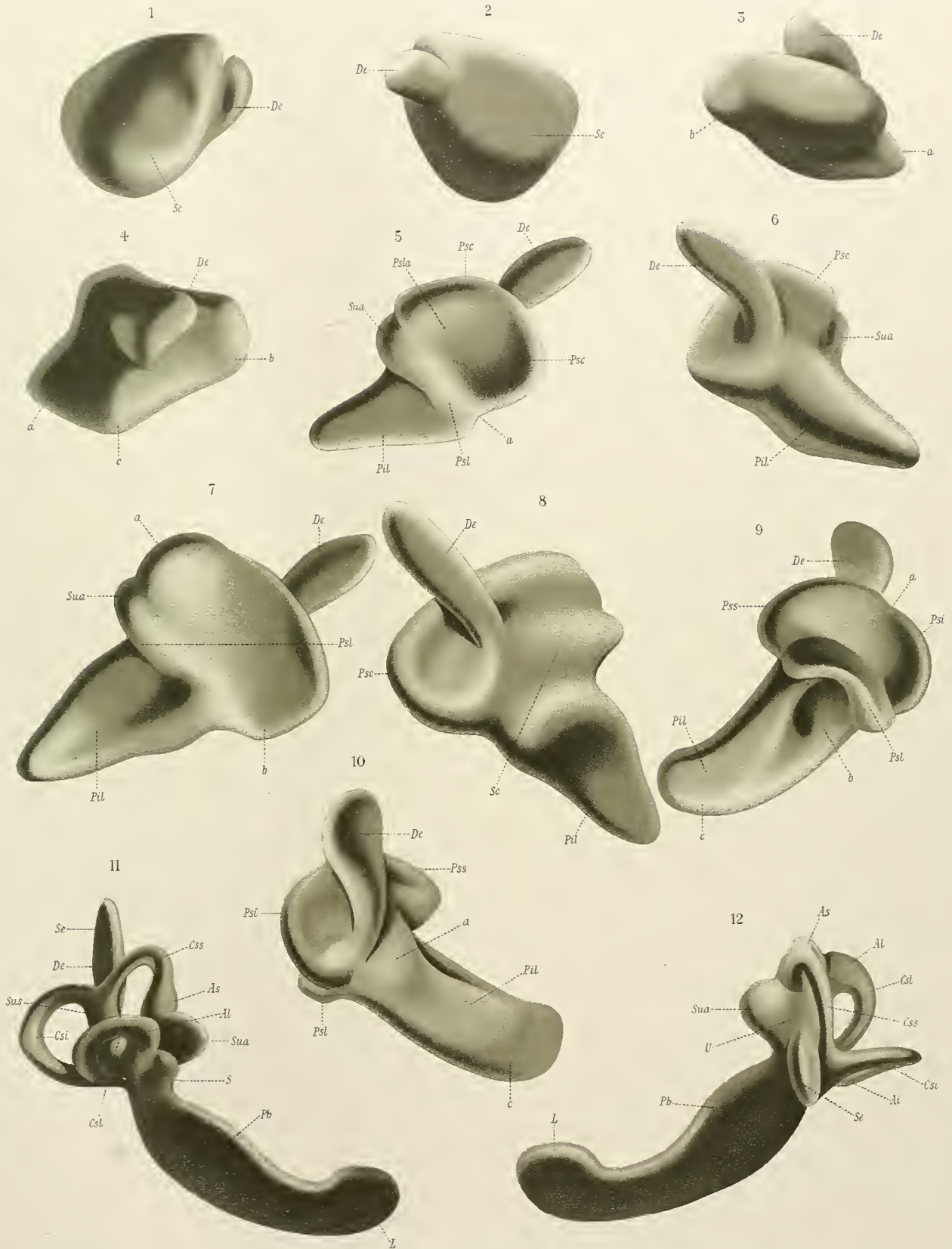
### Vergleichender Theil.

Die Formentwicklung des Labyrinthes von <i>Echidna</i> . . . . .	62— 76
a) Allgemeine Formentwicklung des <i>Echidna</i> -Labyrinthes . . . . .	62— 64
b) Die Formentwicklung der einzelnen Labyrinthabschnitte . . . . .	65— 72
c) Vergleich der Formentwicklung des inneren Ohres der <i>Echidna</i> mit dem der höheren Säugethiere . . . . .	72— 75
d) Vergleich der Formentwicklung des inneren Ohres der <i>Echidna</i> mit dem der Vögel und Reptilien . . . . .	75— 76
Die Gewebsentwicklung des Labyrinthes von <i>Echidna</i> . . . . .	77— 95
a) Allgemeine Gewebsentwicklung des epithelialen Labyrinthes . . . . .	77— 80
b) Die Differenzirung der einzelnen Nervenendstellen des Labyrinthes aus der einheitlichen Neuroepithelanlage . . . . .	80— 85
c) Ueber die Gewebsentwicklung der einzelnen Labyrinthabschnitte und ihrer Nervenendstellen . . . . .	85— 95
Pars superior.	
1) Gewebsentwicklung der Bogengänge . . . . .	85— 86
2) Gewebsentwicklung der Ampullen und der Cristae ampullares . . . . .	86— 87
3) Gewebsentwicklung des Utriculus und der Macula utriculi . . . . .	87— 88
4) Gewebsentwicklung der Sinus utriculares, der Macula neglecta ampullaris und der rudimentären Macula neglecta utriculi . . . . .	88— 89

Pars inferior.	
5) Gewebsentwicklung des Sacculus und der Macula sacculi . . . . .	89— 90
6) Gewebsentwicklung des Ductus reuniens . . . . .	90
7) Gewebsentwicklung des Caecum vestibulare . . . . .	91
8) Die Gewebsentwicklung der Pars und Papilla basilaris . . . . .	91— 93
9) Gewebsentwicklung der Lagena und Macula lagenae . . . . .	93— 04
10) Gewebsentwicklung des Ductus und Saccus endolymphaticus und des Canalis utriculo-saccularis . . . . .	94— 95
Ueber den Befund und die phylogenetische Bedeutung accessorischer und rudi- mentärer Nervenendstellen bei <i>Echidna</i> . . . . .	95— 97
Entwicklung und Bau des Nervus acusticofacialis und des Ganglion acustico- faciale . . . . .	97—103
Entwicklung und Bau des perilymphatischen Gewebes . . . . .	103—108
Die Entwicklung der Labyrinthkapsel . . . . .	108—111
Zur Phylognese des Gehörorganes von <i>Echidna aculeata</i> . . . . .	111—112
Literaturverzeichniss . . . . .	113—114
Erklärungen der Abkürzungen . . . . .	115—116

## Tafel I.

- Fig. 1. Embryo von *Echidna aculeata*, Stadium 40. Labyrinthblase der linken Seite in der Ansicht von aussen. Plattenmodell. Vergr. 100 : 1 lin.
- „ 2. Object der Fig. 1, Ansicht von innen. Vergr. 100 : 1 lin.
- „ 3. Embryo von *Echidna aculeata*, Stadium 41. Labyrinthblase der rechten Seite in der Ansicht von aussen-oben. *a* vorderer, *b* hinterer Hörblasenpol. Plattenmodell. Vergr. 100 : 1 lin.
- „ 4. Object der Fig. 3, Ansicht von aussen. *a* vorderer, *b* hinterer Hörblasenpol. Vergr. 100 : 1 lin.
- „ 5. Embryo von *Echidna aculeata*, Stadium 42. Labyrinthblase der linken Seite in der Ansicht von aussen. Plattenmodell. Vergr. 100 : 1 lin.
- „ 6. Object der Fig. 5, Ansicht von innen. Vergr. 100 : 1 lin.
- „ 7. Embryo von *Echidna aculeata*, Stadium 43. Labyrinthblase der linken Seite in der Ansicht von aussen. *a* vorderes, *b* hinteres Ende der gemeinsamen Bogengangfalte. Plattenmodell. Vergr. 100 : 1 lin.
- „ 8. Object der Fig. 7, Ansicht von innen. Vergr. 100 : 1 lin.
- „ 9. Embryo von *Echidna aculeata*, Stadium 43. Labyrinthblase der linken Seite in der Ansicht von aussen. Plattenmodell. Vergr. 100 : 1 lin.
- „ 10. Object der Fig. 9, Ansicht von innen. Vergr. 100 : 1 lin.
- „ 11. Embryo von *Echidna aculeata*, Stadium 44. Häutiges Labyrinth der rechten Seite in der Ansicht von aussen. Plattenmodell. Vergr. 100 : 1 lin.
- „ 12. Object der Fig. 11, Ansicht von oben-innen. Vergr. 100 : 1 lin.
-





## Tafel II.

## Tafel II.

- Fig. 13. Embryo von *Echidna aculeata*, Stadium 45. Häutiges Labyrinth der rechten Seite in der Ansicht von aussen-unten. Plattenmodell. Vergr. 100 : 1 lin.
- „ 14. Object der Fig. 13, Ansicht von oben. Vergr. 100 : 1 lin.
- „ 15. Beuteljungen von *Echidna aculeata*, Stadium 47. Häutiges Labyrinth der rechten Seite, Ansicht von aussen-unten. Plattenmodell. Vergr. 100 : 1 lin.
- „ 16. Object der Fig. 15, Ansicht von oben-innen. *a* Berührungsfeld des Utriculus und Sacculus.

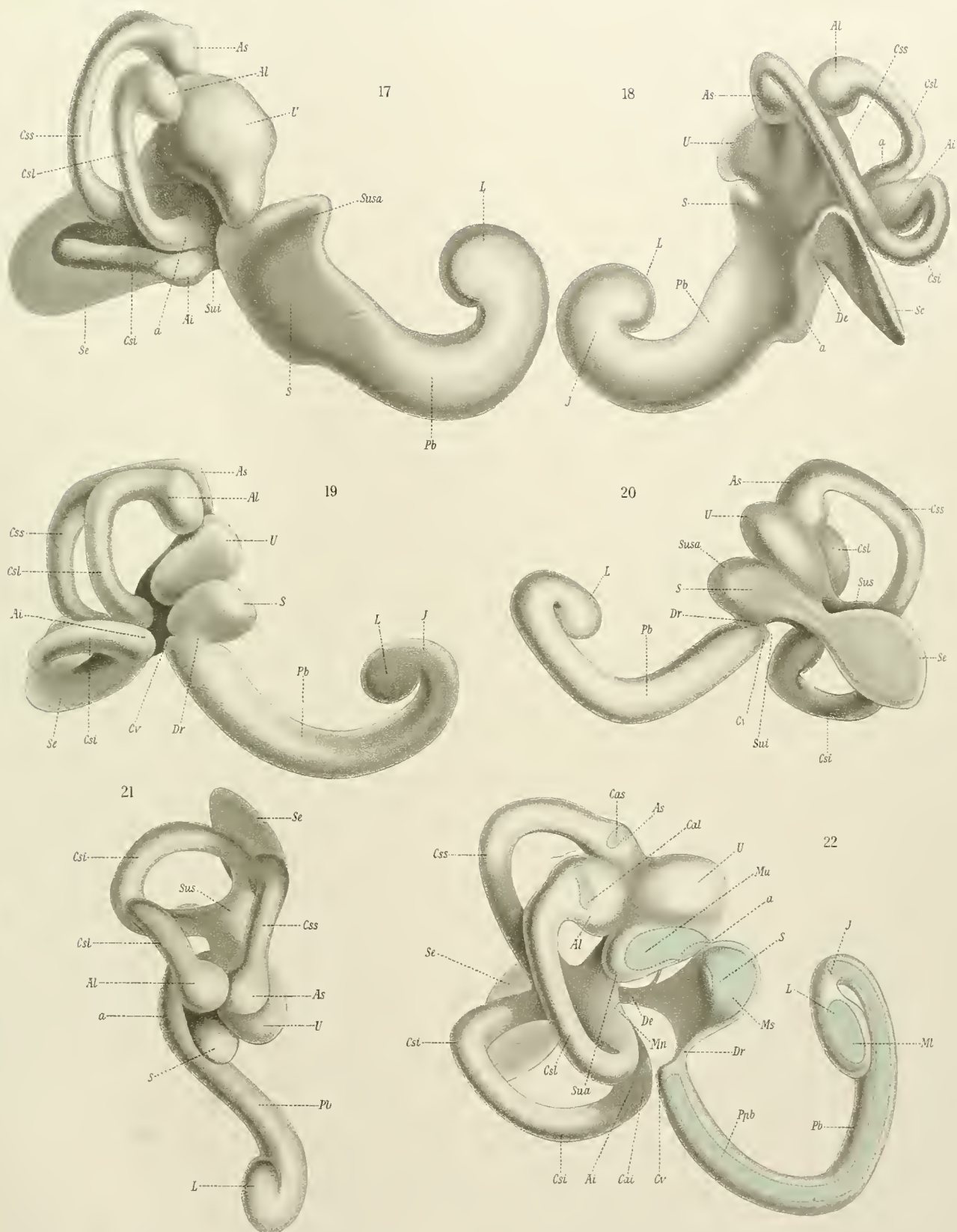




### Tafel III.

### Tafel III.

- Fig. 17. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 46. Häutiges Labyrinth der rechten Seite in der Ansicht von aussen. Plattenmodell. Vergr. 100 : 1 lin.
- „ 18. Object der Fig. 17, Ansicht von oben. Vergr. 100 : 1 lin.
- „ 19. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 48. Häutiges Labyrinth der rechten Seite in der Ansicht von aussen. Plattenmodell. Vergr. 50 : 1 lin.
- „ 20. Object der Fig. 19, Ansicht von innen. Vergr. 50 : 1 lin.
- „ 21. Object der Fig. 19, Ansicht von vorne. Vergr. 50 : 1 lin.
- „ 22. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Häutiges Labyrinth in der Ansicht von aussen. Plattenmodell. Vergr. 50 : 1 lin.
-





## Tafel IV.

#### Tafel IV.

- Fig. 23. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Häutiges Labyrinth der rechten Seite in der Ansicht von aussen-vorne. Plattenmodell. Vergr. 50 : 1 lin.
- „ 24. Object der Fig. 23. Ansicht von aussen-hinten. Vergr. 50 : 1 lin.
- „ 25. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 48. Häutiges Labyrinth der rechten Seite in der Ansicht von aussen-hinten. Plattenmodell. Vergr. 50 : 1 lin.
- „ 26. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 51 (Object der Fig. 23). Ansicht von oben. Vergr. 50 : 1 lin.
- „ 27. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Häutiges Labyrinth, Nervus acustico-facialis, Nervus trigeminus und regionärer Abschnitt des Hirnstammes der rechten Seite. Ansicht von aussen-oben. Plattenmodell. Vergr. 50 : 1 lin.
-





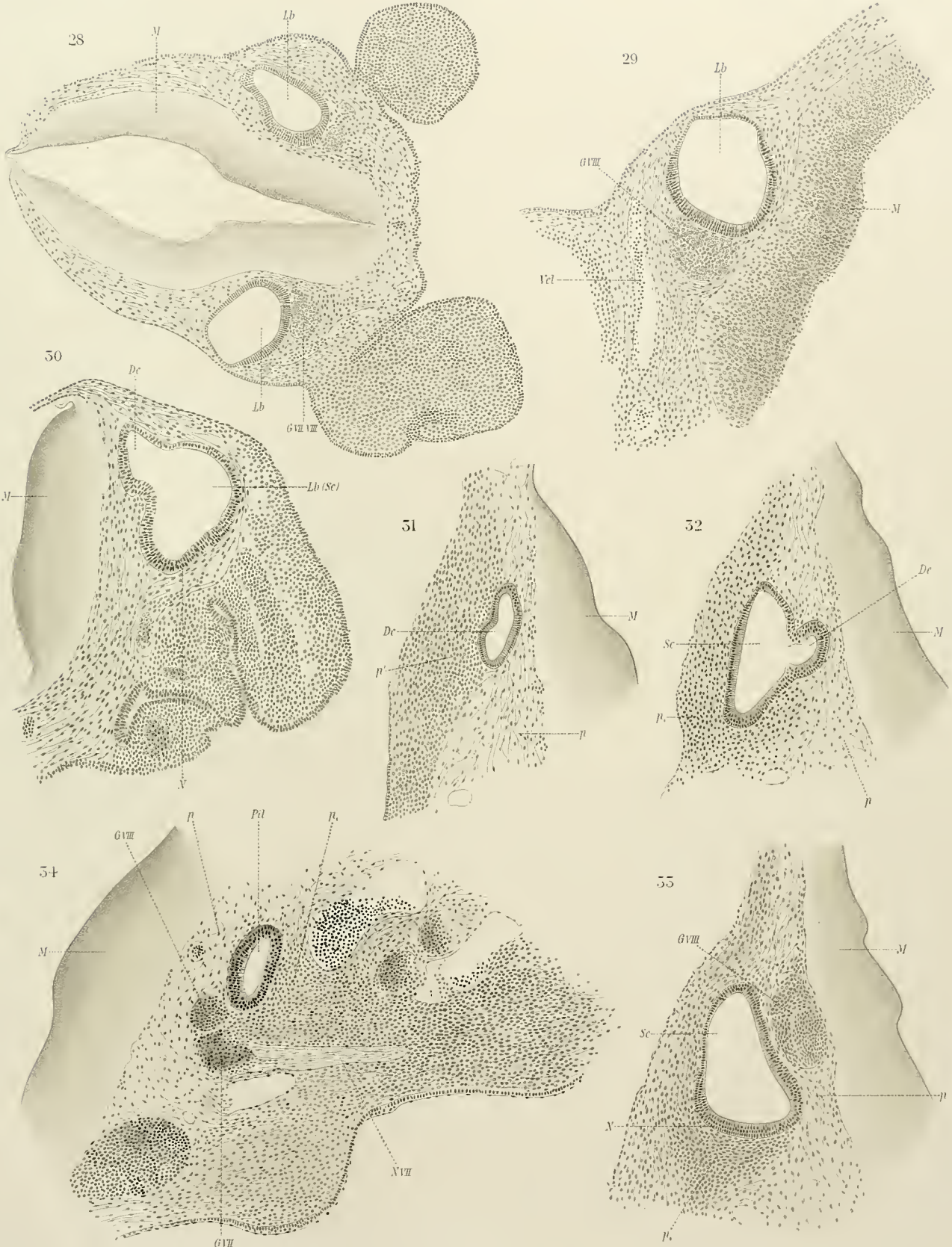
## Tafel V.

## Tafel V.

- Fig. 28. *Echidna*-Embryo, Stadium 40. Horizontalschnitt durch den oberen Abschnitt beider Labyrinthanlagen. Cochenille-Alaun. Zeichenocular (= Z.Oc.)<sup>1)</sup>, Obj. 3, Tubl. 15 cm.
- „ 29. *Echidna*-Embryo, Stadium 40. Horizontalschnitt durch den unteren Theil der Labyrinthblase. Rechte Seite, Cochenille-Alaun. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 20 cm.
- „ 30. *Echidna*-Embryo, Stadium 41. Querschnitt durch die Labyrinthblase. Linke Seite, Cochenille-Alaun. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 20 cm.
- „ 31. *Echidna*-Embryo, Stadium 42. Horizontalschnitt durch den Ductus endolymphaticus. Rechte Seite, Cochenille-Alaun. Z.Oc., Obj. 4, Tubl. 20 cm.
- „ 32. *Echidna*-Embryo, Stadium 42. Horizontalschnitt durch den Saccus communis in der Höhe der Abgangsstelle des Ductus endolymphaticus. Rechte Seite, Cochenille-Alaun. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 20 cm.
- „ 33. *Echidna*-Embryo, Stadium 42. Querschnitt durch die Pars inferior labyrinthi und das Ganglion acustico-faciale. Rechte Seite, Cochenille-Alaun. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 20 cm.
- „ 34. *Echidna*-Embryo, Stadium 42. Horizontalschnitt durch den Saccus communis. Linke Seite, Cochenille-Alaun. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 20 cm.

---

1) Sämmtliche mikroskopische Zeichnungen sind, sofern nicht ausdrücklich anderes bemerkt ist, mit Hülfe des LEITZschen Zeichenoculars, das in seiner Eigenvergrößerung ungefähr dem Ocular II von ZEISS entspricht, hergestellt.





## Tafel VI.

## Tafel VI.

- Fig. 35. *Echidna*-Embryo, Stadium 43. Horizontalschnitt durch den Saccus communis in der Höhe der Abgangsstelle des Ductus endolymphaticus. Rechte Seite, Cochenille-Alaun. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 20 cm.
- „ 36. *Echidna*-Embryo, Stadium 43. Querschnitt durch die Pars inferior labyrinthi, Nervus facialis und Ganglion geniculi. Linke Seite, Cochenille-Alaun. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 20 cm.
- „ 37. *Echidna*-Embryo, Stadium 44. Horizontalschnitt durch die Pars superior labyrinthi (Bogengänge, Utriculus). Rechte Seite, Cochenille-Alaun. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 15 cm.
- „ 38. *Echidna*-Embryo, Stadium 44. Horizontalschnitt durch den Schädel. Lage der beiden unteren Labyrinthabschnitte. Cochenille-Alaun. Z.Oc., Obj. 1, Tubl. 15 cm.
- „ 39. *Echidna*-Embryo, Stadium 45. Querschnitt durch den oberen Theil des Ductus endolymphaticus, Bildung von Epithelknospen daselbst. Rechte Seite, Cochenille-Alaun. Z.Oc., Obj. 6, Tubl. 15 cm.
- „ 40. *Echidna*-Embryo, Stadium 45. Querschnitt durch die Pars superior labyrinthi. Rechte Seite, Cochenille-Alaun. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 15 cm.
- „ 41. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 47. Querschnitt durch die Pars superior labyrinthi. Das Neuroepithel der Crista ampullaris lateralis (*Coal*) hängt noch mit der Macula utriculi (*Mu*) zusammen. Linke Seite, Cochenille-Alaun. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 15 cm.
- „ 42. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 47. Querschnitt durch die Pars inferior labyrinthi und das Neuroepithel derselben. Linke Seite, Cochenille-Alaun. Z.Oc., Obj. 4, Tubl. 15 cm.
-





Tafel VII.

## Tafel VII.

- Fig. 39a. Embryo von *Echidna aculeata*, Stadium 45. Längsschnitt durch die Pars basilaris und Anlage der Lagena. R. S., Cochenille-Alaun. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 15 cm.
- „ 40a. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 46. Querschnitt durch den unteren Theil des Sacculus (*S*) und die untere Ampulle (*Ai*). R. S., Cochenille-Alaun. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 20 cm.
- „ 40b. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 46. Horizontalschnitt durch die Pars superior labyrinthi. R. S., Cochenille-Alaun. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 20 cm.
- „ 42a. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 47. Horizontalschnitt durch die Pars inferior labyrinthi mit der Lagena (*L*). L. S., Cochenille-Alaun. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 15 cm.
- „ 50a. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 48. Sagittalschnitt durch die Pars inferior labyrinthi. Saccus (*Se*) und Ductus (*De*) endolymphaticus, Sacculus (*S*) und Ductus reuniens (*Dr*) sind in einem Schnitt getroffen. L. S., Hämalun-Eosin. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 17,5 cm.
- „ 51. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 48. Sagittalschnitt durch den Sinus utricularis inferior (*Sui*) und die Macula neglecta (*Mn*). L. S., Hämalun-Eosin. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 20 cm.
-

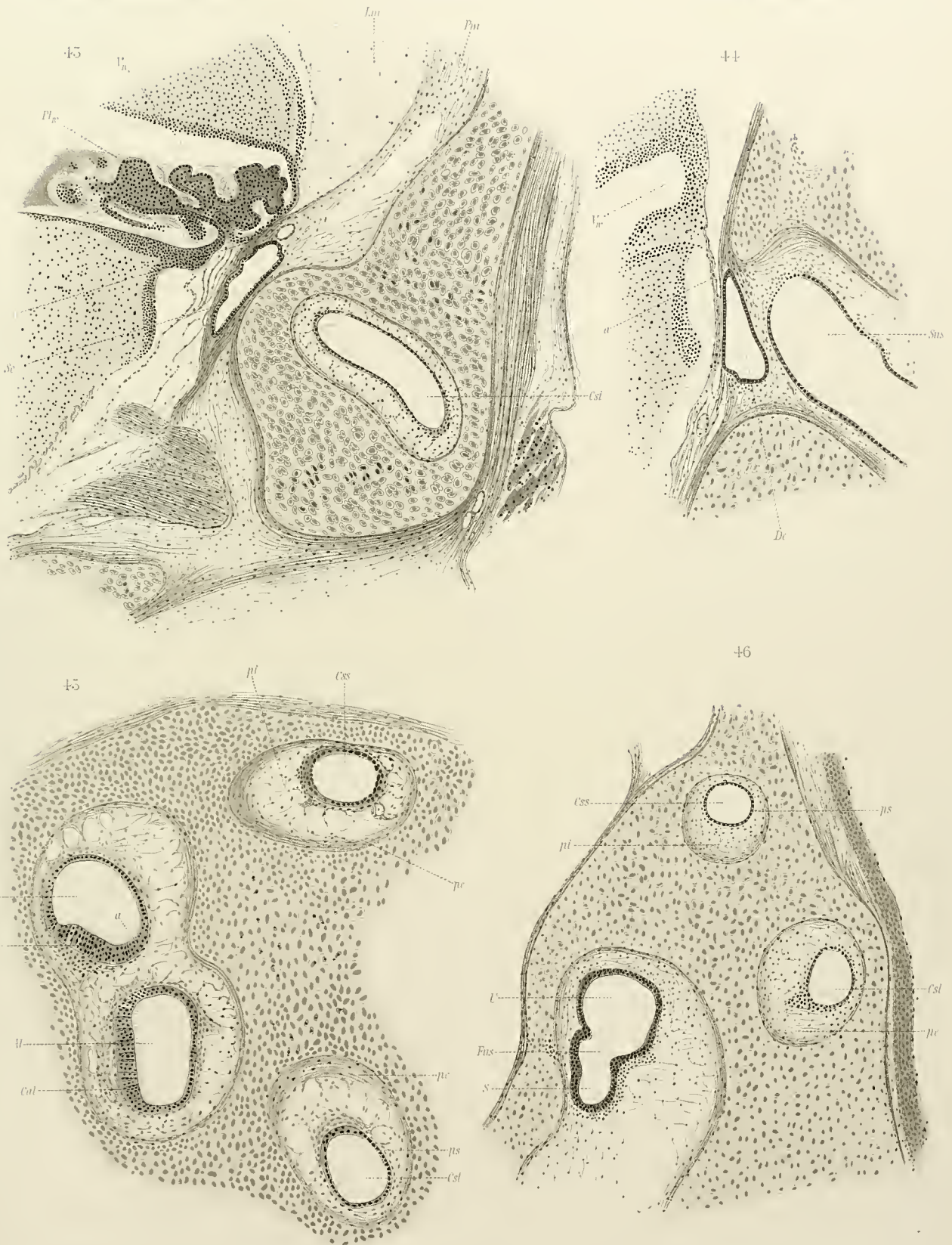




## Tafel VIII.

## Tafel VIII.

- Fig. 43. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 48. Frontalschnitt durch den oberen Theil der Pars superior labyrinthi, Verbindung (a) der Pachy- und Leptomeninx mit dem Plexus chorioideus ventriculi quarti am Saccus endolymphaticus (Se). R. S., Häkalaun-Eosin. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 15 cm.
- „ 44. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 48. Horizontalschnitt, Topographie des Ductus endolymphaticus (De). Ligamentartige Verbindung (a) des perilymphatischen (pachymeningealen) Gewebes daselbst mit der Pia. R. S., Häkalaun-Eosin. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 17,5 cm.
- „ 45. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 48. Sagittalschnitt durch die beiden vorderen Ampullen und ihre Bogengänge. L. S., Häkalaun-Eosin. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 20 cm.
- „ 46. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 48. Frontalschnitt durch Utriculus (U) und Sacculus (S) am Foramen utriculo-sacculare (Fus). R. S., Häkalaun-Eosin. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 15 cm.
-

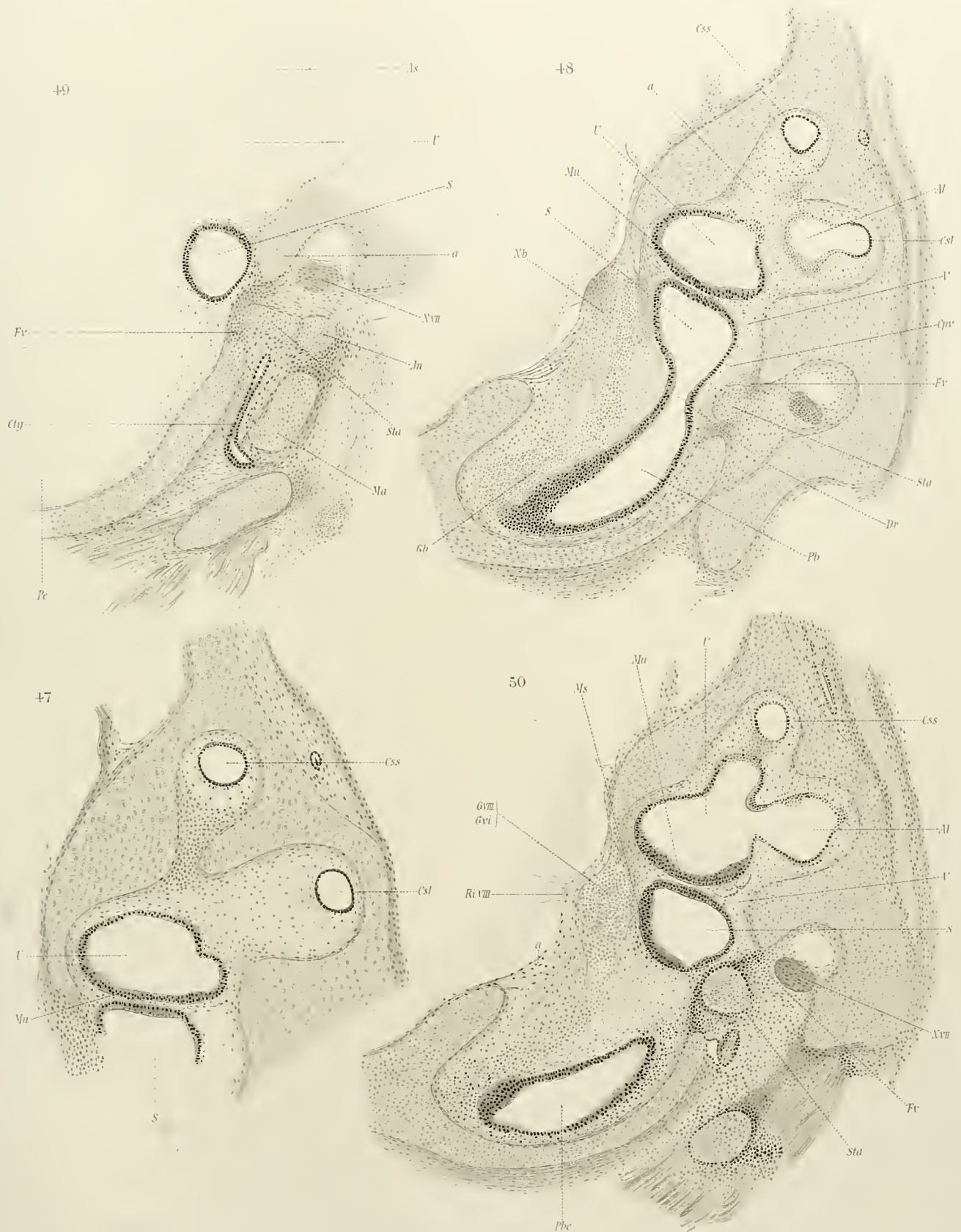




## Tafel IX.

## Tafel IX.

- Fig. 47. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 48. Frontalschnitt durch das Labyrinth knapp hinter den beiden vorderen Ampullen. R. S., Hämalan. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 15 cm.
- „ 48. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 48. Frontaldurchschnitt durch das Labyrinth in der Höhe der Steigbügelanlage. Uebersichtsbild. R. S., Hämalan-Eosin. Basilarnerv (*Nb*) vom vorhergehenden Schnitt der Serie eingezeichnet. Z.Oc., Obj. 1, Tubl. 20 cm.
- „ 49. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 48. Frontalschnitt. Verhältniss der lateralen Labyrinthkapselwand zu den Anlagen der Gehörknochen (*Ma*, *I*, *St*) und dem N. facialis (*N<sub>VII</sub>*). Uebersichtsbild. R. S., Hämalan-Eosin. Z.Oc., Obj. 1, Tubl. 20 cm.
- „ 50. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 48. Frontalschnitt durch das Labyrinth in der Höhe der Steigbügelanlage (in der Serie 0,1 mm vom Schnitt der Fig. 48 entfernter Schnitt). Uebersichtsbild. R. S., Hämalan-Eosin. Z.Oc., Obj. 1, Tubl. 20 cm.
-



## Tafel X.

- Fig. 52. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 48. Frontalschnitt durch den unteren Theil der Pars inferior labyrinthi, Isthmus lagenae (I) und Lagna (L). R. S., Hämalan-Eosin. Z.Oc., Obj. 4, Tubl. 20 cm.
- „ 53. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 48. Sagittalschnitt unweit der Mitte. Topographie der Pars basilaris und ihrer Knorpelkapsel. Uebersichtsbild. L. S., Hämalan-Eosin. Vergr. ungef. 18:1 lin. (Mit der LEITZschen Camera gezeichnet.)
- „ 54. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 48. Sagittalschnitt durch die Pars basilaris. Labyrinth-region des Schnittes der Fig. 53 stärker vergrößert. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 15 cm.
- „ 55. Beuteljunge von *Echidna aculeata*. Sagittalschnitt durch die Pars inferior labyrinthi. L. S., Hämalan-Eosin. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 15 cm.
- „ 56. Beuteljunge von *Echidna aculeata*. Sagittalschnitt durch die Pars basilaris. L. S., Hämalan-Eosin. Z.Oc., Obj. 6, Tubl. 15 cm.
-

54



52



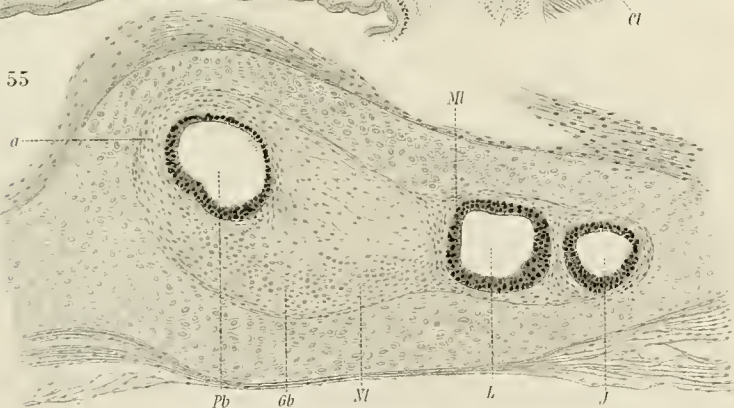
53



56



55



(Beck; Gel)

Gez. von Gustav Fischer in Jena.

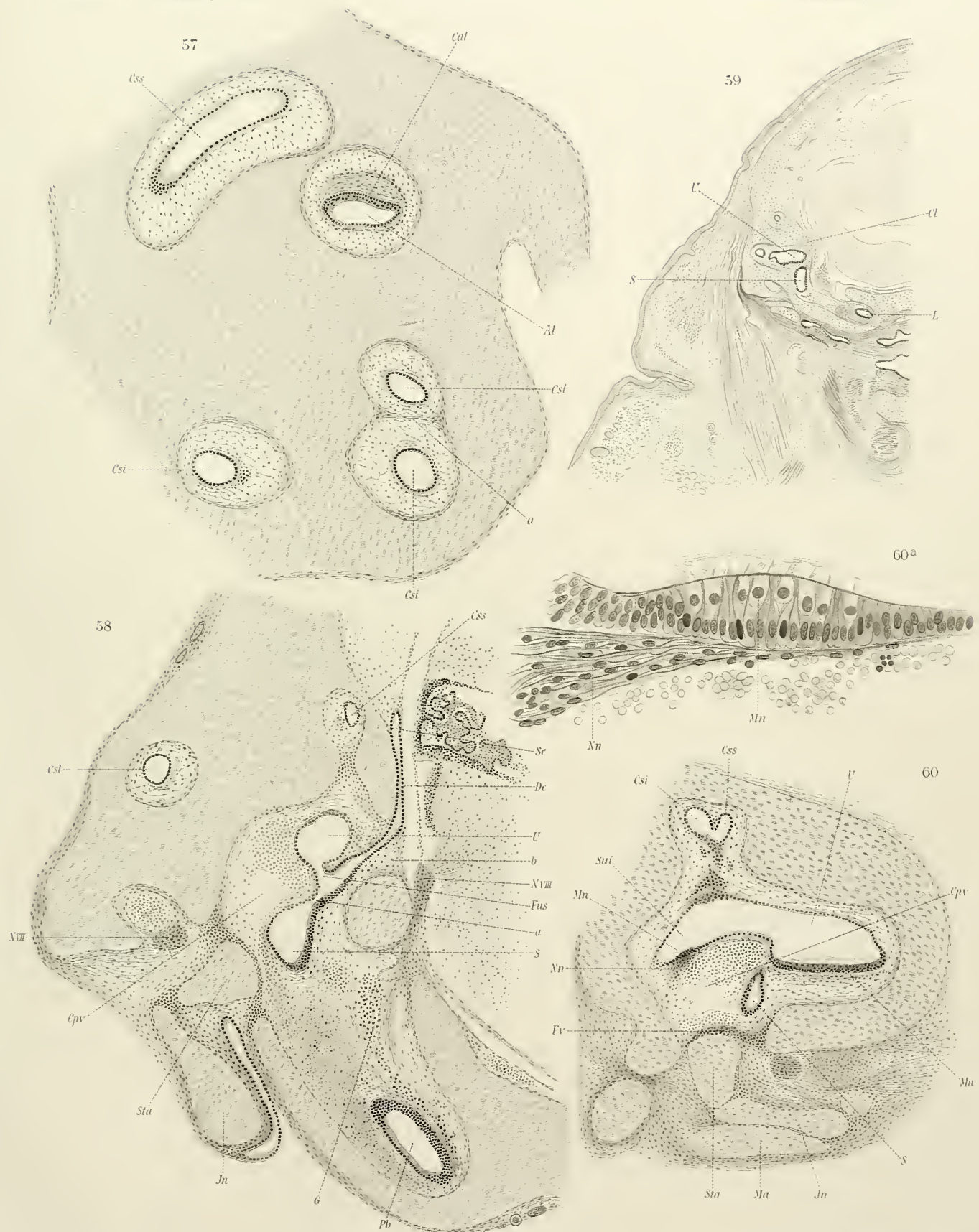
101. Anst. v. W. v. W. v. W. v. W.



Tafel XI.

## Tafel XI.

- Fig. 57. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 49. Sagittalschnitt durch die Pars superior labyrinthi im Niveau der lateralen Ampulle (*Al*). R. S., Häkalaun-Eosin. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 15 cm.
- „ 58. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 49. Frontalschnitt durch das Ohrlabyrinth. Ductus endolymphaticus (*De*) vom vorhergehenden Schnitt der Serie eingezeichnet. Uebersichtsbild. L. S., Häkalaun-Eosin. Z.Oc., Obj. 1, Tubl. 20 cm.
- „ 59. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 49. Frontalschnitt durch die linke Schädelseite in der Höhe der beiden Vorhofsäcke (*U*, *S*). Häkalaun-Eosin. Vergr. ungef. 15:1 lin.
- „ 60. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 49. Sagittalschnitt durch Utriculus (*U*) und den Sinus utricularis inferior mit der Macula neglecta (*Mn*). R. S., Häkalaun-Eosin. Z.Oc., Obj. 1, Tubl. 20 cm.
- „ 60a. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 49. Macula neglecta (*Mn*) aus dem Schnitt der Fig. 60 stark vergrößert. R. S., Häkalaun-Eosin. Z.Oc., Obj. 7a, Tubl. 20 cm.

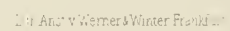




Tafel XII.

## Tafel XII.

- Fig. 61. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 49. Sagittalschnitt durch den rechten Vorhof in der Region beider Labyrinthfenster. Ductus reuniens (*Dr*) längsgetroffen. R. S., Hämalun-Eosin. Z.Oc., Obj. 1, Tubl. 20. cm.
- „ 62. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 49. Sagittalschnitt durch den Vorhof in der Höhe des Vorhofblindsackes (*Cv*) und beider Labyrinthfenster. R. S., Hämalun-Eosin. Z.Oc., Obj. 1. Tubl. 20 cm.
- „ 63. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 49. Sagittalschnitt durch den Anfangstheil der Pars basilaris (*Pb*). R. S., Hämalun-Eosin. In Folge einer Blutung erscheint der perilymphatische Raum, die Scala vestibuli, von einem Coagulum erfüllt. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 20 cm.
- „ 64. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 49. Seitlicher Sagittalschnitt durch den Schädel im Niveau des Bulbus oculi. Uebersichtsbild des Lageverhältnisses der Labyrinthkapsel zur Umgebung. Die knorpeligen Theile des Schädels blau. R. S., Hämalun-Eosin. Vergr. 15:1 lin.
- „ 65. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 49. Sagittalschnitt durch den mittleren Theil der Pars basilaris. In der Scala vestibuli (*Sv*) ein Blutcoagulum. R. S., Hämalun-Eosin. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 15 cm.





## Tafel XIII.

### Tafel XIII.

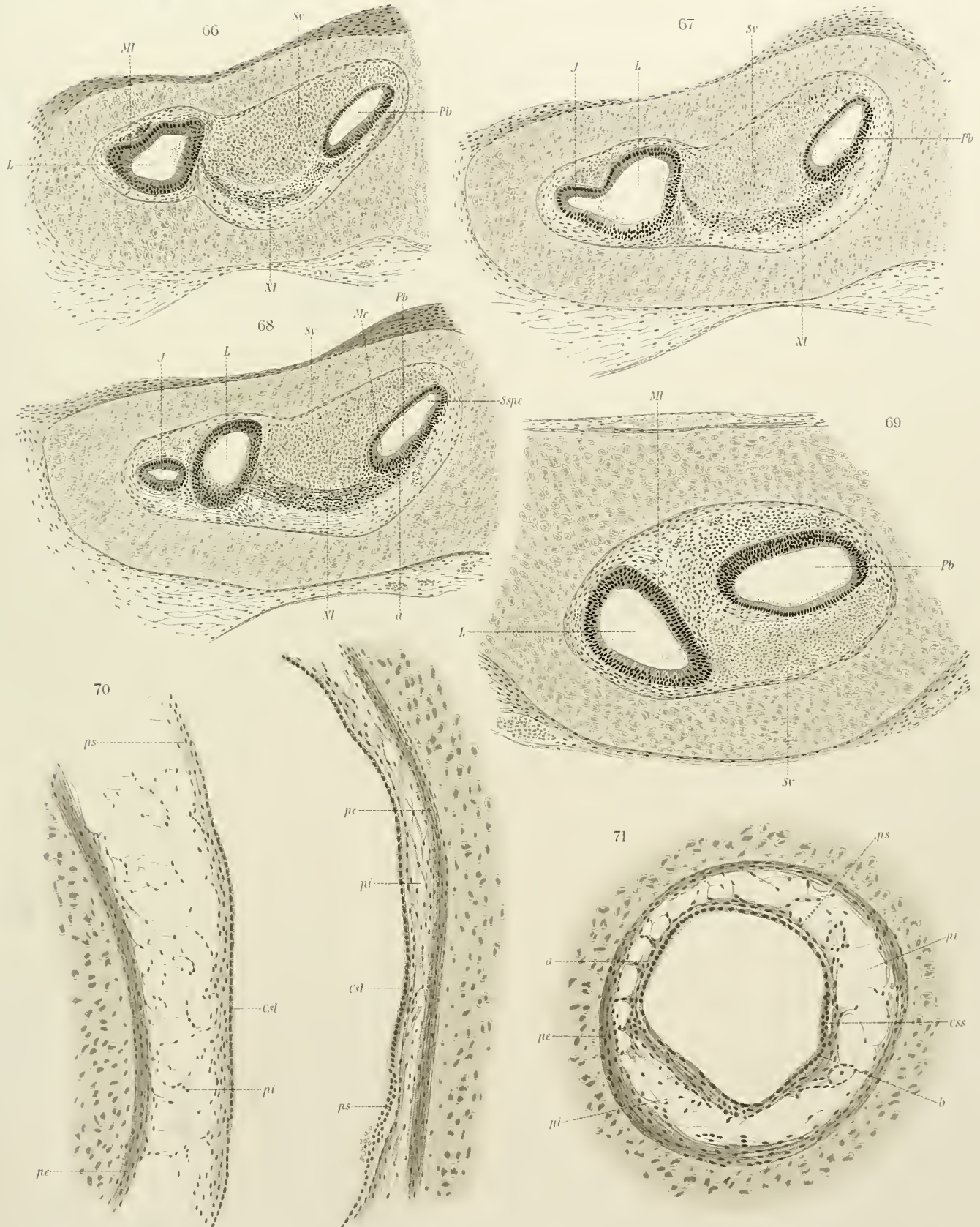
Figg. 66—69. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 49. Sagittalschnitte durch den distalen Theil der Pars inferior des Labyrinthes.

Die Figurenfolge von No. 66—69 veranschaulicht den Uebergang des Isthmus lagenae (*I*) in die Lagena (*L*). Die perilymphatischen Räume (*Sp*) von einem Blutcoagulum gefüllt. R. S., Hämalan-Eosin. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 15 cm.

Fig. 70. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Längsschnitt durch den lateralen Bogengang. R. S., Hämalan-Eosin. Z.Oc., Obj. 5, Tubl. 15,5 cm.

„ 71. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Querschnitt durch den oberen Bogengang: *a* Convexität, *b* Concavität des Bogenganges. R. S., Hämalan-Eosin. Z.Oc., Obj. 5, Tubl. 17,5 cm.

---





Tafel XIV.

### Tafel XIV.

- Fig. 72. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Frontalschnitt durch den hinteren Bogengang (*Csi*) und den Saccus endolymphaticus (*Se*). R. S., Häkalaun-Eosin. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 16,5 cm.
- „ 73. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Frontalschnitt durch den Sinus utricularis superior (*Sus*). R. S., Häkalaun-Eosin. Z.Oc., Obj. 5, Tubl. 20 cm.
- „ 74. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Frontalschnitt durch die obere Ampulle. R. S., Häkalaun-Eosin. Z.Oc., Obj. 5, Tubl. 20 cm.
- „ 75. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Frontalschnitt durch die längsgetroffene, laterale Ampulle und die Crista ampullaris lateralis (*Cal*). R. S., Häkalaun-Eosin. Z.Oc., Obj. 5, Tubl. 17,5 cm.
-

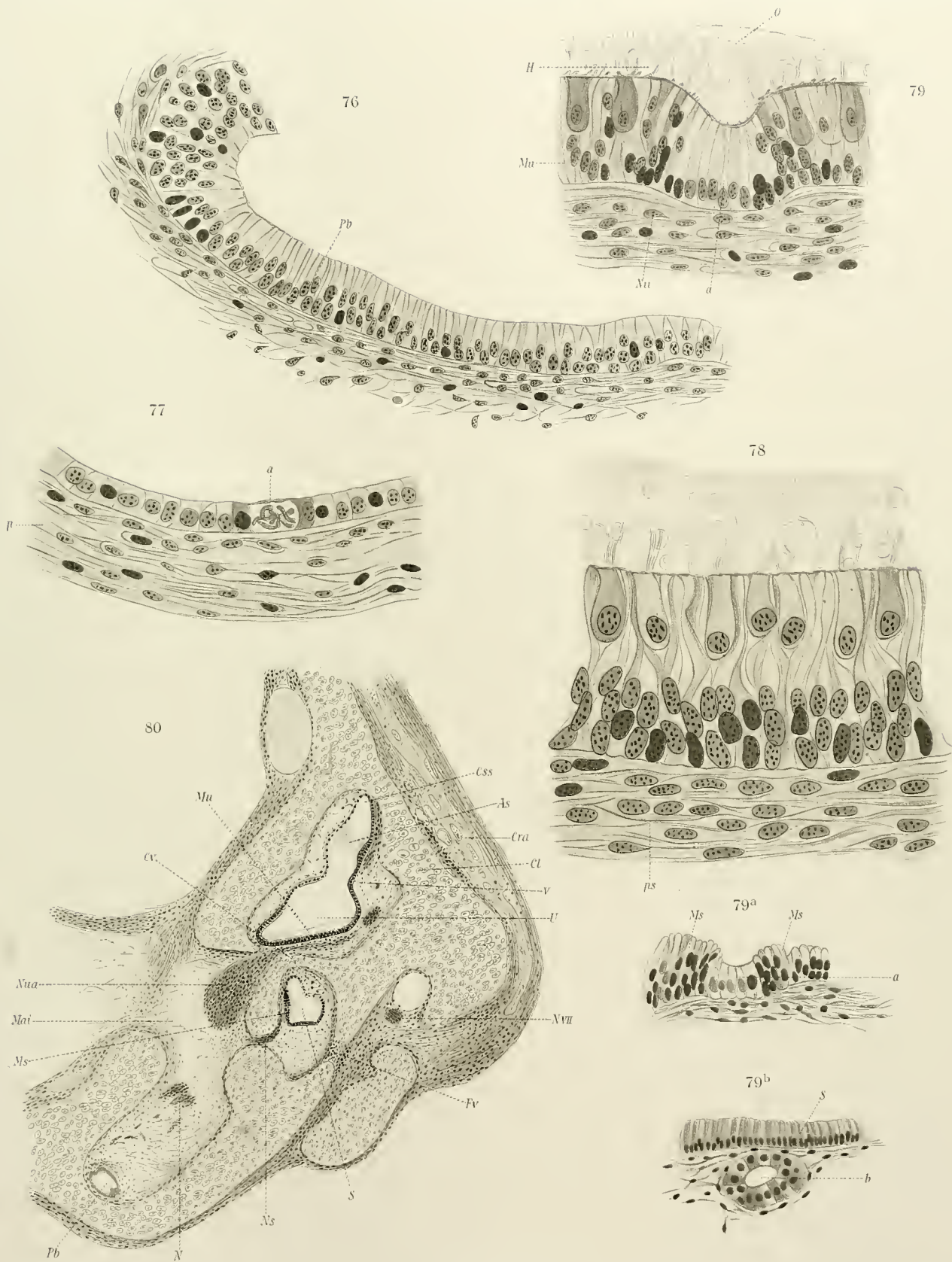




Tafel XV.

## Tafel XV.

- Fig. 76. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Epithelwand des Vorhofendes der Pars basilaris. R. S., Hämalun-Eosin. Z.Oc., Obj. 6, Tubl. 15,5 cm.
- „ 77. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Epithelwand des Sacculus mit Kerntheilungsfigur. R. S., Hämalun-Eosin. Z.Oc., Obj. 7a, Tubl. 20 cm.
- „ 78. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Verticalschnitt durch die Macula sacculi. R. S., Hämalun-Eosin. Z.Oc., Obj.  $\frac{1}{12}$  Oel-Immers., Tubl. 15 cm.
- „ 79. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Atypischer Stützzellhaufen (a) in der Macula utriculi. R. S., Hämalun-Eosin. Z.Oc., Obj. 8a, Tubl. 20 cm.
- „ 79a. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Atypischer Stützzellhaufen (a) in der Macula sacculi. L. S., Hämalun-Eosin. Z.Oc., Obj. 6, Tubl. 20 cm.
- „ 79b. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Querschnitt durch eine subepitheliale Epithelkugel mit centralem Lumen (b) in der Nähe der Macula sacculi. R. S., Hämalun-Eosin. Z.Oc., Obj. 7a, Tubl. 15 cm.
- „ 80. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Frontalschnitt durch das Ohrlabyrinth in der Höhe der Crista vestibuli (Cv) und des Meatus auditorius internus (Ma). R. S., Hämalun-Eosin 25 : 1 lin. (LEITZ'sche Camera).



C. Beck del.

Verz. g. von Gustav Fischer in Jena.

Original von W. S. Semon, 1894.

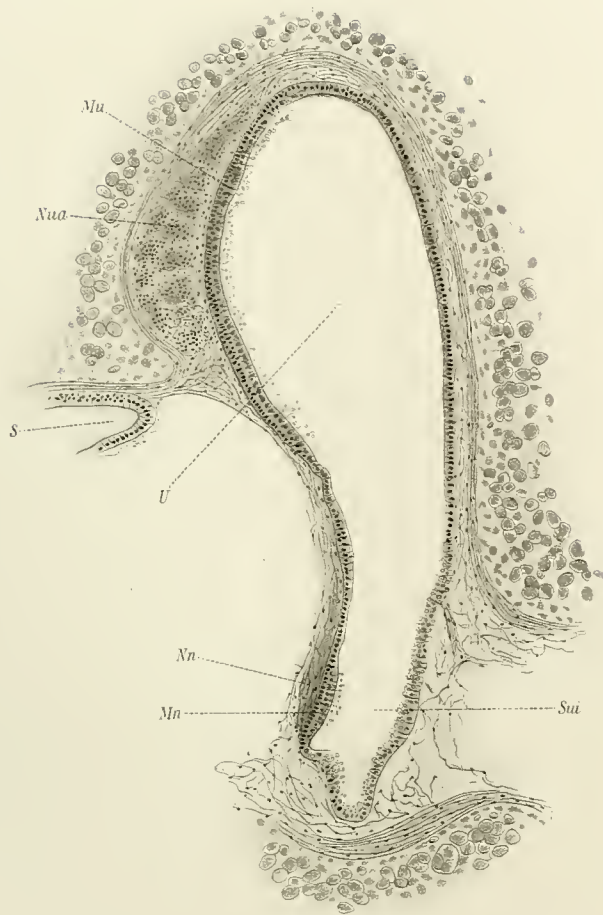


## Tafel XVI.

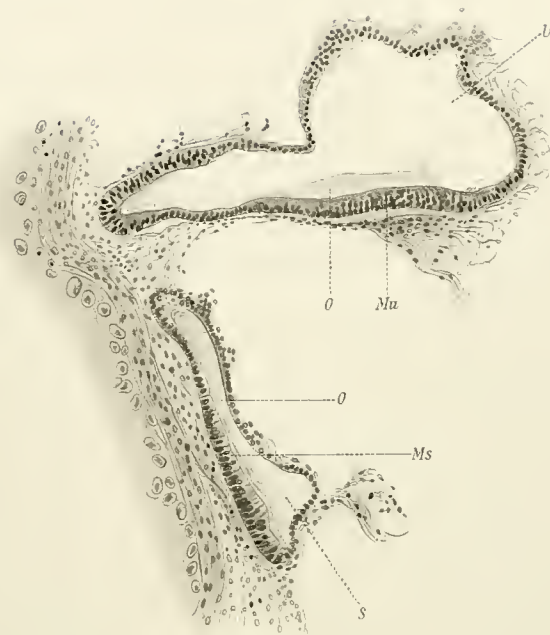
## Tafel XVI.

- Fig. 81. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Längsschnitt durch den Utriculus (*U*) und den Sinus utricularis inferior (*Sui*) mit der Macula neglecta (*Mn*). L. S., Hämalan-Eosin. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 15 cm.
- „ 81a. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Frontalschnitt durch die beiden Vorhofsäcke. R. S., Hämalan-Eosin. Z.Oc., Obj. 4, Tubl. 15 cm.
- „ 90. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Sagittalschnitt. Querschnitt durch den Isthmus basilaris. L. S., Hämalan-Eosin. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 20 cm.
- „ 90a. Beuteljunge von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Sagittalschnitt. Querschnitt durch den Isthmus basilaris mit atypisch gehäuften Stützzellen. L. S., Hämalan-Eosin. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 20 cm.

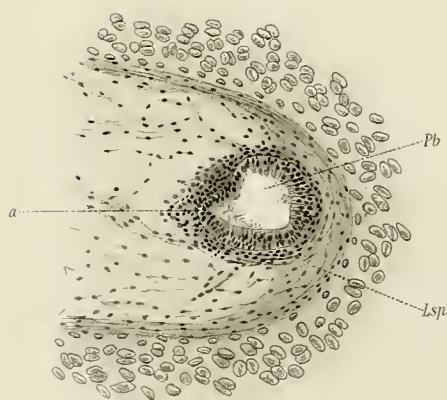
81



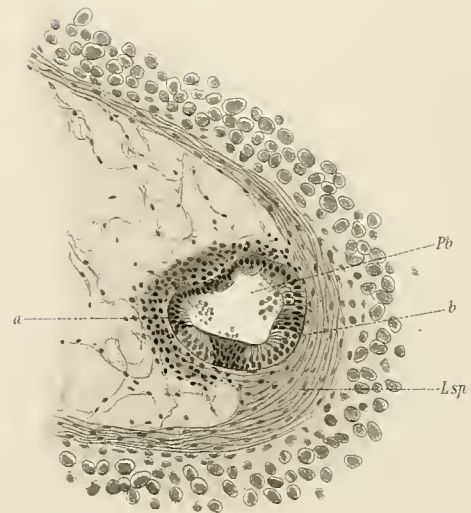
81<sup>a</sup>



90



90<sup>a</sup>

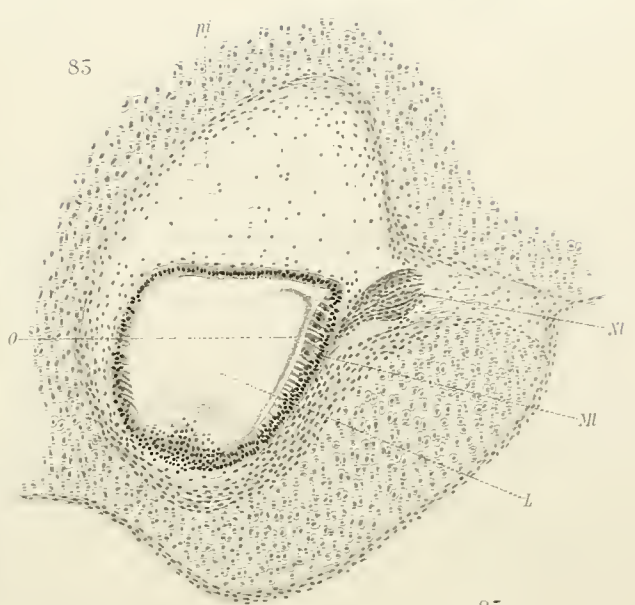
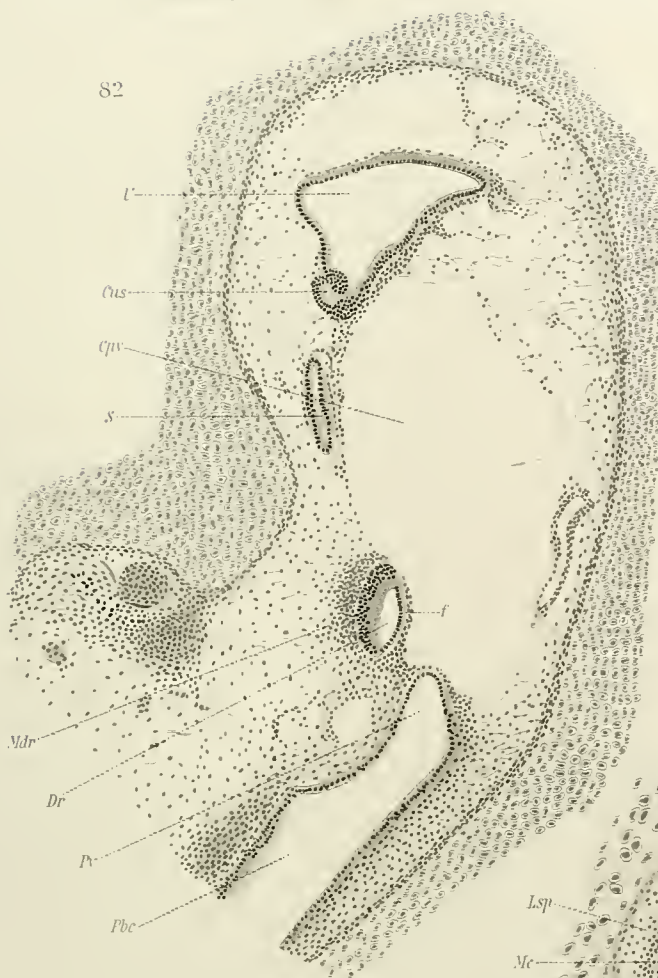




## Tafel XVII.

## Tafel XVII.

- Fig. 82. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Frontalschnitt durch den unteren Theil des Vorhofes. Querschnitt durch den Ductus reuniens (*Dr*). Der Vorhoftheil der Pars basilaris (*Pb*) ist nach der Länge getroffen. Anlage einer Nervenendstelle (*Mdr*) im Ductus reuniens. R. S., Hämalalaun-Eosin. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 17,5 cm.
- „ 83. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Frontalschnitt durch die Lagena mit der Macula lagenae (*Ml*). R. S., Hämalalaun-Eosin. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 20 cm.
- „ 84. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Frontalschnitt durch die Lagena (*L*) und Macula lagenae (*Ml*). R. S., Hämalalaun-Eosin. Z.Oc., Obj. 4, Tubl. 17,5 cm.
- „ 85. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Sagittalserie. Querschnitt aus dem mittleren Theil der Pars basilaris.  $\alpha$  = axialer Winkel am Uebergang der hinteren unteren (*Mb*) in die hintere obere (*Mv*) Wand des häutigen Basilarkanales. L. S., Hämalalaun-Eosin. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 20 cm.
- „ 86. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Sagittalserie. Querschnitt durch den distalen Theil der Pars basilaris. L. S., Hämalalaun-Eosin. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 20 cm.





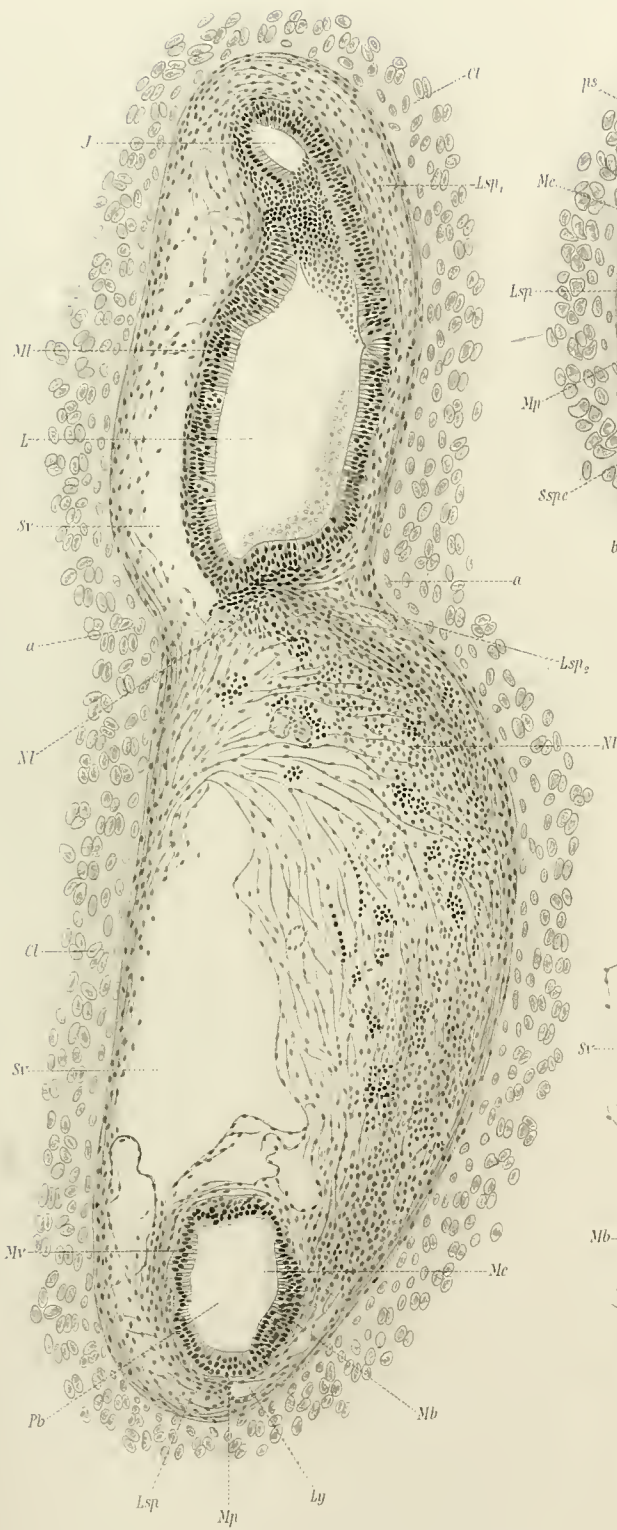
Tafel XVIII.

## Tafel XVIII.

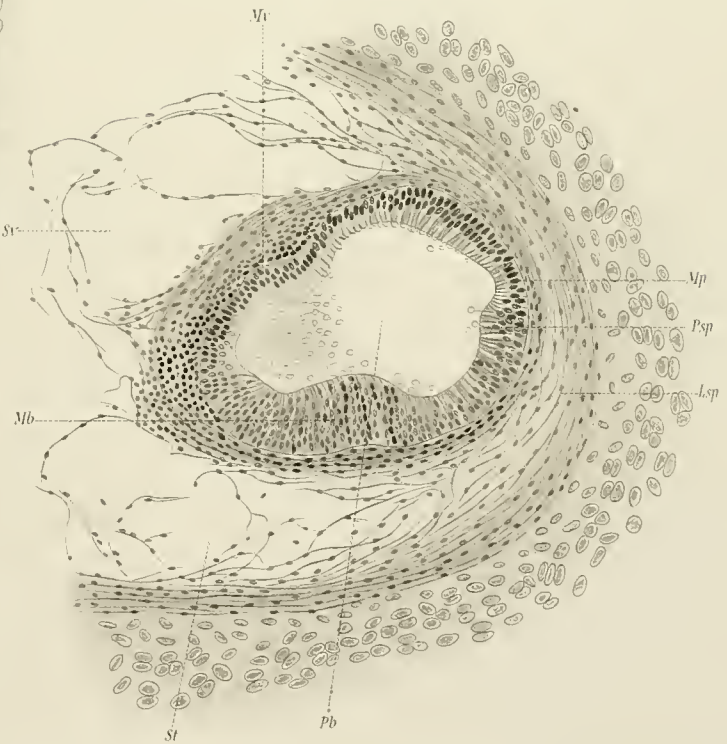
- Fig. 87. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Sagittalserie. Querschnitt der Pars basilaris mit der Anlage der Papilla basilaris (*Ppb*) aus dem mittleren Theil dieses Kanals. L. S., Häkalaun-Eosin. Z.Oc., Obj. 5, Tubl. 18 cm.
- „ 88. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Sagittalserie. Querschnitt durch die Pars basilaris kurz vor dem Isthmus lagenae. L. S., Häkalaun-Eosin. Z.Oc., Obj. 5, Tubl. 18 cm.
- „ 89. Beuteljunges von *Echidna aculeata*, Stadium 51. Sagittalserie. Querschnitt durch die Pars basilaris (*Pb*), den Isthmus lagenae (*I*) und die Lagena (*L*) sammt der umgebenden Knorpelkapsel. L. S., Häkalaun-Eosin. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 20 cm.
-

89

87



88





## Tafel XIX.

## Tafel XIX.

- Fig. 91. *Echidna aculeata* von 42 mm Kopflänge. Frontalserie. Querschnitt durch den oberen Bogengang. L. S., Hämalan-Eosin. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 20 cm.
- „ 92. *Echidna aculeata* von 42 mm Kopflänge. Frontalserie. Längsschnitt durch den lateralen Bogengang. L. S., Hämalan-Eosin. Z.Oc., Obj. 1, Tubl. 20 cm.
- „ 93. *Echidna aculeata* von 42 mm Kopflänge. Epithelwand des Utriculus von der Fläche. L. S., Hämalan-Eosin. Z.Oc.,  $\frac{1}{12}$  Oel-Immers., Tubl. 20 cm.
- „ 94. *Echidna aculeata* von 42 mm Kopflänge. Frontalserie. Verticalschnitt durch den centralen Theil der Macula sacculi. L. S., Hämalan-Eosin. Z.Oc., Obj. 8, Tubl. 20 cm.
- „ 94a. *Echidna aculeata* von 42 mm Kopflänge. Verticalschnitt durch die Macula neglecta. R. S., Hämalan-Eosin. Z.Oc., Obj. 4, Tubl. 20 cm.
- „ 95. *Echidna aculeata* von 42 mm Kopflänge. Frontalschnitt durch das Labyrinth in der Höhe der Macula sacculi (*Ms*), des Nervus saccularis (*Ns*) und des Ganglion vestibulare inferius (*Gvi*). L. S., Hämalan-Eosin. Z.Oc., Obj. 1, Tubl. 15 cm.
-





Tafel XX.

## Tafel XX.

- Fig. 96. *Echidna aculeata* von 42 mm Kopflänge. Frontalschnitt durch das innere Ohr in der Höhe der Fenestra vestibuli und des Steigbügels (*Sta*). L. S., Hämalan-Eosin. Z.Oc., Obj. 1, Tubl. 15 cm.
- „ 97. *Echidna aculeata* von 42 mm Kopflänge. Sagittalschnitt durch das innere Ohr in der Höhe der Fenestra basilaris. R. S., Hämalan-Eosin. Z.Oc., Obj. 1, Tubl. 15 cm.
- „ 98 u. 99. *Echidna aculeata* von 42 mm Kopflänge. Frontaler Durchschnitt durch den Sacculus und Ductus reuniens. Cubischer (*a*) und cylindrischer Epithelstreifen im oberen Theile des Ductus reuniens. Die Macula sacculi ist im Schnitt schief getroffen. L. S., Hämalan-Eosin. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 15 cm.
-





Tafel XXI.

## Tafel XXI.

- Fig. 100. *Echidna aculeata* von 42 mm Kopflänge. Sagittalserie. Schnitt durch den Basilarkanal, die Lagena (nach Endigung der Scalen) und den inneren Gehörgang. R. S., Hämalaun-Eosin. Z.Oc., Obj. 1, Tubl. 15 cm.
- „ 101. *Echidna aculeata* von 42 mm Kopflänge. Sagittalserie. Medial vom Schnitt der Fig. 100 gelegener Nachbarschnitt durch den knorpeligen Tractus spiralis foraminosus (*Tspf*), den Basilarkanal und die Lagena im Niveau der noch vorhandenen Scala vestibuli (*Sv*). R. S., Hämalaun-Eosin. Z.Oc., Obj. 1, Tubl. 15 cm.
- „ 100a. *Echidna aculeata* von 42 mm Kopflänge. Sagittalserie. Verticalschnitt durch eine Partie der Maculi sacculi mit atypischer Anhäufung von Stützzellen unter Bildung einer drüsenanlagen-ähnlichen, grubigen Einsenkung (*b*) an der Lumenfläche der Epithels. R. S., Hämalaun-Eosin. Z.Oc., Obj. 7a, Tubl. 15 cm.
-





## Tafel XXII.

## Tafel XXII.

- Fig. 102. *Echidna aculeata* von 42 mm Kopflänge. Frontalserie. Querschnitt durch das Caecum vestibulare (Cv). L. S., Hämalan. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 15 cm.
- „ 103. *Echidna aculeata* von 42 mm Kopflänge. Frontalserie. Durchschnitt durch den mittleren Theil der Pars basilaris. L. S., Hämalan-Eosin. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 17,5 cm.
- „ 104. *Echidna aculeata* von 42 mm Kopflänge. Frontalserie. Durchschnitt durch den distalen Theil der Pars basilaris. Lymphraum (a) im Ligamentum spirale. L. S., Hämalan-Eosin. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 17,5 cm.
- „ 104a. *Echidna aculeata* von 42 mm Kopflänge. Frontalserie. Radialer Durchschnitt durch die Papilla basilaris im mittleren Theil der Pars basilaris. L. S., Hämalan-Eosin. Z.Oc., Obj. 7a, Tubl. 15 cm.



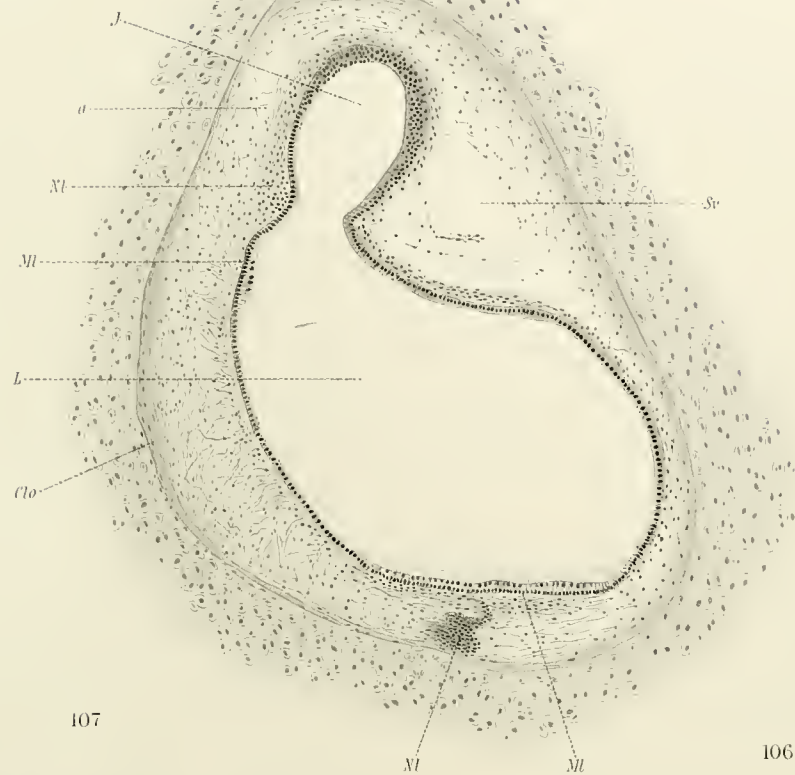


## Tafel XXIII.

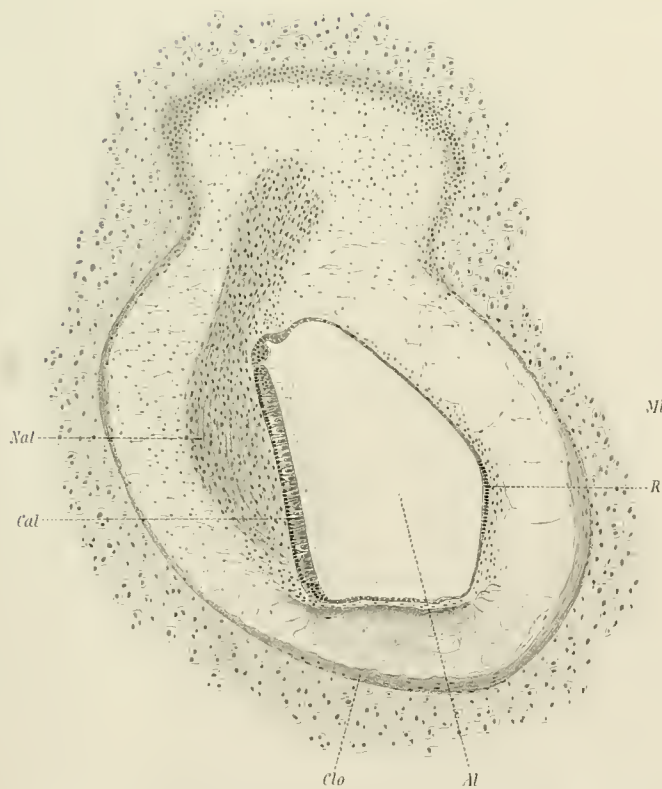
### Tafel XXIII.

- Fig. 105. *Echidna aculeata* von 42 mm Kopflänge. Sagittaler Durchschnitt durch den Isthmus lagenae (I) und die Lagna im Niveau der noch vorhandenen Scala vestibuli. R. S., Hämalaun-Eosin. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 15 cm.
- „ 106. *Echidna aculeata* von 42 mm Kopflänge. Sagittaler Durchschnitt durch die Lagna in der Höhe der grössten Längsausdehnung der Macula lagenae. R. S., Hämalaun-Eosin. Z.Oc., Obj. 3, Tubl. 15 cm.
- „ 107. *Echidna aculeata* von 42 mm Kopflänge. Frontalschnitt durch die laterale Ampulle und die Crista ampullaris lateralis. Cupula nicht erhalten. L. S., Hämalaun-Eosin. Z.Oc., Obj. 1, Tubl. 20 cm.
-

105



107



106

