I. ANATOMISCHE LEHRKANZEL IN WIEN.

DIE
ENTWICKELUNG DES GECKOLABYRINTHES.

(EIN BEITRAG ZUR ENTWICKELUNG DES REPTILIENLABYRINTHES).

VON
JULIUS FLEISSIG,
WIEN.

Mit 21 Figuren auf Tafeln 1/7 und 16 Figuren im Text.

Einleitung.

Das Labyrinth der Reptilien ist seit Geoffroy und Comparetti Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen. Bestimmend hierfür mag vor allem der Umstand gewesen sein, dass sich bei dieser Klasse, wie Retzius betont, eine stufenweise Entwicklung der Pars und Papilla basilaris von einer einfachen, an die niederen Amphibien anschliessenden bis zur hochentwickelten, zu den Vögeln und Säugern hinüberleitenden Gestalt deutlich verfolgen lässt. Für die späteren Autoren kam noch hinzu, dass zwar von den Reptilien aufwärts eine kontinuierliche Entwicklung des Labyrinthes leicht zu erkennen und die Homologie der einzelnen Labyrinthabschnitte mit denen der Vögel und Säuger unzweideutig war; dass sich aber trotz der ausgedehnten Untersuchungen von Hasse, Kühn und Retzius, zum Teil vielleicht auch infolge derselben, ein ebenso klarer Übergang von den Amphibien her nicht konstruieren liess. Es gilt dies namentlich von der Pars inferior labyrinthi, die bei den Reptilien zum erstenmal einen gut abgrenzbaren, durch den Hensenschen Kanal mit dem Sacculus verbundenen Schneckenteil aufwies. Auch verwirrte anfangs das neuerliche Auftreten einer Nervenendstelle im Utriculus, und die Frage nach der Identität derselben, mit der bei den Fischen gleichliegenden, bei Amphibien aber im Canalis utr.-sacc. oder gar im Sacculus gelegenen, war einige Zeit strittig. Retzius schliesst daher das Labyrinth der Reptilien oder besser Proreptilien an das der Posturodelen an, die Anuren ausschaltend, die er in eine Seitenlinie verweist.

Unter Verwerfung der bis dahin geltenden Anschauungen wendete sich neuerdings Alexander gegen die Homologie der Amphibien- und Sauropsiden-Säugerlagena, indem er, ausgehend von der Beobachtung eines auffallenden Epithelstreifens im Ductus reuniens von Caviaembryonen, die eine als Lagena sacculi zum Hensenschen Kanal in Beziehung setzte und von ihr die Lagena cochleae als phylogenetisches Novum scharf unterschied.

Die schwierigen und vielfach ungeklärten Verhältnisse, die hier zweifellos vorliegen, fordern entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen geradezu heraus; erst mit ihrer Hilfe kann die vergleichende Anatomie die vollständige Aufklärung angenommener Übergänge, die sichere Entkräftung irriger Hypothesen und schliesslich die Aufstellung eines lückenlosen Stammbaumes des Labyrinthes erreichen.

Wenn man sich aber nach derartigen Untersuchungen in der Literatur umsieht, so muss ihre geringe Zahl — nicht nur in der Ordnung der Reptilien — überraschen. Es sind nur Rathkes Entwicklungsgeschichte der Natter, der Schildkröte und der Krokodile, die Entwicklungsgeschichte der Reptilien von C. K. Hoffmann (in Bronns Tierreich) und die Inauguraldissertation von A. Rabinowitsch über die Labyrinthentwicklung von *Emys europaea* zu nennen. Dabei kann von der Krokodilierarbeit Rathkes, die nach dem Tode des Verfassers von Wittich (27) herausgegeben wurde, deshalb abgesehen werden, weil er nur bei einem einzigen schon etwas vorgeschrittenen Alligator das Gehörorgan untersuchte; er konnte an diesem Embryo die Existenz einer *Recessus lab.* nicht nachweisen. Etwas ausführlicher sind die Angaben über das Schildkrötenohr; aber auch sie betreffen ausser der kurzen Beschreibung eines noch undifferenzierten Ohrbläschens vielmehr organologische als embryologische Beobachtungen. Von umso grösserer Bedeutung ist die Entwicklungsgeschichte der Natter, deren Er-

gebnisse eingehend nur deshalb nicht zitiert zu werden brauchen, weil sie schon wiederholt, besonders ausführlich von F. Netto, dargestellt wurden. Nur muss immer wieder betont werden, dass Rathke es war, der in dieser Arbeit als erster, entgegen den damals herrschenden Vorstellungen die Entstehung der halbzirkelförmigen Kanäle aus Ausfaltungen des Ohrbläschens richtig erkannte, was umso bewundernswerter erscheinen muss, als er bei dem damaligen Stande der Technik seine Ansichten nicht aus Schnittserien gewinnen konnte. Die irrigte Meinung, dass es drei Bogentaschen gäbe, stellte Böttcher (6) später richtig. Ein sehr wesentlicher Irrtum Rathkes, den er mit Bischoff und v. Baer teilte, war die Behauptung, dass das Hörbläschen mit dem Gehirn in einem Zusammenhang stehe, dessen deutliche Beschreibung als ein »grosses, rundes Loch« die Annahme, dass es sich um ein Artefact gehandelt habe, scheinbar ausschliesst. Überdies beschreibt er dasselbe, wenn auch etwas unbestimmter bei der Schildkröte: »Von der Höhle des Hinterhirnes oder des späteren verlängerten Markes führte, wie es allen Anschein hatte, eine kleine Öffnung in jedes Ohrbläschen«. Die Abbildung, auf die er dabei verweist (Tab. 2, Fig. 4 d), zeigt diese Öffnung, deren Durchmesser dem des Augenstieles nicht nachsteht, und macht eine Verwechslung mit der Anlage des Recessus lateralis ventriculi quarti unwahrscheinlich. Es sei noch darauf hingewiesen, dass Rathke der Ductus reuniens bei der Natter und den Schildkröten als Kanal, wie sowohl aus seiner Beschreibung als auch aus seinen Abbildungen hervorgeht, wohl bekannt war. (Aus einem missglückten Luft-eintreibungsexperiment schloss er, dass eine Kommunikation der Schnecke mit dem Sacculus nicht bestehe.) Den Ductus endolymphaticus hält er für eine Ausstülpung des Sacculus und spricht der erwachsenen Schildkröte eine derartige Bildung überhaupt ab.

Die Angaben, die C. K. Hoffmann (12) über die Entwicklung

des Reptilienohres macht, sind — soweit das häutige Labyrinth in Betracht kommt — sehr schematisch. Hervorzuheben ist die Stelle, wo er über den Ductus endolymphaticus spricht, obwohl sie etwas unsicher abgefasst ist: »Auch dann, wenn das Gehörbläschen sich vollständig geschlossen hat, liegt die Schliessungsstelle der Epidermis so eng an, dass es schwer zu entscheiden ist, ob beide hier sich schon von einander getrennt haben oder noch zusammenhängen. Bei älteren Embryonen rückt das Gehörsäckchen ventralwärts, bleibt aber dorsalwärts mit der Epidermis durch eine stielartige Verlängerung in unmittelbarer Berührung. Diese Verlängerung ist die Anlage des Labyrinthanhanges«. Er beobachtete ferner bei einem Embryo einen dünnen Nervenast, der vom Ganglion cochleare abzweigend scheinbar nach der Wand des innerhalb des knorpligen Labyrinthes verlaufenden Teiles des Ductus endol. sich begibt, an späteren Stadien aber wieder verschwunden ist. Dieser Befund verdient schon deshalb besondere Beachtung, weil ihm ein gleicher Alexanders gegenübersteht, den dieser Autor bei Beuteltungen von *Echidna aculeata* erhoben hat; er sagt dort: »Anscheinend erstrecken sich Nervenfasern des Nervus utricularis zu dieser Neuroepithelanlage im Ductus (endolymph.)«. Es wird an anderer Stelle Gelegenheit sein, darauf zurückzukommen.

Die Arbeit von Rabinowitsch (24) über die Labyrinthentwicklung von *Emys europaea* ist rein morphologisch. In der Frage des Ductus endol. stimmt er vollständig mit dem überein, was Krause (15) darüber bei anderen Reptilien beobachtet hat. Er fand sogar in einem Stadium, in welchem der Duct. endol. bereits so stark entwickelt ist, dass man glauben könnte, »dass alle übrigen Teile des kleinen Organes aus dem Duct. endol. entstanden wären und nicht vice versa«, eine offene Mündung des Recessus labyrinthi an der Körperoberfläche. Rabinowitsch spricht weiter die Vermutung aus, dass das häutige Labyrinth nicht rein epidermoidalen Ursprunges ist, sondern dass auch

das Nervenrohr Baumaterial dafür abgibt und verweist auf Kuppfer, der ähnliches für *Petromyzon* angibt. Er fand ferner in einigen Stadien »einen noch wenig bekannten Anhang, der offenbar mit der äusseren Ampulle in Verbindung steht«; er schreibt darüber:» Hoffmann hat offenbar dieselbe Bildung bei den Embryonen von *Lacerta agilis* in jungen Entwicklungsstadien gesehen. Er beschreibt sie da als blinddarmförmige Verlängerung der *Ampulla horizontalis*«. Eine solche Angabe kommt bei Hoffmann in Bronns Handbuch nicht vor; Rabinowitsch scheint sie mit der folgenden, auf pag. 2014 befindlichen zu verwechseln: »Gleichzeitig nun, dass die drei halbzirkelförmigen Kanäle zur Ausbildung kommen, entwickelt der *Sacculus sphaericus* eine blinddarmförmige Verlängerung, welche die Anlage der Schnecke darstellt«. Der Autor betont ferner die offene Kommunikation von *Sacculus* und *Cochlea* (mit Rücksicht auf das erwähnte Experiment Rathkes) und fügt am Schlusse einen Vergleich seines letzten, noch nicht ganz reifen, aber schon sehr vorgeschrittenen Stadiums mit dem von G. Retzius (29) geschilderten bei, woraus er dann folgert, dass das Labyrinth im postembryonalen Leben noch Veränderungen durchmacht.

Die vorliegende Untersuchung der Entwicklung des Geckolabyrinthes habe ich über Aufforderung des Herrn Professor Tandler unternommen. Zunächst war es meine Aufgabe, an der Hand von Plattenmodellen, die möglichst charakteristische Stadien der Labyrinthentwicklung festhalten sollten, ein deutliches Bild von der Morphogenese des häutigen Labyrinthes vom Gecko (*Platydictylus mauretanicus*) zu geben. Obwohl der Gecko im Bau der übrigen Organe wahrscheinlich ein Vertreter ursprünglicher Reptilien ist, — näheres darüber s. bei Tandler und Kantor: »Die Entwicklungsgeschichte des Geckogehirnes« — muss sein Gehörorgan, wie auch Retzius betont, den hochentwickelten Reptilienlabyrinthen zugerechnet werden. Deshalb war auch der morphologische Teil der Arbeit durch die Publikation von Rabi-

nowitsch nicht überflüssig geworden, da ja das Labyrinth der Schildkröte dem niedrigsten Reptilientypus angehört.

Durch ein eingehendes Studium der Literatur auf die derzeit noch strittigen Fragen in der Labyrinthentwicklung aufmerksam gemacht, habe ich mir vorgenommen, auch diese in den Kreis der Untersuchung einzubeziehen. Diese Fragen betreffen die Homologie des Duct. endol., ferner die Beobachtung zweier Maculae neglectae durch P. und F. Sarasin (32) und schliesslich die Alexandersche Hypothese von der phylogenetischen Bedeutung des Ductus reuniens; namentlich was diesen letzteren betrifft, war das Studium der betreffenden Verhältnisse bei den Reptilien von nicht zu unterschätzender Bedeutung.

Bei Gelegenheit dieser histogenetischen Untersuchungen fand ich eine auffallende Epithelbildung im Utriculus, die ich auch bei den Säugern nachweisen konnte. Ich werde darauf am Schlusse der Arbeit mit einigen Worten zu sprechen kommen¹⁾.

Die Arbeit gliedert sich in zwei Teile; es werden im ersten die Stadien morphologisch und kurz histologisch beschrieben und im zweiten die Ergebnisse der Untersuchung zusammengestellt werden.

Herrn Hofrat Zuckerkandl, der meine Arbeit mit warmem Interesse förderte und mich jederzeit mit Rat und Tat unterstützte, sage ich meinen aufrichtigsten Dank. Desgleichen bin ich Herrn Prof. Tandler, der mir auch sein zahlreiches Geckomaterial in liebenswürdigster Weise überliess, sowie Herrn Professor Dr. Grosser für ihre stets bereitwillige Unterstützung und Unterweisung, die mir die Ausführung der Arbeit überhaupt erst ermöglichten, zum grössten Dank verpflichtet.

¹⁾ Wie ich später sah, ist diese Stelle schon von Denis (7) bei Vesper-tilionen beschrieben worden.

I. Stadienbeschreibung.

Stadium 1¹⁾. (Embryo α).

(Figuren 1 u. 2 auf Tafel 1).

»Der Embryo ist stark eingerollt, ca. 2 mm lang und entspricht dem Stadium 60, mit der Petersschen Normentafel der Eidechse verglichen. Neuroporus anterior geschlossen; Riechfeld nicht scharf abgesetzt. Primäre Augenblasenausstülpung; Linsenanlage als Ectodermverdickung« [T. u. K.²⁾] Das Gehörorgan ist im Stadium der Hörgrube, die ausschliesslich von der Grundsicht des Ektoderms gebildet wird; die Deckschicht zieht glatt über sie hinweg. Die mediale Hörbläschenwand stösst hart an das Gehirn an; man kann auch nicht die Spur eines trennenden Mesodermstreifens erkennen; ja die Raumbeengung geht soweit, dass sich die an diesem Gehirn sehr schön ausgebildete Neuromerie deutlich dem Hörbläschen aufprägt (Fig. 1). Die Öffnung desselben befindet sich nicht in der Mitte seiner lateralen Wand, sondern nimmt die obere Hälfte derselben ein; eine obere Lippe gibt es hier demnach nicht; die untere Lippe (Fig. 2. L.) ragt etwas über die halbe Höhe des vertikalen Bläschendurchmessers hinauf. Es liegt also auch hier ein exzentrischer Verschluss des Hörbläschens vor (Poli, Krause, Röthig und Brugsch etc.). Man nimmt allgemein an, dass er durch überwiegend starkes Wachstum des unteren Öffnungsrandes zustande kommt, während die dorsale Lippe entweder überhaupt nicht angelegt oder nur sehr schwach ausgebildet wird. Ein Vergleich der Mitosenanzahl im oberen Öffnungsrand mit der im unteren vorhandenen ergibt tatsächlich,

¹⁾ Sämtliche Modelle wurden vom linken Gehörorgan angefertigt.

²⁾ Soweit ich dieselben Embryonen benutzt habe wie Tandler und Kantor in ihrer „Entw. d. Geckogehirns“ (34), habe ich die allgemeine Beschreibung der angeführten Arbeit entnommen.

dass im ersteren fast gar keine Kernteilungsfiguren, in letzterem dagegen 1—2 in jedem Schnitte vorkommen.

Interessant ist die relativ weit vorgeschrittene Modellierung des noch so weit offenen Bläschens. Vor allem fällt die scharfe Abknickung (Fig. 1, A.) der hinteren Wand auf; wie der Vergleich mit den folgenden Modellen ergibt, gehört dieser Vorsprung der hinteren Bogentasche an, deren ampulläres Ende er vorstellt. Von hier fällt die hintere Wand ganz allmählich zum unteren Pol des Bläschens ab. Weniger charakteristisch ist die vordere Wand; aber auch sie zeigt eine kleine Ausbauchung (Fig. 1, B.), die sich in gleicher Weise auf dem Modell des rechten Gehörorganes findet und dem Ampullenabschnitt der vorderen und horizontalen Bogentasche entspricht. Es verdient hervorgehoben zu werden, dass die beiden Ausstülpungen nicht in einer Horizontalebene liegen, sondern dass die vordere etwas tiefer liegt, entsprechend dem Umstand, dass beim Erwachsenen die Ampullen des vorderen und lateralen Bogenganges um ein beträchtliches tiefer gelegen sind, als die des hinteren Bogenganges. Die vordere Begrenzung des unteren Bläschenabschnittes (Fig. 1, C.) — der wohl, wie die Serie der folgenden Modelle lehrt, dem cochlearen Teil entspricht — ist steiler als die hintere. An der oberen Hälfte des Bläschens (Fig. 1) zeigt die Linie ab den Bereich des Ductus endolymphaticus an.

Das Organ misst in diesem Stadium im Längsdurchmesser 0,13 mm, im Querdurchmesser (Verbindung der Ampullen) 0,17 mm¹⁾; das Epithel ist in dem oberen Teil des Bläschens 30 μ , in dem unteren 45 μ hoch; es ist dreireihig; die Kerne lassen eine schmale, dem Lumen zugewendete Zone frei. In dieser befinden sich immer die Mitosen.

¹⁾ Diese Maße stimmen ziemlich gut mit denen von Krause (16) überein.

Stadium 2. (Embryo 1).

(Figuren 3 und 4 auf Tafel 1).

Der Embryo ist stark eingerollt, etwas über 2 mm lang und entspricht dem Stadium 65, mit der Petersschen Normentafel der Eidechse verglichen. Das Linsenbläschen ist abgeschnürt.

Das Hörbläschen ist vollkommen geschlossen. Etwa 40 μ unterhalb der Spitze steht es mit dem Ektoderm durch eine Zellmasse in Verbindung. Doch kann nicht behauptet werden, dass diese Brücke, die vielleicht bloss dichter gefügtes Mesoderm ist, kontinuierlich in die laterale Wand des Bläschens übergeht, dieses also noch nicht vollständig abgeschnürt wäre: vielmehr lässt sich das Bläschen — weniger gut das Ektoderm — ganz deutlich in seinen Konturen abgrenzen. Das Bläschen der andern Seite zeigt an seiner Spitze eine kleine gegen das Ektoderm gerichtete Zacke, ist aber mit diesem in keinem Zusammenhang mehr.

Der Längsdurchmesser des Bläschens beträgt ca. 0,26 mm, der Querdurchmesser nur ca. 0,20 mm. Es fällt auch sofort auf, dass das Organ, verglichen mit dem früheren Stadium, sich vielmehr dem Höhen- als dem anteroposterioren Durchmesser nach ausgedehnt hat. Wie das in Fig. 4 abgebildete Modell zeigt, ist die Verlängerung in der gleichen Weise in der oberen Partie, welche die Anlage des Ductus endol. und der Taschen vorstellt, wie in der unteren erfolgt. Bei der Betrachtung der medialen Fläche des Modelles (Fig. 3) bemerkt man vor allem eine ziemlich stark vorspringende Kante (Fig. 3, K), die von der Spitze des Bläschens beginnend senkrecht bis zum unteren Drittel der Wand hinabläuft; dort biegt sie in stumpfem Winkel nach hinten ab, um sich bald darauf zu verlieren. Es ist dies offenbar dieselbe Bildung, die Rabinowitsch an einem beträchtlich älteren Stadium der Schildkröte, bei der der Ductus

endolymph. schon ziemlich gross ist, beschreibt. Diese Falte gibt, wie auch Rabinowitsch erwähnt, an, wie tief der Ductus endolymph. hinabreicht und wo wir derzeit seine Mündung zu suchen haben. Es gilt also für die Reptilien nicht, was Röthig und Brugsch (31) bei dem Huhn beschreiben, dass erst durch Aufwerfung der Plica communis die Mündungsstelle des Ductus endol. allmählich von der lateralen auf die mediale Seite verlegt wird.

Der hintere Rand des Bläschens ist wieder stumpfwinklig abgeknickt; der vorspringende Winkel (A.) stellt, wie erwähnt, das hintere Ende der — erst zu bildenden — gemeinsamen Bogentasche dar. Nach vorne fällt die Spitze des Ductus endol. viel allmählicher zum vorderen Pol (B.) des Bläschens ab, der um ein bedeutendes tiefer liegt als der hintere. Zwischen dem vorderen und unteren Pol des Bläschens senkt sich die Wand desselben ein wenig ein (J.) und gibt so schon früh eine deutliche Grenze der Pars superior gegen die Pars inferior¹⁾. Wie sich aus der allerdings oft schwierigen Verfolgung der nächsten Stadien ergibt, kann die untere Spitze des Bläschens (C.) nur die Anlage der Cochlea sein, eine Tatsache, die mit Rücksicht auf das späte Auftreten dieses Labyrinthabschnittes in der Phylognese sehr beachtenswert ist. An der lateralen Fläche (Fig. 4) ist eine Dreiteilung des Organes zu erkennen: oben der Ductus endol. (d. e.) durch eine Einziehung (a. b.) der Wand von der mittleren, vorspringenden Partie abgegrenzt. Die Pars cochlearis fällt, in einer scharfen Kante gegen die darüberliegenden Teile abgeknickt, steil medialwärts und nach unten ab. Die Linie (a. b.) gibt die untere Grenze der lateralen Ductuswand an; entlang dieser Linie nämlich wird sich die gemeinsame Tasche der vertikalen Bogengänge erheben.

¹⁾ Pars inferior ist nicht ganz genau, da eine sichtbare Anlage des Sacculus noch nicht existiert.

Die Wanddicke des Bläschens nimmt von oben nach unten zu; sie beträgt in der Mitte etwa 0,0225 mm. Das Epithel ist vorne und unten, dort, wo das Ganglion anliegt, am höchsten. Die Kerne liegen in 2—3 Reihen übereinander; die kernfreie Lumenrandzone ist etwas breiter als im Stadium 1; in ihr finden sich ausschliesslich die Mitosen, deren es hier ungleich mehr gibt als beim ersten Embryo. Sie sind am zahlreichsten im untersten Bläschenabschnitt.

Das Ganglion liegt dem Bläschen hart an; es ist stellenweise von demselben kaum deutlich abzugrenzen. Doch sind solche Stellen selten; im allgemeinen ist ein mehr weniger breiter Spalt dazwischen zu erkennen.

Stadium 3. (Embryo β).

(Figuren 5 und 6 auf Tafel 1).

»Der Embryo hat eine grösste Länge von 2,5 mm. Riechgruben deutlich abgesetzt, mitteltief; Augensterne schmal, kurz, Kollobom weit: vorderes Retinablatt sehr dick, Linsenbläschen kuglig, hintere Wand sehr verdickt; er entspricht dem Stadium 80 der Petersschen Normentafel« (Tandler u Kantor).

Der auffallendste Fortschritt gegenüber dem vorhergehenden Stadium ist die starke Vorwölbung der lateralen Bläschenwand; es ist gleichzeitig auch die einzige wesentliche Veränderung. In der gleichen Höhe, etwas unterhalb der Linie a. b. (Fig. 4 u. 6) gemessen, beträgt der mediolaterale Durchmesser hier 0,165 mm, dagegen bei dem Embryo 1 (Stadium 2) nur 0,1 mm. Die Furche, die die erste Taschenanlage (Fig. 6, T.) vom Ductus trennt, ist an den beiden Seiten merklich tiefer geworden. Doch ist dies nur zum Teil auf eine Abschnürung des Ductusabschnittes zurückzuführen, zum Teil aber wird die schärfere Abgrenzung desselben gegen das übrige Labyrinth durch das ungleichmässige Wachstum der beiden Abschnitte herbeigeführt.

Während das Bläschen gegenüber dem früheren Stadium an Höhe kaum zugenommen hat, hat es sich in sagittaler Richtung fast $1\frac{1}{2}$ mal vergrößert. Es macht also den Eindruck, als ob alle übrigen Teile ruhen würden und dieser Zeitabschnitt nur der Entwicklung der Bogentaschen gewidmet wäre.

Die Pars inferior ist um ein geringes länger, ihre Grenze gegen oben an der lateralen Wand etwas deutlicher geworden.

Die mediale Seite (s. Fig. 5) lässt wieder zunächst die charakteristische Crista (K.) erkennen, die schon im vorigen Stadium den Verlauf des Ductus bezeichnet hat; hier tritt sie aber noch deutlicher hervor, weil zu ihren beiden Seiten, namentlich aber hinten, die benachbarte Bläschenwand eingesunken ist (F.); es erscheint also zum erstenmal die Furche, die sich bald mit der lateral in der Linie a b. verlaufenden vereinigt und die dann nach unten einschneidend die Mündung des Duct. endol. nach abwärts verlegt.

Die mikroskopische Untersuchung ergibt, dass sich auch bei diesem Embryo eine Stelle findet, an welcher Ektoderm und Ohrbläschen in einem Zusammenhange stehen, wie er auch bei dem früheren Stadium beschrieben wurde; d. h. man kann auch hier eine Abgrenzung der beiden aneinander liegenden Epithelien durchführen; die Zellen der Bläschenwand sind dicht gedrängt, sodass die Kerne derselben hart aneinanderstossen, in den Zellen des Ektoderms dagegen sind die Kerne von einer mehr weniger breiten Protoplasmaschicht umgeben, und ein allmählicher Übergang zwischen diesen beiden Arten ist nicht vorhanden. Bemerkenswert ist die Lokalisation dieser Verbindungsstelle; sie entspricht hier nicht mehr einem Punkte des Ductus endol., sondern gehört dem oberen äusseren Ende des Labyrinthbläschens an; sie ist in Fig. 6 durch C. bezeichnet.

Das Epithel ist 3—4reihig, in der Pars superior niedriger (0,022 mm) als in der Pars inferior (0,038 mm). Die kernfreie Lumenrandzone ist nicht wesentlich breiter, am deutlichsten in

der Ampullengegend; dort sind auch die zahlreichsten Mitosen zu finden, die stets der inneren Peripherie der Wand angelagert sind.

Das Ganglion acusticofaciale liegt der vorderen unteren Bläschenwand dicht an, sodass sich stellenweise eine Grenze zwischen den beiden Organen nicht ziehen lässt. Eine Teilung des Ganglion ist noch nicht erfolgt.

Das Bläschen ist ca. 0,250 mm hoch und hat einen antero-posterioren Durchmesser von 0,23 mm.

Stadium 4. (Embryo 2).

(Figuren 7 und 8 auf Tafel 2).

Der Embryo ist wenig eingerollt und hat eine grösste Länge von 4 mm; vordere und hintere Extremitäten stummelförmig; hintere Wand des Augenbechers sehr dünn; die Linse zeigt nur mehr einen ganz kleinen Hohlraum; das Riechfeld ist deutlich eingezogen.

Das Hörbläschen hat eine Höhe von ca. 0,350 mm und einen anteroposterioren Durchmesser von 0,30 mm erreicht.

Es ist sehr plump und zeigt namentlich von der lateralen Seite (Fig. 8) betrachtet wenig Modellierung. Die Bildung der vertikalen Bogentasche (T.) hat weitere und so bedeutende Fortschritte gemacht, dass hinter ihr nur mehr die Spitze des Duct. endol. hervorragt. Sie besitzt ungefähr Halbkugelform und lässt an keiner Stelle eine Abflachung erkennen. In der unteren Hälfte der vorderen Circumferenz ist eine kleine Vorwölbung (B.) sichtbar, welche der vorderen Ampulle entspricht, unmittelbar dahinter hat die laterale Labyrinthwand ebenfalls eine schwach angedeutete Vorwölbung (H.), welche der horizontalen Ampulle in ihrer ersten Entwicklung entsprechen dürfte.

Zum erstenmal ist hier die Furche zwischen vertikaler Bogentasche und Ductus endolymphaticus geschlossen (Fig. 7 u. 8, F.); sie war schon früher vorhanden, aber nur durch zwei

Einsenkungen zu beiden Seiten des Ductus angedeutet. Diese Einsenkungen haben sich jetzt an der lateralen Seite desselben getroffen und umgreifen seine Mündung in der medialen Bläschenwand schleifenförmig. Der Teil der medialen Bläschenwand (Fig. 7), welcher durch diese Furche zum Ductus abgeschnürt wird, springt noch stärker als früher in Form einer Kante (K.) vor, die in ihrem untersten Teil eine Ablenkung nach hinten zeigt. Diese Ablenkung verliert sich aber rasch. Die Abgrenzung der Pars inferior nach oben wird durch die Einziehung (J.) unter der Anlage der vorderen Ampullen bewerkstelligt. Medial wird die Grenze durch eine deutliche Furche (Fig. 7, E.), die auf den früheren Stadien noch fehlte, angezeigt.

Das Epithel ist im allgemeinen sehr hoch, zeigt aber doch schon ganz deutliche Differenzen; es ist in der oberen Hälfte des Bläschens niedriger als unten, an der medialen Wand niedriger als an der vorderen und hinteren, am niedrigsten aber an der lateralen Wand. Es ist an den hohen Stellen dreireihig, an den niedrigen nur zweireihig; an einzelnen Schnitten kann man sehen, wie diese Abflachung des Epithels zustande kommt; es hört nämlich die mittlere von den drei Zellreihen plötzlich auf und es scheint, als ob ihre Zellen sich zwischen die der beiden anderen Reihen einschieben würden. Daher stehen an den Stellen des zweireihigen Epithels die Zellen auffallend dichter gedrängt.

Die Breite der kernfreien Lumenrandzone schwankt sehr, ist aber im allgemeinen gering; die Mitosen sind zahlreich, ganz besonders massenhaft im cochlearen Teil des Organes; sie liegen in der innersten Wandschicht.

Das Ganglion hat sich nach abwärts zu ausgedehnt, ist oft schwer, stellenweise gar nicht gegen die Bläschenwand abzugrenzen; mit dem Neuralrohr steht es durch einen dünnen Zellstrang in Verbindung.

Stadium 5. (Embryo 1).

(Figuren 9 und 10 auf Tafel 2).

»Der Embryo hat eine grösste Länge von 4 mm und eine Kopflänge von 3,5 mm; er entspricht etwa dem Embryo 100 der Petersschen Normentafel der Eidechse.

Die Riechgruben sind tief, taschenförmig. In der Retina sind die ersten Andeutungen von Pigment nachweisbar; der Augenstiel bildet eine kapillare Spalte. Linse vollständig solid, dem Ektoderm dicht anliegend. Hintere Extremitäten noch stummelförmig«. (Tandler u. Kantor.)

In diesem Stadium hat die Pars superior zum erstenmal ihre definitiven Proportionen gewonnen: ihr anteroposteriorer Durchmesser übertrifft den Höhendurchmesser um nahezu das Doppelte und dadurch erhält das ganze Organ annähernd jene Dimensionsverhältnisse, die in grossen Zügen nun bis zur vollständigen Entwicklung fortbestehen. Denn die früheren Stadien und namentlich das des Embryo 2 (4. Stadium) lassen zwar beim genauen Vergleich die Anlagen bestimmter Abschnitte erkennen; aber gerade im Hinblick darauf zeigen die Lageverhältnisse und die Ausdehnungen nach den verschiedenen Dimensionen eine auffallend unfertige Beschaffenheit.

Der Ductus endol. (Fig. 9) ist 250μ lang und überragt das obere Ende der vertikalen Tasche um ca. 50μ . Er mündet in der Mitte der Höhe der medialen Bläschenwand, mit der er in seinem unteren Drittel noch verklebt ist. Die Mündungsstelle liegt dem hinteren Pol des Organes — entsprechend der Lage des künftigen Sacculus — wesentlich näher als dem vorderen. An seinem oberen Ende ist er gleichmäfsig sackförmig aufgetrieben (s. e.). Die Grössenzunahme des Ductus gegenüber dem vorigen Stadium ist beträchtlich.

Sehr bedeutende Veränderungen sind im Bereich der *Plica communis* vor sich gegangen. Die auffallendste und formbestimmende — die Verlängerung in anteroposteriorer Richtung — wurde bereits erwähnt; sie ist nicht gleichmässig erfolgt, sondern es hat sich der Teil der vertikalen Tasche, welcher dem vorderen Bogengang (Fig. 10, v. T.) den Ursprung gibt, viel stärker daran beteiligt als der hintere (h. T.). Daraus geht hervor, dass die überwiegende Grösse des vorderen Bogenganges sich schon in der Taschenanlage ausspricht. Aus diesem Grunde springt der vordere Bläschenpol (B.) jetzt spitz vor und aus dem gleichen Grunde erscheint die Cochleaanlage nach hinten verschoben.

Man kann schon ganz gut die Anlage der vorderen Ampulle (B.) von der horizontalen (D.) unterscheiden; die erstere liegt ganz nach vorne und ist von der anderen, die nach aussen hinten und unten liegt, durch eine seichte Furche (a.) getrennt; eine viel tiefere (b.) bildet die hintere Abgrenzung des Vorsprunges D., der dem noch ungeteilten Hohlraum der äusseren Ampulle und des *Recessus* angehört. Diese Furche spielt bei der Bildung des horizontalen Bogenganges eine grosse Rolle und wird später noch ausführlicher besprochen werden. Aber es zeigt sich schon hier, dass durch sie noch ein zweites bewirkt wird: nämlich die Abtrennung des *Sacculus* (S.); was nach hinten von der Furche liegt, gehört dem künftigen *Sacculus* an, der sich an der lateralen Wand sonst nirgends deutlich abgrenzen lässt. Er geht nach oben ohne jede Grenze in die laterale Taschenwand über, während nach unten eine kleine *Incisur* (J.) ihn von der Cochlea trennt.

In der lateralen Taschenwand (Fig. 10) fällt ferner eine tiefe Furche (F.) auf, welche im Niveau der hinteren Ampulle (A.) und an deren oberem Ende beginnend, zunächst senkrecht aufsteigt, um sich dann im Bogen nach vorne zu wenden; sie wird während ihres Verlaufes kontinuierlich flacher und verliert sich etwa unter dem oberen Pol der *Plica communis*. Diese Furche kennzeichnet den Beginn der Bogengangsbildung und ihre ersten

Spuren zeigen sich hier also an dem Canalis posterior (h. T.). Die vordere Begrenzung des Furchenanfangsteils wird durch einen kugelförmigen Vorsprung (K.) gebildet, der dem horizontalen Kanal zuzurechnen ist und dessen späterer winkliger Abknickung nach hinten entspricht. Die Furchen F und b. werden sich später vereinigen.

Bei Betrachtung der medialen Fläche des Modells (Fig. 9) sieht man die Fortsetzung der Furche b., die ziemlich tief einschneidend gegen den vorderen Rand der Ductusmündung zieht; sie bewirkt hier ebenfalls die Abgrenzung des Recessus anterior (D.) nach hinten. Die Cochlea (C.) hat die Form eines abgeplatteten Kegels und sitzt der Pars superior mit breiter Basis auf; sie ist aber gegen letztere an ihrer Wurzel allseits — nur an der lateralen Wand weniger deutlich — abzugrenzen: medial durch die tiefe, bereits im früheren Stadium ausgeprägte unterhalb der Ductusmündung verlaufende Einziehung (E.), die an der hinteren Circumferenz als scharf einspringender Winkel (i.) sichtbar ist, an der vorderen Circumferenz aber wesentlich schwächer geworden, die erwähnte Incisur (I. Fig. 10) darstellt

Im Einklang mit den bedeutenden gestaltlichen Veränderungen des Organs bietet auch die histologische Beschaffenheit der Wände ein vollkommen geändertes Bild. Vor allem ist der Unterschied in der Höhe des Epithels der oberen Bläschenpartie gegenüber der des unteren Teiles sehr scharf ausgeprägt. Die mediale und laterale Wand der Plica communis besteht aus einer einfachen Schicht niedriger Zellen, deren Protoplasma-gehalt gering ist, während die kugelrunden bis ovalen Kerne die ganze Dicke der Wand einnehmen. An der vorderen und hinteren Kante der Bogentasche wird dann das Epithel nach abwärts zu 2 und 3reihig, um schliesslich im Ampullenteil zugleich mit einer beträchtlichen Höhe eine schmale kernfreie Innenzone zu erlangen. Während ferner in der Pars superior mediale und laterale Labyrinthwand gleich hoch sind — die

laterale Wand der horizontalen Bogentasche scheint etwas dicker zu sein — besteht in der Pars inferior ein deutlicher Unterschied zugunsten der medialen Wand.

Eigentümliche Verhältnisse bestehen im Ductus endolymphaticus. Das Epithel desselben ist sehr hoch; die dem engen Lumen anliegende Zone enthält die dichtgedrängten Kerne, die ungefähr gleichbreite periphere Zone ist rein protoplasmatisch und von den Schnittlinien der aneinanderliegenden Zellwände radiär gestreift. Dieses Verhalten setzt sich nach der Mündung des Ductus auf die mediale Bläschen- (Sacculus?) wand fort, die von hier an auch die für die Pars inferior charakteristische Höhe erreicht.

Das Mesenchym ist in der Umgebung des Gehörorgans und namentlich an dessen lateraler Wand sichtlich verdichtet. Besondere Aufmerksamkeit verdient die Stelle, welche der Furche (F.) im Modell (Fig. 10) entspricht: nur in ihrer obersten, ganz seichten Partie wird diese Furche von Mesenchym erfüllt; sowie sie nach abwärts zu an Tiefe zunimmt, merkt man, dass das Mesenchym nicht mehr bis an ihren Fundus vordringt, sondern dass sich zwischen Furchenfundus und das scharf abgegrenzte Mesenchym eine vollkommen zell- und kernfreie Substanz einschiebt; sie ist von einem Netz von schwach gefärbten Fäden (Lamellen) durchzogen; es sieht gerade so aus, als ob sich in diesem Bezirke alle Kerne aus dem Zwischengewebe zurückgezogen hätten und nur dessen fädiges Netz, an der Wand des Hörbläschens haftend, zurückgeblieben wäre. Dieses Verhalten beschränkt sich aber schliesslich nicht nur auf die Furche selbst, sondern es greift von hier einerseits auf die laterale Wand der Ampulla posterior und andererseits auf die laterale Wand der horizontalen Bogentasche über.

Fasst man die mikroskopische Untersuchung kurz zusammen, so ergibt sich, dass die sämtlichen Neuroepithelanlagen untereinander zusammenhängen; das Epithel der Pars inferior

ist ziemlich niedrig und die Furche F. ist von einer Masse erfüllt, welche, wie später gezeigt wird, mit der Basalmasse v. Noordens identisch ist.

Das durch den durchtretenden Facialis teilweise schon geteilte Ganglion liegt der unteren Fläche des vorderen Bläschenpoles — von ihm deutlich geschieden — an und umfasst unten die ganze mediale Cochleawand polsterförmig. Es tritt aber in gar keine Beziehung zu dem Neuroepithel der hinteren Ampulle, was mit Rücksicht auf die Bedeutung, die man dem engen Anliegen des Ganglion zuschreiben möchte, hervorgehoben werden muss.

Mitosen finden sich in der Pars inferior und namentlich an den Stellen künftigen Sinnesepithels reichlich; dagegen ist sehr auffallend, dass sich in der ganzen Länge des Ductus endolymph. — mit Ausnahme seines Saccus — keine Mitosen finden; auch seine Mündungsstelle weist keine auf.

Stadium 6. (Embryo ♂).

(Figuren 11 und 12 auf Tafel 3).

»Der Embryo hat eine grösste Länge von 5 mm; er ist stark zusammengekrümmt, seine Riechgruben sind tief, taschenförmig; vordere und hintere Extremitäten sind deutlich gegliedert. Im Auge reichlich Pigment, Linse solid; Opticus enges Lumen. Der Embryo entspricht etwa dem Stadium 110 der Petersschen Normentafel«. (Tandler und Kantor).

An dem Gehörorgan dieses Embryos sind die meisten Labyrinthabschnitte, wenn auch nicht genau zu umgrenzen, so doch deutlich als solche zu erkennen. Dieser Fortschritt wurde zunächst und vorwiegend durch die Furche erzielt, welche parallel mit der Peripherie der vertikalen Tasche laufend, tief in deren laterale Wand einschneidet. Diese Furche (Fig. 12, F.) hat, wie

man durch den Vergleich mit dem vorigen Modell feststellen kann, in der Gegend der hinteren Ampulle begonnen; sie lief dort nach oben zu seicht aus. Auch hier bemerkt man, dass sie am stärksten die Wand im Niveau der Ampullen eingestülpt hat und dass wieder nach oben zu vorderer und hinterer Schenkel ganz seicht werden und so ineinander übergehen; sie treffen sich unter der Spitze der vertikalen Tasche. Ein auffallender Unterschied im Entwicklungsgrade der vertikalen Bogengangsanlagen besteht hier nicht: die Tiefe der Furche ist vorne und hinten gleich.

Die Abgliederung ist ausschliesslich durch die Furche an der lateralen Wand bewirkt worden, also durch eine Annäherung der lateralen an die mediale Wand; letztere hat an dem ganzen Prozess fast gar keinen Anteil genommen; nur im Bereich der vorderen Bogengangsanlage befindet sich in der Ampullengegend eine flache Einziehung, in deren Umgebung das Zwischengewebe mikroskopisch dasselbe Bild zeigt, wie bei der lateralen Furche (Fig. 11, P.).

Die lange Furche (F.) an der lateralen Wand ist aber auch für die horizontale Bogentasche (ä. T.) von Wichtigkeit, indem sie diese von obenher abgrenzt und für die Form des künftigen Canalis externus massgebend ist. Die zweite Furche, die bei der Abschnürung des äusseren Ganges in Betracht kommt (b.), dringt von unten her in die Tasche ein; ihr erstes Auftreten in der Gegend der Ampulla externa war schon auf dem vorigen Modell zu erkennen (Fig. 10, b.); sie ist nun wesentlich tiefer geworden und verläuft anfangs steil nach aufwärts, biegt dann nach hinten ab, um in horizontaler Richtung weiter zu ziehen und im Bogen in das untere Ende der Furche (F.) einzumünden. Sie setzt sich aber andererseits auch nach abwärts und auf den Boden des Bläschens fort (Fig. 11, b.) und auf diesem Zuge bewerkstelligt sie die Abgrenzung des Recessus anterior utriculi und das Hervortreten der untersten Sacculusspitze (Fig. 12, S.).

Wenn es aber auch sicher ist, dass die Furche *b* namentlich im Niveau des Sacculus tiefer geworden ist, so fällt es doch sofort auf, dass diese Vertiefung nur zum Teil durch weiteres Einschneiden zu Stande gekommen ist, zum Teil aber durch ein überwiegendes Wachstum der Gebilde, welche die Furche vorne begrenzen, ein Vorgang, der zunächst zu einer beträchtlichen Senkung der vorderen Ampulle (B.) und des Recessus anterior (r. a.) mit der horizontalen Ampulle (D.) geführt hat.

Wenn man das Modell des vorhergehenden Stadiums (Fig. 10) betrachtet, so findet man, dass von den 3 mit B., D. und S. bezeichneten Spitzen — die Verbindungslinie zwischen Ductus- und Cochleaspitze annähernd senkrecht gedacht¹⁾ — dass der vordere spitze Pol des Bläschens (B.) am höchsten, etwas tiefer der dahinter gelegene Vorsprung D. (horizontale Ampulle und Rec. ant. utric) und noch tiefer die allerdings nur schwach angedeutete Sacculusspitze (S.) liegt. Am vorliegenden Modell trifft man die Verhältnisse ins Gegenteil verkehrt: am tiefsten die Anlage der Ampulla anterior (B., Fig. 12) wesentlich höher die Ampulla hor. (D.) und wieder um ein gutes Stück nach aufwärts verschoben die untere Spitze des Sacculus (S.). Es ist wahrscheinlich, dass der Sacculus bloss scheinbar nach oben gewandert ist und nicht schon jetzt seine später allerdings deutlich verfolgbare Aufwärtsbewegung begonnen hat.

Die vordere Bogengangsanlage (Fig. 12. v. T.) ist schon bedeutend grösser als die hintere, ein Verhalten, das in geringem Grade schon im Stadium 5 bestanden hat. Die vordere Ampulle (B.) ist am besten abgegrenzt; horizontale Ampulle (D.) und Recessus (r. a.) sind noch nicht getrennt. An der medialen Wand kennzeichnet die von unten übertretende Furche *b* die Grenze des Rec. utric. Die eigentümliche Richtung des horizontalen Bogen-

¹⁾ Sie bildet aber tatsächlich mit der Längsachse des Embryos einen nach oben offenen, spitzen Winkel.

ganges ist schon in der Tasche (ä. T.), wenigstens in groben Umrissen, festgelegt. Vom Sacculus ist gerade die Spitze zu sehen (S.). Aus der ganzen Breite seiner hinteren Wand geht die Cochlea (Fig. 12, C.) hervor. Die auffallendste Veränderung an dieser ist ihre abermalige starke Verschiebung nach hinten und die wenn auch geringe Einschnürung ihres Anfangsstückes. Was die Verschiebung betrifft, so ist daran zu erinnern, dass auf dem vorigen Modell die vordere Wand der Schnecke nur ganz leicht eingebogen (Fig. 10, J.) in die Sacculusspitze überging, während hier durch tieferes Einschneiden der in J angelegten Furche der ganze Sacculusboden (mn.) blossgelegt worden ist. Die Cochlea geht infolgedessen nicht mehr aus der unteren, sondern aus der hinteren Sacculuswand hervor. Gleichzeitig mit dieser Einschnürung von vorneher, hat auch die unter der hinteren Ampulle einschneidende Furche i an der Verengung des Anfangsstückes der Cochlea teilgenommen.

Die geringe Modellierung der medialen Wand des Gehörganges (Fig. 11) wurde bereits erwähnt; es kommen nur die seichte Delle (P.) im Bereich der vorderen Bogentasche und die Ausläufer der an der lateralen Wand bestehenden Furchen in Betracht.

Der Ductus endolymphaticus (d. e.) ist nur um wenig grösser als im vorigen Embryo. Seine Proportionen aber haben sich wesentlich geändert: während sich der eigentliche Ductus sehr verengert hat, ist der Saccus endol. (s. e.) hier stark aufgetrieben. Die Richtung des Ductus ist nicht senkrecht, sondern ungefähr um 30° nach vorne geneigt; er mündet etwa in der gleichen Höhe wie früher, aber er verläuft bis knapp vor seiner Mündung ganz frei, nicht mit der Bläschenwand verklebt. In dieser Hinsicht könnte man den freien Teil des Ductus für verlängert erklären. Er misst von der Spitze bis zur Mündung ca. 300μ .

Es macht den Eindruck, als ob die Entwicklung des

Labyrinthepithels mit der morphologischen Differenzierung nicht Schritt gehalten hätte. Es ist kein wesentlicher Fortschritt in der histologischen Wandbeschaffenheit zu erkennen. Das Epithel der Bogentaschen ist einreihig und aus niedrigen Zellen zusammengesetzt, nirgends, auch nicht an den konkaven Rändern ist eine erhöhte Zone vorhanden. Im Niveau der Mündungsstelle des Ductus endol. wird die mediale Wand des Bläschens rasch höher und bildet so eine Brücke zwischen der Neuroepithelanlage der hinteren Ampulle und der des Recessus ant. Die Neuroepithelanlage der Pars superior ist daher auch hier noch eine gemeinsame und die Stellen des künftigen Sinnesepithels zeichnen sich vor dem hohen, aber indifferenten Epithel nur durch den Besitz einer schmalen kernfreien Lumenrandzone aus. Ebenso beschaffen ist auch das Epithel des Sacculus, das nach oben mit dem hohen Epithel der Pars superior zusammenhängt, nach unten in das der Cochlea übergeht. Letzteres ist an der medialen Wand sehr hoch, an der lateralen um die Hälfte ungefähr niedriger. An der medialen Wand können zwei Abschnitte unterschieden werden: ein der vorderen Cochleakante angelagerter, dessen Epithel doppelt so hoch ist als das des hinteren Abschnittes. Dieses letztere zeigt keinerlei besondere Eigenschaften, in ersterem dagegen liegt der grosse und kleine Epithelwulst, welche allerdings nur auf einer ganz kurzen Strecke der obersten Schneckenpartie deutlich zu erkennen sind; zwischen den beiden ist die Lumenrandzone kernfrei.

Nach unten zu setzt sich das hohe Epithel der medialen Cochleawand über die vordere Kante hinweg noch ein Stück auf die laterale Wand fort und bildet an dieser Stelle die Anlage der Papilla lagenae, welche somit von der Pap. basilaris noch nicht getrennt ist.

Das Ganglion liegt den Nervenendstellen nicht mehr unmittelbar an, sondern schickt kurze Nervenäste in sie hinein; sie liessen sich nicht bis an ihr Ende verfolgen. Das untere

Ende des Ganglion liegt um ein bedeutendes höher als die Spitze der Lagenä.

Auffallend gross ist die Zahl der Mitosen; sie liegen, soweit sie in Teilung begriffen sind, ausschliesslich in der innersten Wandschicht; dagegen sieht man die stark gefärbten Kerne der eben geteilten Zellen in verschiedenen Tiefen des Epithels.

Die Wand des Ductus endol. ist wesentlich dünner geworden. Sie besteht aus einreihigem Epithel. Auch hier hat es den Anschein, als ob dieser Zustand dadurch herbeigeführt worden wäre, dass sich die eine Zellreihe in die andere verschoben hat; die Kerne stehen so dicht gedrängt, dass sie den Eindruck einer homogenen Masse machen; die stark lichtbrechende, glashelle Zone an der Peripherie ist auch hier wieder zu bemerken; sie ist von den Schnittlinien der Zellwände radiär gestreift. Dasselbe Bild zeigt die mediale Bläschenwand auch noch eine Strecke nach der Einmündung des Ductus.

Das Mesenchym hat sich in der Umgebung des Hörbläschens ungleichmässig verdichtet: es ist sehr dicht in der mittleren und oberen Partie desselben und da wieder mehr in der hinteren Hälfte; mit dem zellreichen Mesenchym im Umkreis der Chorda steht es nicht in Zusammenhang (s. v. Noorden). Über die tiefen Furchen in der lateralen Bläschenwand und über die seichte Delle in der medialen, — die daher mit der Bogengangsabschnürung in Verbindung gebracht werden muss, — zieht das Mesenchym glatt hinweg; zwischen ihm und der Bläschenwand ist eine glashelle Substanz eingelagert, die bei starker und mittelstarker Vergrösserung ein schwach bläuliches (Hämalaun) Netz erkennen lässt. Diese Masse, die nur hie und da Mesodermzellen einschliesst, ist auch dort noch vorhanden, wo die Furchen schon sehr seicht sind. Am geringsten findet man sie in der Furche ausgebildet, welche die Einstülpung der horizontalen Bogentasche von unten her bewirkt. (Fig. 12, b).

Stadium 7. (Embryo 9).

(Figuren 13 und 14 auf Tafel 4).

»Der wenig zusammengerollte Embryo hat eine grösste Länge von 7 mm und 4,5 mm Kopflänge und entspricht etwa dem Embryo 118 der Petersschen Normentafel.

Vordere Extremitäten deutlich, hintere undeutlich fünfstrahlig. Äussere Ohröffnung spaltförmig. Retina stark pigmentiert. Augenlider in Bildung. Jacobsonisches Organ gross«. (Tandler und Kantor.)

Die Bogengänge sind vollständig abgeschnürt; sie zeigen nicht einmal mehr Reste noch nicht resorbierter Taschenwandung, sondern sind im Querschnitt vollkommen rund, überall gleich weit und schlank; nur ihre Mündung in den Utriculus ist trichterförmig erweitert. Der Verlauf aller drei Bogengänge ist ein etwa S-förmig gekrümmter. Dieses Verhalten entspricht dem beim erwachsenen Gecko. Der vordere Bogen gang (Fig. 13 und 14 c. a.) beginnt, nicht scharf abgesetzt, aus der Ampulla anterior, zieht zuerst senkrecht nach aufwärts, wendet sich dann in nahezu horizontaler Richtung nach hinten, um kurz vor seiner Mündung, die mit verbreitertem Ansatzstück erfolgt, fast rechtwinklig medialwärts abzubiegen. Der hintere, wesentlich kleinere, und nur schwach gekrümmte Bogen gang (c. p.) schlägt einen analogen Verlauf ein; auch er mündet trichterförmig erweitert; seine Richtungsebene ist nur in einem kleinen Winkel zu der des vorderen sagittalen geneigt. Der horizontale Bogen gang (c. e.) ist in seinem Querschnitt etwas breiter als die beiden verticalen¹⁾; auch er ändert auf seinem Wege zweimal die Richtung, indem sein Anfangsstück,

¹⁾ Woraus sich vielleicht folgern lässt, dass er der zuletzt abgeschnürte Bogen gang ist, — eine Reihenfolge, die der der meisten Ordnungen entsprechen würde.

das von der Ampulle gut abgesetzt ist, nach hinten aussen und oben zieht, während das weitaus grössere Mittelstück eine streng horizontal und nach hinten gerichtete Bahn einschlägt, um schliesslich in der Nähe des hinteren Bogenganges angelangt in den medial abgebogenen Mündungsteil überzugehen. Seine Mündung in den Utriculus erfolgt nicht an der lateralen, sondern an der hinteren Wand desselben.

Horizontaler und hinterer Bogengang überkreuzen sich (s. Fig. 13); dieser Zustand ist durch stärkeres Wachstum und die oben beschriebenen Krümmungen des hinteren Bogenganges herbeigeführt worden; der horizontale Bogengang hat sich dabei im grossen und ganzen passiv verhalten; sein am weitesten nach hinten gelegener Punkt berührt nämlich gerade die Linie, welche man sich durch Ampulle und Mündung des hinteren Bogenganges gelegt denkt; es ist hier also eine Einknickung des horizontalen Bogenganges, wie sie Röthig und Brugsch beim Hühnchen beschreiben, nicht notwendig und auch nicht vorhanden.

Die Ampulla anterior (B.) liegt nicht am untersten Ende (Fig. 14, x) des zugehörigen Bogenganges, sondern nach hinten und oben davon; der Bogengang geht also zunächst breit aus dem vorderen und unteren Pol der Ampulle hervor und wendet sich erst, nachdem er eine U-förmige Krümmung beschrieben hat, nach aufwärts. Die Ampulle tritt nicht sehr deutlich hervor, da sie noch nicht allseits scharf abgesetzt ist. Die erste Andeutung einer Crista ist vorhanden (c.).

Die Ampulla posterior (A.) ist nach abwärts gerückt, grösser als die vordere, gut von der Umgebung isoliert und zeigt eine deutliche Einkerbung ihres Bodens (c.), der daher zweizipflig ausgezogen erscheint; der Bogengang steigt senkrecht aus dem Dach der Ampulle nach aufwärts.

Die äussere Ampulle (D.) ist die grösste von den dreien und mit einer deutlichen Crista (c.) versehen. An ihrem

hinteren Ende geht sie ganz allmählich in den horizontalen Bogengang über.

Vordere und äussere Ampulle kommunizieren breit miteinander (Fig. 14) und beide mit dem Recessus anterior, (r. a., Fig. 13) in dessen vordere, obere Wand, sie gemeinsam einmünden.

Der Sacculus (S., Fig. 14), dessen unterer Pol nicht wesentlich höher steht als im Stadium 6, und der Utriculus haben sich noch nicht von einander getrennt; vielmehr bilden die beiden einen gemeinsamen grossen Hohlraum, dessen laterale Wand aber durch zwei horizontal verlaufende Furchen (Fig. 14, x u. y) in drei annähernd gleiche Abschnitte geteilt wird; der unterste stellt die laterale, mit einer scharfen Kante vorspringende Wand des Sacculus dar, der mittlere gehört dem Utriculus — dieses Stadiums — an, und der oberste dem Sinus superior. Die Furche y wird später tiefer eindringen und im Verein mit einer zweiten von unten kommenden die Trennung des Utriculus und Sacculus herbeiführen.

Die zweite Furche x läuft an der oberen Grenze der Mündung des horizontalen Kanales quer über die laterale Wand des Utriculus, geht auch noch auf dessen vordere Wand über, an der sie sich, eine Strecke nach unten absteigend, verliert. Durch sie wird der Utriculus in zwei Abschnitte zerlegt, deren Verhalten sehr beachtenswert ist; es soll an späteren Stadien, in denen es deutlicher wird, besprochen werden. Den oberen Abschnitt kann man nicht ohne weiteres als Crus commune ansprechen, da von anderem abgesehen, seine Breite in keinem Verhältnis zu der der Bogengänge steht. Die beiden eben beschriebenen Furchen münden in eine an der hinteren Utriculuswand tief einschneidende (Fig. 13, F.), welche medial vom Utriculus (und weiter unten vom Sinus posterior s. p.), lateral vom Mündungsteil des horizontalen Bogenganges (und weiter unten vom Anfangsstück des Ductus reuniens) begrenzt wird.

Dieser untere Teil der Furche nimmt, indem er später nach vorne eindringt, an der Absonderung der Pars inferior wirksamen Anteil.

An dieser Absonderung helfen noch zwei weitere Furchen mit: eine, Figur 14, b (s. auch das frühere Stadium), die zwischen Recessus anterior und Sacculus von vorneher vordringt und so auch gleichzeitig eine Verengung des röhrenförmigen Utriculus bewirkt und eine zweite (Fig. 13, a), die von medial und unten herkommend sich lateralwärts und nach oben bewegt; sie ist ebenfalls erst am Beginne ihrer Entwicklung.

Die Form des Utriculus lässt sich gut überblicken, wenn man das Labyrinth von der medialen Seite (Fig. 13) betrachtet; sie erscheint dann etwa als ein gestürztes Y, wobei der unpaare Schenkel (A. c) dem Sinus superior und teilweise auch dem eigentlichen Utriculus, der nach vorne auslaufende Schenkel (u) dem röhrenförmigen Teil des Utriculus, und der nach hinten verlaufende Schenkel (S. p.) dem Sinus posterior angehört. An den vorderen Schenkel schliesst sich der Recessus anterior, an den hinteren die Ampulla posterior an.

Weiter fällt an der medialen Wand (Fig. 13) auf, dass die Mündungsstelle des Ductus endolymph. um ein bedeutendes nach abwärts gerückt ist (s. im allgemeinen Teil: Zur Frage des Ductus endolymphaticus). Sie liegt nunmehr schon im Bereich des Sacculus, was man freilich nur mit Rücksicht auf dessen Ausdehnung an der lateralen Wand erkennen kann; denn an der medialen Wand zeigt sich auch hier noch gar keine Abgrenzung der Pars superior von der Pars inferior. Unterhalb der Ductusmündung zeigt die Wand des Sacculus eine Einziehung (Z.), die erste Andeutung der Furche, welche von hier aus vordringend bei der Verlagerung der Ductusmündung nach oben mitwirkt. [Der Verlauf dieser und der im folgenden erwähnten Furchen lässt sich an den in Textfigur 1

und 2 abgebildeten frontalen Längsschnitten durch das Labyrinth (Stadium 7 und 8) erkennen; eine noch so ausführliche Beschreibung würde die Verfolgung dieses komplizierten Vorganges.

Fig. 1.

Schematischer Längsschnitt durch das Modell des Embryo IX.
(Stadium VII.)

Fig. 2.

Schematischer Längsschnitt durch das Modell des Embryo XII.
(Stadium VIII.)

(Verhältnis von for. utr-sacc. und Duct. endol. bei den Reptilien).

1. Mündung des Ductus endol.
2. foramen utriculosacculare.

nicht erleichtern]. Eine zweite bereits früher erwähnte (Fig 13 c.), die oberhalb der Mündungsstelle angreift, ist dieselbe, die seit der Abschnürung des Hörbläschens in Tätigkeit ist und deren Funktion allein der Ductus endol. seine Verlängerung verdankt (der Ductus erreicht auch hier nicht die Spitze des Sinus superior!). Die Furche hat jetzt ungefähr ihren Tiefpunkt erreicht und wird nun in einem rechten Winkel lateralwärts abbiegen und unter dem Utriculus durchziehen, um an dessen lateraler Wand angelangt, abermals um 90° abbiegend senkrecht aufwärts zu ziehen. Sie stellt also die vierte Furche vor, die an der Abschnürung des Sacculus teilnimmt. (Fig. 13, c. und Textfig. 1 und 2, Furche c.)

An der gegen früher beträchtlich verlängerten Cochlea (Fig. 14) sind zwei Abschnitte zu unterscheiden: das Anfangsstück wird vom Sacculus durch eine tiefe Furche an der lateralen Seite (Fig. 14) getrennt; diese Furche ist aus der kleinen Inzisierung J des vorigen Stadiums entstanden: die Cochlea wird also durch eine von unten nach oben vordringende Furche vom Sacculus abgeschnürt. Das Endstück der Schnecke hat die Gestalt eines Kegels, der, an den Seiten abgeplattet, seine Spitze nach unten kehrt. Der Übergang des engen Anfangsstückes in das breite obere Ende des unteren Abschnittes erfolgt an der hinteren Wand allmählich und ohne jede Grenze, an der vorderen Wand dagegen unter einer starken Ausbauchung derselben; diese entspricht dem oberen Ende der Lagena (Fig. 14 L.). Man kann daher in diesem Stadium bereits eine nach hinten gelegene Pars basilaris (p. b.) und eine vorne gelegene Lagena (L.) morphologisch unterscheiden. Sie werden an der medialen Wand (Fig. 13) durch eine seichte Furche (H.), an der lateralen durch eine tiefere (G.) geschieden: die erstere beginnt oben und reicht etwa bis zur halben Höhe der Cochlea nach unten, während die letztere umgekehrt an der Spitze beginnt und bis zur gleichen Höhe etwa nach aufwärts reicht. An der Bildung

der Cochleaspitze nimmt hier noch die Pars bas. teil. Der Ductus endol. ist $660\ \mu$ lang und gegen früher abermals bedeutend verengert; (der Krümmung seines Mündungsteils scheint keinerlei Bedeutung zuzukommen, da sie in den nächsten Stadien wieder verschwunden ist). Die Wand des Ductus besteht aus einreihigem Epithel, dessen Zellen kubisch bis zylindrisch sind. Die Kerne liegen dem Innenrand dicht an, eine schmale periphere Zone ist rein protoplasmatisch. Der Saccus endol. ist sehr gross und hat die Form eines Hühnereies; der stumpfe Pol ist nach hinten gewendet der spitze nach vorne. Der Ductus entspringt aus der unteren Wand des Saccus nahe dem hinteren Pol desselben; da aber der Ductus ungefähr an der Mitte der medialen Utriculuswand verläuft, so ergibt sich daraus, dass der Saccus zum grössten Teil in der vorderen Labyrinthhälfte liegt. Sein Wandepithel ist dünner als im Ductus und zeigt zahlreiche Vacuolen. Mitosen finden sich im Ductus sehr spärlich. Die Sacci der beiden Seiten berühren sich an der Decke des 4. Ventrikels.

Der ganze Saccus und die obere Hälfte des Ductus liegen ausserhalb der Labyrinthkapsel.

Das Epithel der Labyrinthwand ist nach drei verschiedenen Typen gebaut: es gibt Stellen einreihigen, niedrigen Plattenepithels, dann das Nervenendstellenepithel und als dritte Art ein 1—2reihiges Epithel, welches hauptsächlich in der Umgebung der Neuroepithelanlagen gelegen ist und diese zum Teil verbindet. Die erste, etwa $4\ \mu$ hohe Art, findet sich fast nur in der Pars superior und zwar bis in das Niveau der Ampullen hinunter. Es kommen nur ganz geringe Schwankungen in der Dicke vor; eine besondere Stellung nimmt aber die Falte ein, welche der Furche F (Fig. 13) entsprechend nach innen vorspringt; sie wird an anderer Stelle besprochen werden.

Die Wand der Bogengänge ist im Mündungsteil niedrig,

wird aber nach abwärts zu bald höher, die Kerne sind in einer, selten in zwei Reihen angeordnet.

Das hohe Epithel der unteren Bläschenhälfte hat sich in drei Teile geteilt: der eine bildet die Neuroepithelanlage der hinteren Ampulle, der zweite umfasst die Anlage der Macula sacculi, der Papilla basilaris und lagenae, sowie der Maculae neglectae und der dritte gehört dem Recessus anter. utric. und den beiden vorderen Ampullen an. Trotz der weitgehenden morphologischen Differenzierung dieses Stadiums sind also die einzelnen Nervenstellen keineswegs entsprechend isoliert und selbst die drei grossen Gruppen sind insoferne noch nicht vollständig von einander getrennt, als einerseits die Anlage der Macula neglecta sich fast bis in die hintere Ampulle hinein erstreckt und mit deren Neuroepithel durch ein ca. 18μ hohes Epithel verbunden ist und andererseits die Macula sacculi mit der des Recessus utr. ebenfalls durch eine höhere Brücke (12μ) verbunden wird.

Das Neuroepithel lässt an einzelnen Stellen bereits Stütz- und Härchenzellen unterscheiden; am deutlichsten in den Amp. ext. und post., sowie in der Papilla lagenae: die Stützzellen nehmen in mehreren Reihen die Basis des Epithels ein; die Härchenzellen sind von ihnen durch einen mehr oder weniger breiten Zwischenraum getrennt, sonst aber nicht wesentlich von ihnen verschieden. Unter den basalen Stützzellen finden sich solche mit sehr stark tingierten Kernen (Teilungsphasen?). In den Ampullen nehmen die Härchenzellen die Höhe der Cristae ein. Was die histologische Differenzierung anlangt, scheint der Recessus utr. hinter den Ampullen zurückgeblieben zu sein; auf der Crista amp. horiz. findet sich eine flache Cupula terminalis.

Die Anlage der Macula neglecta steht mit der Mac. sacc. in ununterbrochenem Zusammenhang; dagegen verbindet sie mit dem Epithel der Ampulla post. nur mehr eine indifferente,

wenn auch etwas höhere Epithelbrücke. Die Nervenendstellenanlage im Sacculus zeigt noch keine Differenzierung in Stütz- und Härchenzellen; ebensowenig die Papilla bas. und lagenae.

Man findet an der medialen Wand der Cochlea den grossen, nach vorne gelegenen und den kleinen, hinteren Epithelwulst¹⁾; beide treten deutlicher hervor als früher, dehnen sich auch auf eine längere Strecke aus, doch ist es zu einer scharfen Zellen-differenzierung noch nicht gekommen; zwischen den beiden Wülsten besitzt das Epithel eine schmale, kernfreie Lumenrandzone, der die dünne Membrana tectoria ziemlich hart aufliegt. Diese Membran ist auf der Höhe des grossen und kleinen Epithelwulstes befestigt, sonst frei.

Die laterale Schneckenwand besteht aus einreihigem Epithel, das, ähnlich wie das des Ductus endol., eine kernfreie Aussenrandzone zeigt.

Etwa in der halben Höhe der Cochlea beginnt am vorderen Ende des grossen Wulstes eine Einziehung der medialen Wand — die erste Andeutung der Crista spiralis, — die durch unverdichtetes Mesoderm dargestellt wird.

Die Papilla lagenae, von der Papilla bas. durch einen Streifen niedrigeren Epithels nur wenig deutlich getrennt, liegt in unmittelbarer Nähe der vorderen Cochleakante, aber grösstenteils auf die laterale Wand verschoben; sie beginnt in der Mitte derselben und zieht an Dicke zunehmend bis zur Schnecken spitze hinunter. Sie besitzt einen auffallend breiten, protoplasmatischen Innenrand, dem bedeutende Mengen einer krümmlichen Substanz aufgelagert sind (Otholith.) Die Zahl der Mitosen ist gering.

Die Labyrinthkapsel wird grösstenteils durch ein zellreiches Mesenchym dargestellt, das in den unteren Partien die ersten Anzeichen beginnender Knorpelbildung zeigt; im Gegensatz dazu

¹⁾ S. Krause (16).

bestehen die obersten Kapselteile aus nur wenig verdichtetem Zwischengewebe. Ebenso ist in der Ausdehnung der späteren perilymphatischen Räume das Mesenchym sehr zellarm. Die Septa semicircularia sind angelegt; die Bogengänge liegen in ihrer Kapsel exzentrisch.

Die zweigeteilte Columella ist in Verknorpelung begriffen; die Paukenhöhle mäfsig weit.

Die Basalmasse ist zwar stark reduziert, aber noch nicht vollständig geschwunden: sie findet sich vor allem in ziemlicher Menge entlang der medialen Wand des horizontalen Bogenganges, dessen Ampulle sie jedoch freilässt; ferner füllt sie die Furche F, über die das Mesenchym glatt hinwegzieht, vollkommen aus. Ihre Struktur ist die gleiche wie früher; nur macht es den Eindruck, als ob sie an einzelnen Stellen dichter wäre und dort zeigt sie auch eine schwach blaue Färbung (Hämatoxylin); an den anderen Stellen ist die Masse glashell und ungefärbt.

Stadium 8. (Embryo 12).

(Figuren 15 und 16 auf Tafel 5).

»Der Embryo hat eine grösste Länge von 8 mm und eine Kopflänge von 6 mm; er gleicht ziemlich genau dem Embryo 123 der Petersschen Normentafel (Fig. 32). Differenzen entsprechend der Spezies sind natürlich vorhanden: die Extremitäten sind beim Gecko relativ weiter entwickelt; die Lidspalte grösser, die Lider als deutliche Falten sichtbar; die Cornea relativ dünn; sowohl in der Retina als im Opticus Pigment. Der äussere Gehörgang ist beim Gecko tiefer als bei Lacerta, Naseneingang epithelial geschlossen. Im Unter- und Oberkiefer, sowie in der Clavikel Knochenanlage«. (Tandler und Kantor).

Der wichtigste Fortschritt, welchen dieses Stadium gegenüber dem vorhergehenden zu verzeichnen hat, ist die weitgehende Abtrennung des Sacculus vom Alveus communis: die beiden Vorhofsäckchen sind nur mehr durch ein kleines Loch — Foramen utriculo-sacculare — in Communication. Es hat die Form einer Ellipse, deren Längsdurchmesser ca. $80\ \mu$, deren querer Durchmesser ca. $30\ \mu$ misst.

Diese Abschnürung ist das gemeinsame Werk der 4 Furchen, welche im vorigen Stadium nur wenig tief eingedrungen waren, seither aber im früher angedeuteten Sinn weiter eingeschnitten haben. Den kompliziertesten Weg hat jene Furche gemacht, welche am oberen Rande der Mündungsöffnung des Ductus endol. angegriffen hat (s. Taf. Fig. 13, c.) (Der Verlauf dieser Furche ist an den Textfiguren 1 und 2 auf Seite 31 gut zu verfolgen; sie ist dort mit c bezeichnet.) Sie war bisher in genau senkrechter Richtung von oben nach unten vorgedrungen und hatte den Ductus endol. aus der medialen Wand des Utriculus abgeschnürt; im Stadium des Embryo 9 ist sie ungefähr auf ihrem tiefsten Punkte angelangt und schlägt nun eine andere Richtung ein; sie biegt nämlich in einem rechten Winkel nach der lateralen Seite hin ab: die obere Wand der sich so vorstülpenden Falte wird zur unteren Wand des Utriculus, die untere Faltenwand zur oberen Wand des horizontal verlaufenden Ductusabschnittes. Nach kurzem Verlauf in horizontaler Richtung krümmt sich die Furche ein zweitesmal in einem etwas grösseren als rechten Winkel nach aufwärts, und es wird die mediale Wand dieses aufsteigenden Furchenstückes zur unteren Hälfte der lateralen Utriculuswand, dagegen nimmt die laterale Begrenzung der Furche an der Bildung der medialen Sacculuswand teil (s. Textfig. 2, Furche c). Die Furche y (Fig. 14 und Textfigur 1 und 2) schneidet oben an der lateralen Alveuswand ein; sie ist im Stadium des Embryo IX. noch wenig tief, dringt aber dann zunächst in horizontaler Richtung medial vor, um bald nach unten

abzubiegen; so erzeugt sie eine Falte, die der früher beschriebenen gerade gegenüberstehend mit ihrer medialen Wand dem Utriculus, mit ihrer lateralen dem Sacculus angehört. Durch diese zwei Furchen oder die ihnen entsprechenden Falten wird also die Kommunikationsöffnung zwischen Utriculus und Sacculus im Höhendurchmesser stark verkleinert. Es fehlt nun noch die Verengerung in anteroposteriorer Richtung; diese wird herbeigeführt durch zwei ebenfalls schon von früher her bekannte Furchen: die eine von diesen (Fig. 14, b) dringt von vorneher zwischen Recessus anterior utric. und Sacculus ein und vereinigt sich mit zunehmender Tiefe mit der Furche y. Die zweite liegt zwischen Sinus posterior utric. und medialer Sacculuswand — sie ist der untere Abschnitt der bei der Beschreibung des Stadium 7 erwähnten tiefen Rinne F (Fig. 13); der obere Abschnitt der letzteren hat kaum einen nennenswerten Fortschritt gemacht; — diese Falte nun liefert mit ihrer lateralen Wand die mediale Begrenzung des oberen Cochleaabschnittes, mit ihrer medialen teilweise die des Sinus posterior utric. und des Utriculus.

Es erübrigt noch die Verfolgung einer fünften Furche (Textfig. 1 und 2, z), die als leichte Einziehung der medialen Sacculuswand unterhalb der Ductusmündung ebenfalls schon beim Embryo 9 (Stadium 7, Fig. 13, z) zu erkennen war, einstweilen aber parallel dem unteren Stück der Furche c (Textfig. 2) sich entwickelt und so die Verlagerung der Ductusmündung nach oben bewirkt hat.

Bei der Beschreibung des vorliegenden Labyrinthes gehe ich vom Utriculus aus und halte mich, was dessen Abgrenzung von der Umgebung betrifft, zunächst an die Angaben von Retzius, die zwar sicher nicht einwandfrei, aber wenigstens bestimmter sind als die der anderen Autoren. Der von Retzius als Utriculus bezeichnete, bei der Betrachtung der medialen Seite dieses Modells (Fig. 15) gut zu überblickende Raum stellt

eine von hinten oben nach vorne unten ziehende Röhre dar, die in diesem Stadium an ihrem hinteren Ende kolbig aufgetrieben ist (U. p.); dieser letztere unmittelbar mit dem Sacculus kommunizierende Abschnitt — man kann ihn, als das Analagon des von Retzius bei den Säugern so genannten Teils, Utriculus proprius nennen — ist der Mündungsraum der Bogengänge, deren Endstücke keineswegs scharf von ihm abgegrenzt sind, vielmehr ganz allmählich in ihn übergehen; der horizontale Bogengang bildet mit seinem hinteren Ende die obere Wand, die Kuppel (K.), des Utriculus proprius; er mündet hart hinter und oberhalb des Foramen utriculo-sacculare, von diesem nur durch eine Falte getrennt. Der Sinus superior (ss. s. Crus commune der verticalen Bogengänge) geht von der medialen Wand des Utriculus, nicht von dessen oberem Ende ab. An der vorderen Wand ist eine Grenze zwischen Sinus superior und Utriculus in Form einer mächtig tief einschneidenden Rinne (r. Fig. 15) zu sehen, welche von der hinteren Utriculuswand kommend, medial vom Mündungsstück des horizontalen Bogenganges auf die vordere Wand übergeht, um hier noch ein Stück nach abwärts zu ziehen; sie stellt einen Ausläufer der Furche F (Fig. 16) dar. An der hinteren Utriculuswand ist eine solche Abgrenzung nicht vorhanden; doch kann man immerhin auch hier zwei übereinanderliegende Abteilungen erkennen, von denen die obere, genau medial vom Mündungsteil des horizontalen Bogenganges gelegene, gleichmäßig breit verläuft und dem Sinus superior entspricht, während die untere, lateral ausladend und dadurch an Breite beträchtlich gewinnend, die hintere Portion des Utriculus proprius darstellt.

Aus dem vorderen unteren Pol des Utriculus proprius geht — als zweite Abteilung des Utriculus — eine Röhre (U., Fig. 15) ab, die in horizontaler, ein wenig nach unten geneigter Richtung nach vorne zieht, um nach kurzem Verlauf in den Recessus anterior utric. (r. a.) einzumünden. Dieser letztere ist bei weitem

grösser, als der Utriculus proprius; er übertrifft ihn etwa um das Doppelte. Sein Querschnitt hat ungefähr die Form eines Dreieckes, dessen Basis durch die mediale Wand gebildet wird. Nach der lateralen Seite wendet der Recessus eine Kante, die sich hart an die vorderen Ampullen anlehnt, durch eine tiefe Rinne von diesen getrennt.

Aus dem hinteren, unteren Pol des Utriculus proprius geht ganz analog dem röhrenförmigen Abschnitt des Utriculus der Sinus posterior (Fig. 15, s. p.) nach hinten ab; er ist vom Utriculus proprius nicht abzugrenzen, indem sein trichterförmiges Anfangsstück mehr allmählich aus diesem hervorgeht. Auch ist sein Verlauf ein kürzerer als der der gegenüberliegenden Röhre. Wie sich an diese der Recessus utric, so schliesst sich an den Sinus inferior die hintere Ampulle (A.) mit dem Unterschied, dass die letztere den Sinus an ihrem unteren Pol aufnimmt, während der Recessus sich nach abwärts vom vorderen Ende des Utriculus ausdehnt. Im ganzen macht dieser Teil des Labyrinthes von der medialen Seite (Fig. 15) den Eindruck, dass sich der Utriculus pr. unten gleichmässig in zwei Schenkel spaltet, von denen der vordere den röhrenförmigen Abschnitt des Utriculus, der hintere den Sinus inferior darstellt. Die Form lässt sich mit einem auf den Kopf gestellten Y vergleichen, die Teilung in die Schenkel ist eine ganz gleichmässige, und wenn man überhaupt von einem selbständigeren Hervortreten eines der beiden Abschnitte sprechen darf, so kann man es nur dem zwischen Utric. propr. und Recessus anter. liegendem zuerkennen. Durch eine sehr grosse Öffnung, welche in der vorderen Wand des Recessus anter. liegt und deren untere Hälfte zum grössten Teil einnimmt, kommuniziert der Recessus mit den vorderen Ampullen (Fig. 15). Schon die äussere Ansicht dieser Gebilde, besonders von der medialen Seite her, erweckt den Eindruck, dass es namentlich die Ampulle des sagittalen Bogenganges ist, die in

unmittelbarer Verbindung mit dem Utriculus steht¹⁾, eine Annahme, die durch die Inspektion des Hohlraumes bestätigt wird; man sieht dabei, wie die von der lateralen Seite her sichtbare Furche (o.) als stark vorspringende Falte eine doppelte Wand zwischen horizontaler Ampulle und Recessus bildet, während die sagittale Ampulle in den letzteren mit ihrer vollen Breite einmündet. Das Verhältnis der beiden Ampullen zu einander ist aus der Oberflächenbetrachtung leicht zu erschliessen: sie liegen übereinander, durch eine mäßig tiefe Einziehung getrennt, die horizontale, überdies etwas lateralwärts verschoben und kommunizieren breit miteinander; an beiden ist eine der Crista entsprechende Furche (c) zu sehen: sie liegt in der vorderen Ampulle am Boden und verläuft in frontaler Richtung, in der äusseren Ampulle dagegen an deren lateraler Wand und verläuft sagittal.

Wenn man die Lage der Ampulla horizontalis (Fig. 16) in diesem Stadium mit der im früheren Labyrinth (Fig. 14) vergleicht, so findet man, dass sie eine Verschiebung nach vorne oder besser eine Drehung erfahren hat, durch welche ihr hinterer Pol nach oben verlagert wurde; die Crista ampull., die früher fast vertikal verlief, ist jetzt in nahezu horizontale Lage geraten und die beiden Zipfel, welche die Crista begrenzen, liegen nicht mehr hintereinander, sondern übereinander. Diese ganze Änderung ist wohl einem in diesem Zeitabschnitt besonders starken Wachstum des horizontalen Bogenganges und zwar vornehmlich dessen horizontal verlaufendem Stück zuzuschreiben; eine Messung der Bogengänge in den beiden Stadien ergibt nämlich folgendes:

Stadium 7. Vorderer Bogengang: 1,04 mm, hinterer B. 0,75 mm,
ä. B. 0,71 mm.

Stadium 8. Vorderer Bogengang: 1,32 mm, hinterer B. 1,19 mm,
ä. B. 1,09 mm.

¹⁾ S. Hasse, Anatom. Studien, pag. 730 (Crocodile).

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass der horizontale Bogengang in der Tat viel stärker gewachsen ist, als der vordere: (hätte er nur im selben Verhältnis wie letzterer an Länge zugenommen, so hätte er erst eine Länge von 0,9 mm erreicht). Es zeigt sich aber weiter, dass der hintere Bogengang von allen am stärksten gewachsen ist.

Die Ampulla posterior (Fig. 16, A.) ist an den Sinus inferior angeschlossen; sie hat ausser ihrer Grössenzunahme keine wesentliche Veränderung erfahren; ihre Crista verläuft frontal.

Der vordere Bogengang (c. a.) hat seine Richtung beibehalten, unterscheidet sich auch sonst wenig von seinem früheren Verhalten; nur sein Anfangsstück an der Ampulle ist deutlicher differenziert und man kann jetzt gut erkennen (Fig. 16), dass der Bogengang nicht aus dem vorderen Ende seiner Ampulle, sondern aus deren Boden hervorgeht, sich anfangs nach unten begibt und erst nachdem er sich Uförmig aufgebogen hat, in das aufsteigende Stück übergeht. Von dem horizontalen Bogengang (c. e.) war schon vorhin die Rede: sein starkes Wachstum war die Ursache der Drehung seiner Ampulle, die dadurch auch dem sagittalen Bogengang genähert wurde. Dass namentlich das rein horizontal verlaufende Stück des lateralen Bogenganges es ist, (es lassen sich auch hier wie im vorigen Stadium, die drei Abschnitte unterscheiden), das diese Veränderungen herbeigeführt hat, geht auch daraus hervor, dass der erste Abschnitt des Bogenganges viel stärker senkrecht aufsteigt als früher. Der Mündungsteil tangiert, aber überschreitet nicht eine Ebene, die man sich durch die Ampulla posterior und das Crus commune gelegt denkt; das Ende des Mündungsteiles bildet die Kuppel des Utriculus proprius. Die Überkreuzung des horizontalen mit dem hinteren Bogengang, die schon im vorigen Stadium zu erkennen war, hat weitere Fortschritte gemacht; der aktive Teil ist offenbar der hintere Bogengang, von dem auch früher gezeigt wurde, dass er der

am stärksten gewachsene ist. Auch sonst lässt er gegen früher wesentliche Unterschiede erkennen: der Winkel, den eine durch ihn gelegte Ebene mit der des vorderen Bogenganges bildet, ist kleiner als ein rechter; sein Endstück stösst mit dem des vorderen Bogenganges sogar unter einem auffallend spitzen Winkel zusammen; dabei ist noch hervorzuheben, dass das Ende des hinteren Bogenganges um ein bedeutendes höher liegt, als das des vorderen, dass also die Spitze des Crus commune nur vom ersteren gebildet wird (s. Fig. 16).

Der Sacculus (S.), dessen Abschnürung schon beschrieben wurde, hat eine unregelmässige, annähernd eiförmige Gestalt, ist seitlich etwas abgeplattet und übertrifft mit einem vertikalen Durchmesser von ca. $440\ \mu$ den des Utriculus propr. bedeutend; mit diesem kommuniziert er noch weit durch das Foramen utriculo-sacc., welches sich in der Höhe zwischen oberem und mittleren Drittel der medialen Wand befindet. Mit dieser Wand liegt der Sacculus dem Utric. pr. dicht an.

Wenn man die Lagebeziehungen des Sacculus zu den übrigen Labyrinthabschnitten ins Auge fasst und mit den Verhältnissen des Modells vom Stadium 7 (Fig. 14) vergleicht, so fällt folgendes auf: die untere Spitze des Sacculus steht hier genau im Niveau des Daches des Recessus anter. utric.; der obere Pol erreicht die Höhe der dem Utric. propr. angehörigen Kuppel, sodass bei einer Ansicht von der lateralen Seite der Mündungsteil des lat. Bogenganges vom Sacculus vollständig verdeckt wird. Überdies berührt das Dach des Sacculus fast den hinteren Bogengang und rückt andererseits in die unmittelbare Nähe des vorderen Bogenganges. All das macht zunächst den Eindruck, dass der Sacculus eine Aufwärtsbewegung vollzogen hat; sicher hat auch eine solche stattgefunden. Dass sie aber die alleinige Ursache dieser Erscheinungen ist, kann deshalb nicht behauptet werden, weil andererseits der Recessus anter. utric. und mit ihm die vorderen Ampullen durch starkes

Wachstum des vorderen Utriculusabschnittes (des röhrenförmigen Teils) eine beträchtliche Senkung erfahren haben (Vergleich mit dem Stand der hinteren Ampulle!) und ferner der untere Sacculuspol, wenn man seine Beziehung zur Ampulla posterior berücksichtigt, gegen früher keine bedeutende Lageänderung aufweist. Es darf aber andererseits nicht übersehen werden, dass die Spitze der Lagena, obwohl die Cochlea bedeutend grösser geworden ist, ebenfalls nach aufwärts gerückt ist, und dieser Umstand spricht vor allem dafür, dass in der Tat der Sacculus ganz aktiv aufwärts gewandert ist.

An der Cochlea muss wieder das Anfangsstück (Fig. 16, C.) von dem übrigen etwa doppelt so langen Teil unterschieden werden. Das erstere beginnt mit einer Öffnung, die in der oberen Hälfte der hinteren Sacculuswand gelegen von der Form einer länglichen Ellipse ist und 0,1 mm im Höhendurchmesser und ca. 0,04 mm im mediolateralen Durchmesser misst; die Verengung dieser Öffnung (vergl. das vorige Stadium) ist durch die schon früher erwähnte Furche (J.) herbeigeführt worden, welche den oberen Teil der Schnecke aus dem Sacculus abgeschnürt hat; das Dach des Sacculus geht unmittelbar in die obere Wand der Cochlea über¹⁾. Das Anfangsstück der Cochlea erweitert sich unten trichterförmig und setzt sich in die breite Cochleapartie so fort, dass seine mediale, gleichzeitig etwas nach hinten gekehrte Wand ohne Grenze ganz allmählich in die entsprechende Wand des unteren Abschnittes übergeht, dagegen seine vordere Wand stark ausgebaucht in die gleichnamige Wand der Lagena (L.). Die Ausbauchung der Lagena berührt den Sacculus. Die Gestalt der namentlich in mediolateraler Richtung stark gewachsenen Cochlea ist unregelmässig pyramidenförmig; sie setzt sich aus der Pars basilaris (P. b.) und der Lagena zusammen; die Pars bas. (Fig. 15 u. 16) liegt hinten und medial, die Lagena vorne und etwas lateral. Eine Grenze zwischen dem

¹⁾ In der Zeichnung nicht zu sehen.

beiden gibt an der medialen Seite die tiefe, der Mésenchymanlage der Crista spiralis entsprechende Einsenkung (Fig. 15, c. sp.) an der lateralen Wand (Fig. 16) weniger deutlich eine seichte Furche (q.), die von der Spitze der Cochlea eine kurze Strecke nach aufwärts zieht. Die beiden Teile sind auch in vertikaler Richtung gegeneinander verschoben: die Pars basil. reicht nämlich neben dem Sacculus hoch hinauf, dagegen unten nicht bis zur Cochleaspitze, die also ausschliesslich von der Lagena gebildet wird; die letztere aber ragt wieder nur bis in das Niveau des Sacculusbodens hinauf. Wenn man die Lage der beiden Abschnitte zueinander an diesem und dem vorigen Modell vergleicht, so findet man — und es ist dies namentlich an der Spitze sehr deutlich — dass die Cochlea eine leichte Drehung um eine Längsachse entgegen dem Sinne der Uhrzeigerbewegung gemacht hat, sodass die Lagena nach der lateralen, die Pars bas. nach der medialen Seite gedreht wurden.

Der Ductus endol. (d. e.) mündet in die mediale Wand des Sacculus etwa 60μ unter dem Foramen utriculo-sacc. mit einer engen Öffnung; er biegt sich von hier auf seinem Verlaufe zur Schädelhöhle hakenförmig um den Utriculus proprius, dessen Boden dicht angeschmiegt nach oben, um nun senkrecht aufzusteigen und ein kurzes Stück unter der Spitze des Sinus superior in den Saccus endol. einzumünden. Der Ductus hat sich gegen früher im Querschnitt kaum mehr verengert; die Krümmung, die er am vorigen Modell zeigte, ist hier nicht mehr vorhanden. Der Saccus endol. ist mächtig angewachsen, sein grösster Durchmesser beträgt ca. 0,9 mm (vorig. Stadium 0,6 mm) und überragt das obere Labyrinthende um etwa 0,3 mm (vor. Stad. 0,15 mm). Eine durch den Ductus gelegte frontale Ebene trifft gerade den hinteren Pol des Saccus endol., der sich somit nur nach vorne hin (Fig. 15) ausdehnt. Die Sacci endol. der beiden Seiten liegen auf der Tela chorioidea ventriculi quarti und berühren sich in der Medianebene.

Bei der Untersuchung des Labyrinthwandepithels muss wieder die obere Hälfte von der unteren gesondert betrachtet werden. Das Epithel des Utriculus propr., seines Sinus superior und der Bogengänge ist durchwegs einreihig und besteht z. T. aus Plattenzellen, zum kleineren Teil aus kubischen bis zylindrischen Zellen; während aber diese relativ geringen Schwankungen ($4,2-6\mu$) hinsichtlich ihrer Ausbreitung scheinbar keinerlei Gesetzmäßigkeit unterliegen, zeichnet sich die Wand des horizontalen Bogenganges allenthalben durch ihre grössere Dicke aus. Die Wanddicke der drei Bogengänge nimmt von oben nach unten zu.

Eigentümliche Verhältnisse zeigt ein Epithelstreifen, der sich an der medialen Wand des Sinus superior utric. von dessen Spitze etwa 250μ abwärts erstreckt und eine Breite von ca. 140μ aufweist; sein Epithel ist 20μ hoch (in der unmittelbaren Umgebung misst das Epithel nur 4μ); es ist aber auch nur einreihig und verdankt seine besondere Höhe einer peripheren breiten Protoplasmazone, während die Kerne sowohl ihrer Gestalt als ihrer Lage nach keinen Unterschied gegenüber der Umgebung aufweisen. Es ist dieselbe Epithelform, die sich ganz regelmäßig im Saccus und Ductus endol. findet.

Am Epithel der Ampullen sind wieder drei Typen zu unterscheiden: das Neuroepithel, dann das in dessen Umgebung befindliche hohe Epithel und das niedrige, indifferente Epithel der übrigen Wandteile. Die zweite Art verbindet vorne die Maculae der vorderen Ampullen untereinander und mit der des Recessus anter. Das Epithel der Maculae der Ampullen ist sehr hoch, die Crista ampull. ziemlich stark vorspringend; die Stützzellen sind an der Basis in mehreren (3—4) Reihen angeordnet, ihre Kerne teils schwach, teils sehr stark (Teilungsphasen?) gefärbt. Die Härchenzellen liegen in einer Reihe dem Lumenrand an, haben einen blassen, bläschenförmigen Kern und sind mit kurzen Härchen versehen. Die hutförmige Cupula termin. ist am

grössten in der horizontalen, am kleinsten in der hinteren Ampulle. Eine Raphe lässt sich nirgends nachweisen.

Bei der Beschreibung des Epithels der Pars inferior labyrinthi ist es vorteilhaft, mit der Cochlea zu beginnen. Man kann die Papilla basilaris als vollkommen isoliert von der Papilla lagenae betrachten, wenn auch das zwischen den beiden gelegene Epithel höher ist, als das der übrigen indifferenten Wand. Die laterale Cochleawand ist, soweit sie der Pap. bas. gegenüberliegt, so dünn (ca. $1,6\mu$), dass ihre Messung Schwierigkeiten macht; es ist dies die Reissnersche Membran; etwa 260μ oberhalb der Cochleaspitze beginnt diese Wand wieder dicker zu werden.

Genau in der Mitte der Cochlea beginnt die Pap. lag., die sich an der vorderen Schneckenwand¹⁾ ausbreitet; ihr Anfang liegt in jenem Teil derselben, welcher sich, wie früher erwähnt, unter den Boden des Sacculus vorbuchtet; sie dehnt sich nach unten zu bis zur Schneckenspitze aus und greift mit ihrem lateralen Rand auf die äussere Schneckenwand über. Sie besteht aus mehreren Reihen an der Basis angeordneter Stützzellen, deren Kerne dicht gedrängt aneinander liegen, und aus den in der Innenrandzone gelegenen Härchenzellen; Härchenbesatz ist nicht nachweisbar. Der Pap. lag. liegt eine körnige Masse dicht an, deren Elemente ziemlich regelmässig geformt sind — teils spindelige, teils kugelige, nur selten ganz unregelmässige Gestalt haben —; die Körner sind hier und da isoliert, meistens aber in kleineren Paketen angeordnet, namentlich aber an den Rändern der Macula derart miteinander verbacken, dass die Unterscheidung der einzelnen Elemente nicht mehr möglich ist (Otolith). Der mediale (hintere) Rand der Pap. lag. geht ziemlich plötzlich in

¹⁾ Zur besseren Orientierung sei hervorgehoben, dass die vordere Schneckenwand der inneren — Modiolus — Wand der Säugerschnecke entspricht, während die hintere Wand der äusseren, zwischen Membrana Reissneri und Ligamentum spirale liegenden Wand der Säugerschnecke entspricht.

ein einreihiges Zylinderepithel ($10-12\ \mu$) über, welches nach hinten hin die Verbindung mit dem grossen Epithelwulst herstellt. Das hohe Epithel der medialen Schneckenwand, das grösstenteils dem grossen Epithelwulst angehört, erreicht unten nicht die Spitze der Cochlea, hängt aber oben mit der Neuroepithelanlage des Sacculus ununterbrochen zusammen. Es zeigt eine ziemlich breite ($8-10\ \mu$) kernfreie Aussenrandzone und einen ebensolchen, nur viel schmäleren Lumenrand; die grossen, bläschenförmigen und sehr schwach gefärbten Kerne liegen also in der Mitte. Nach hinten hin wird der grosse Epithelwulst niedriger und geht in den kleinen über; an manchen Stellen ist zwischen den beiden eine seichte Mulde, deren Grund von einem Streifen rein protoplasmatischen Epithelrandes gebildet wird, zu bemerken; in diesem Falle spannt sich über die Mulde eine sehr dünne Membran (*Membrana tectoria*, Corti). Der kleine Epithelwulst erstreckt sich der Länge nach nicht so weit wie der grosse, da er zwar hoch oben bereits beginnt, unten aber ca. $200\ \mu$ früher endet. Der grosse Epithelwulst setzt sich nach oben durch das Foramen sacculo-cochleare unmittelbar in die Neuroepithelanlage des Sacculus fort, nimmt aber dabei kontinuierlich an Höhe ab, so dass er im Bereich der genannten Öffnung nur mehr $30\ \mu$ misst. Die Neuroepithelanlage des Sacculus zeigt genau dieselben Eigenschaften wie der grosse Epithelwulst, ist aber in ihrem oberen und unteren Abschnitt etwas verschieden, indem in letzterem die rein protoplasmatische Lumenrandzone breiter ist als oben und sich in ihm auch schon Härchenzellen nachweisen lassen. Der unteren Partie der Nervenendstelle liegt auch der Otolith auf, der zwar schon wesentlich grösser ist als der der Lagena, aber seine grobkörnige Zusammensetzung noch deutlich zeigt.

Durch das Foramen utriculo-sacculare hindurch geht die *Macula sacculi* ohne jede Grenze in die Anlage der *Maculae neglectae* über. Da das Foramen sacculo-cochleare und utriculo-

sacculare ungefähr in gleicher Höhe liegen, so sieht man an einem horizontalen Schnitt durch das Labyrinth — die Längsachse caudocerebral gedacht — wie die Maculae neglectae sich in das Sacculusneuroepithel und dieses wieder sich in das Neuroepithel der Cochlea fortsetzt, sodass hier also noch derselbe grosse Neuroepithelzug besteht, wie er für das vorige Stadium beschrieben wurde, mit dem Unterschied allerdings, dass an dem einen Ende die Macula ampullae post., an dem anderen Ende die Papilla lag. eine gewisse Abtrennung erfahren haben.

Die Maculae neglectae erstrecken sich von dem Foramen utric.-sacc. an der lateralen Wand des Utriculus propr. nach hinten bis zum Sinus inferior, dem sie nur mehr mit einem ganz kleinen Stück angehören, ohne aber mit der Macula amp. poster. in Beziehung zu treten. Ihre Zellen sind noch nicht in Stütz- und Härchenzellen differenziert, die Kerne liegen in drei Reihen übereinander und lassen den Innenrand nicht frei.

Die Wand des Ductus endol. nimmt von der Mündungsstelle bis zum Saccus endol. an Höhe zu, besteht aber durchwegs aus einreihigem Epithel und zeigt wieder den protoplasmatischen Aussenrand. Die Wand des Saccus ist aus sehr niedrigen Plattenzellen zusammengesetzt; er enthält beträchtliche (Kalk?) Massen.

Die Labyrinthkapsel ist durchgehends knorpelig, ebenso die zweiteilige Columella. Die Bogengänge liegen in ihren Knorpelhöhlen exzentrisch; das Mesenchym ist wohl stellenweise sehr zellarm, doch sind sie perilymphatischen Räume noch nirgends ausgebildet.

Stadium 9. (Embryo B).

(Figuren 17 und 18 auf Tafel 6).

»Der Embryo hat eine Kopflänge von 7 mm; er besitzt bereits die typischen Geckkopftoten, hat Nägel an den Zehen, Andeutungen von Schuppen am Rumpf und an den Extremitäten Die Ohrkapsel zeigt noch keinerlei Verknöcherung,

die Retina ist geschichtet, Iris gut entwickelt, Pupille noch rund und nicht oblong, mit Kerben versehen, wie im nächst älteren Stadium und beim Erwachsenen Der Embryo gleicht ziemlich dem Embryo 125 der Petersschen Normentafel (Fig. 34).« [T. u. K.]

Dieser Embryo befindet sich in einem Stadium knapp vor dem Auskriechen. Obwohl er von dem vorhergehenden zeitlich sicher weit entfernt ist, hat doch das häutige Labyrinth keine prinzipiellen Veränderungen mehr erfahren; dass es andererseits auch von dem des erwachsenen Gecko nicht wesentlich verschieden ist, geht aus einem Vergleich mit der Retziusschen Beschreibung (29), der im folgenden durchgeführt werden soll, hervor. Es dürfte daher kein Fehler sein, wenn dieser Embryo anstatt eines Erwachsenen als letzter beschrieben wird. Zwar habe ich zwei Köpfe erwachsener Tiere in Celloidinserien geschnitten, doch zeigte es sich beidemale, dass das häutige Labyrinth vollständig kollabiert und zur morphologischen Beschreibung daher ungeeignet war. Vorausgesetzt, dass der von Wiedersheim angegebene Verlauf des Ductus endol. ausserhalb der Schädelhöhle den tatsächlichen Verhältnissen entspricht, könnte man die erwähnte Erscheinung am fixierten Labyrinth durch Ausfliessen der Endolympe beim Köpfen des Tieres erklären.

Der Utriculus (Fig. 17, U.) hat sich sowohl der Form als der Grösse nach geändert; ein Vergleich des vorliegenden Labyrinthmodells mit dem früheren (Fig. 15) ergibt in dieser Hinsicht folgendes:

Der grosse, durch seine Weite sowohl vom horizontalen Bogengang als auch vom röhrenförmigen Anteil des Utriculus verschiedene Raum, welcher im Labyrinth des vorigen Stadiums zwischen Sinus superior und Sacculus gelegen war (Fig. 15, U. p.), ist am vorliegenden Modell verschwunden; die Furchen zu beiden Seiten desselben (s. Fig. 15, δ u. r.) haben tiefer eingeschnitten und dadurch die ganze Partie, die einen Teil des Utriculus zu

bilden schien — es lag ja auch das Foramen utric.-sacc. in ihrem Bereich — dem horizontalen Bogengang einverleibt. Durch das Vordringen der lateralen, zwischen Sacculus und dem Teil U. p. gelegenen Furche (s. Fig. 15, δ .), welche den obern Rand des Foramen utric.-sacc. bildete, ist dieses nach unten verlagert worden. (Es ist hiermit gleichzeitig die Erklärung gegeben, warum das Foramen utric.-sacc. immer hart unter der Mündung des Canalis horizontalis gelegen ist.)

Es wurde bereits bei der Beschreibung des Utriculus im vorigen Stadium erwähnt, dass die Abgrenzung dieses Labyrinthabschnittes von den verschiedenen Autoren keineswegs in der gleichen Weise vorgenommen wird. Retzius gibt speziell für den *Platydictylus* folgendes an: »Der Utriculus stellt eine ziemlich lange und weite, zylindrische, viel langsamer als dies bei den Reptilien sonst der Fall ist, nach vorne, unten sich senkende Röhre dar, welche sich vorne erweitert und in den *Recessus utric.* übergeht, hinten sich dagegen in stumpfem Winkel zum *Sinus posterior* umbiegt, nach oben den *Sinus superior* aussendet und an der lateralen Seite ihres Zusammenflusses mit den beiden *Sinus* das hintere Ende des äusseren Bogenganges aufnimmt«. Versucht man nun die Retziussche Definition des Utriculus auf das vorliegende Labyrinth anzuwenden, so findet man folgendes: in der Ansicht von der medialen Seite (Fig. 17) liegt im Zentrum des Labyrinthes ein Gebilde, dessen Form schon früher mit der eines gestürzten Y verglichen wurde. Der vertikale Schenkel ist das *Crus commune* (Fig. 17, S. s.), der von diesem nach hinten abzweigende der *Sinus posterior* (s. p.) und der nach vorne ziehende der Utriculus (U.) [*Utriculus proprius* nach Hasse und Retzius]. Von diesen drei Röhren ist die erste die längste; der Weite nach sind sie kaum wesentlich verschieden, wie auch die Bilder von Retzius zeigen. Scharfe Grenzen zwischen ihnen bestehen nicht, ausser der Einknickung zwischen *Utriculus proprius* und *Sinus posterior*, welche aber

nur an der unteren Seite vorhanden ist, dort, wo der Ductus endol. zum Sacculus durchzieht. Die Einmündung des röhrenförmigen Utriculus in den Recessus utric. (r. a.) hat sich etwas geändert; ersterer hat an Breite gewonnen, der Recessus hat sich nach oben ausgedehnt und es mündet daher der Utriculus nicht mehr wie früher am oberen Pol des Recessus, sondern in dessen hintere Wand; doch sind die beiden Teile deutlich von einander abgegrenzt, wie namentlich eine Lateralansicht zeigt, und es stimmt dies nicht zu den Bildern und der Beschreibung von Retzius, welcher einen allmählichen Übergang angibt. Ich möchte aber deshalb nicht annehmen, dass sich diese Verhältnisse beim erwachsenen Gecko soweit im Sinne von Retzius ändern, da der Recessus utriculi von ihm auch in einem andern Punkt nicht ganz richtig dargestellt wird. Betrachtet man nämlich die Bilder, die er vom Labyrinth des Gecko gibt (29. Bd. 2, Taf. 7), so findet man, dass in der Ansicht von der medialen Seite (Fig. 4 von Retzius) der kugelförmige Recessus utric. die Ampulla externa bis auf ein äusserst schmales Randstück verdeckt, und umgekehrt, in der Ansicht von der lateralen Seite (Fig. 5 von Retzius) die der Gestalt nach dem Recessus vollständig gleichende äussere Ampulle den Recessus vollkommen verdeckt. In der ganzen Reihe meiner Labyrinthmodelle zeigen sich aber keine ähnlichen Verhältnisse: von ihrem ersten Auftreten an liegen vielmehr Ampulla ext. und Rec. ant. so zu einander, dass die erstere nach vorne, der letztere nach hinten zu liegt; und wenn sie sich in den ersten Stadien (Stad. 6 u. 7) noch gegenseitig ein wenig verdecken, so ändert sich dies später durch das starke Auswachsen des horizontalen Bogenganges, wie ich gezeigt habe (s. pag. 41) und durch die dadurch bedingte Drehung der Ampulla ext. um ihren unteren Pol derart, dass die ganze vordere Wand des Recessus bei der Ansicht von der lateralen Seite freizutage liegt und umgekehrt die stark gehobene und nach vorn rotierte äussere Ampulle auch in der Ansicht von der medialen Seite ganz zu überblicken ist.

Die Ampullen (Fig. 18) haben an Grösse bedeutend gewonnen. Ihre Lagebeziehungen zueinander und zum Rec. ant. sind im wesentlichen dieselben wie früher; deutlicher sieht man jetzt, dass die laterale Ampulle (D.) in gar keinem Mündungsverhältnis zum Rec. ant. steht, der nur mit der vorderen Ampulle (B.) durch eine stark verengerte Öffnung kommuniziert¹⁾. Die vordere und laterale Ampulle liegen beinahe senkrecht übereinander und nicht, wie bei Retzius, hintereinander. Die Cristae (c.) beziehungsweise die diesen entsprechenden Einziehungen verlaufen wie im Stadium 8; an der lateralen Ampulle findet sich zu beiden Seiten der Crista eine blinddarmförmige Ausstülpung (Fig. 18, Z.), von der Retzius beim Gecko nichts erwähnt; dagegen fand er sie bei Lacerta. Ob der Ampullenanhang, den Rabinowitsch bei der Schildkröte beschreibt, mit diesem identisch ist, ist nicht sicher; er kommt dort nur in der Einzahl vor, scheint aber andererseits viel mächtiger entwickelt als bei Lacerta und *Platydictylus*²⁾; letzterer besitzt die beiden Aussackungen auch im erwachsenen Zustande; ihre Länge beträgt dort ca. 280 μ , das Ende derselben ist kolbenförmig aufgetrieben. Da sie im vorliegenden Stadium nur etwa 100 μ lang sind, so müssen sie in der letzten embryonalen (vielleicht auch postembryonalen) Zeit stark wachsen, entwickeln sich also progredient. Zwischen den beiden verläuft, wie dies Retzius auch für Lacerta beschreibt, der Ramus ampullae horizontalis.

An der hinteren Ampulle (A.) hat sich nichts geändert; durch die Längenzunahme des hinteren Utriculusabschnittes

¹⁾ Diese Verhältnisse scheinen bei den verschiedenen Ordnungen verschiedene zu sein: was die Schildkröten betrifft, so stimmen Kuhn und Retzius überein, dass beide Ampullen miteinander vereinigt in den Rec. münden, während Rabinowitsch die sagittale in die horizontale und diese erst in den Rec. münden lässt, also umgekehrt wie beim Gecko.

²⁾ Über die Bemerkung Rabinowitschs, dass ein solcher Anhang bei Lacerta auch von C. K. Hoffmann (in Bronns Handbuch) beschrieben worden sei, siehe die Einleitung (Seite 7).

(Sinus posterior) ist sie aus ihrer horizontalen in eine etwas aufsteigende Lage gebracht worden.

Auch der Verlauf der Bogengänge ist im wesentlichen derselbe geblieben; es lassen sich wieder an jedem drei Abschnitte unterscheiden: ein bei allen dreien vertikales Anfangsstück, das der Wagrechten sich nähernde Mittelstück und der verschieden verlaufende Mündungsteil. Letzterer hat sich nur bei dem horizontalen Kanal geändert, indem er sich auf Kosten des Utriculus, wie bereits bei der Besprechung dieses Labyrinthabschnittes erwähnt wurde, durch die zu seinen beiden Seiten einschneidenden Furchen (Fig. 15 und 17 *δ. u. r.*) vergrößert hat; er mündet jetzt in den Utriculus, dort, wo der Sinus superior abgeht. Die Endstücke der vertikalen Bogengänge verhalten sich so wie beim Embryo 12, nur ist noch deutlicher zu sehen (Fig. 18), dass die Spitze des Sinus superior ausschliesslich vom hinteren Bogengang gebildet wird, während der vordere etwas tiefer an der Vorderseite des Sinus mündet¹⁾. Die geschilderten Verhältnisse an den Bogengängen des Gecko stimmen mit den von Retzius angegebenen überein; nur den Abgang des lateralen und sagittalen Kanales aus den Ampullen stellt er nicht ganz richtig dar; der laterale Kanal geht aus dem oberen Pol der Ampulle unter allmählicher Verschmälerung derselben und nicht aus ihrer vorderen Wand, scharf von ihr abgesetzt, hervor. Beim sagittalen Bogengang ist das U-förmig gebogene Anfangsstück, das in der Entwicklung immer deutlicher hervortritt, wohl in der Zeichnung angedeutet, aber nicht beschrieben.

Ein Umstand verdient ferner noch hervorgehoben zu werden: das ist die Niveaudifferenz zwischen der vorderen und der hinteren

¹⁾ Es ist sehr zweifelhaft, ob darin der Beginn des Prozesses zu erblicken ist, der bei den Vögeln zur sogenannten Überkreuzung der Bogengänge führt; denn eine Weiterentwicklung der hier angebahnten Verhältnisse müsste zu einer Überwanderung des vorderen durch den hinteren Bogengang führen, während bei den Vögeln das Umgekehrte der Fall ist.

Ampulle. Sie ist von den ersten Stadien an sichtbar und nimmt mit dem Alter des Embryos mehr und mehr zu; am vorliegenden Labyrinth liegt die hintere Ampulle in der Höhe des Daches des Recessus anterior utric., ist also gegen früher wieder um ein gutes Stück nach aufwärts gewandert. Der Grund hierfür mag im folgenden liegen: wie wiederholt erwähnt wurde, mündet der Utriculus in das obere Ende des Recessus utric. (s. Fig. 15); dagegen ist die Ampulla poster. auf den Sinus inferior mit ihrem unteren Pol (sehr deutlich in Fig. 17) aufgesetzt; es wird daher der vordere Abschnitt des Utriculus bei seiner Vergrößerung den Recessus und die mit diesem verbundenen Ampullen nach abwärts drängen, während der hintere Teil des Utriculus bei seiner Vergrößerung die Ampulla posterior heben wird, und das umso mehr, als er eine leicht nach unten konvexe Form annimmt. Ein Beweis für die Richtigkeit dieser Erklärung scheint die Tatsache zu sein, dass die Niveaudifferenz gerade in den letzten Stadien am bedeutendsten geworden ist, entsprechend der ebenfalls in dieser Periode stattgehabten bedeutenden Längenzunahme des ganzen Utriculus. (In den Bildern von Retzius liegen die vorderen und die hintere Ampulle in gleicher Höhe).

Die Pars inferior kommuniziert mit der Pars superior durch den Canalis utriculo-saccularis (Fig. 17, C. u. s.). Er ist, wie auch Retzius angibt, sehr kurz (ca. 15μ) und eng. Seine utriculare Öffnung liegt hart unter der Mündung des horizontalen Bogenanges und zwar derart, dass die laterale Wand des letzteren in die mediale Wand des Canalis utric.-sacc. übergeht. Er verfolgt eine etwas aufsteigende Richtung und mündet in den Sacculus zwischen dessen oberem und mittlerem Drittel. Der Sacculus (Fig. 18, S.) hat sich sowohl der Form als der Grösse nach kaum geändert; vielleicht ist er um ein geringes kleiner geworden. Er liegt in derselben Höhe wie früher, hat also seine Aufwärtsbewegung bereits vollendet. Über seine Lagebeziehung zu den Teilen der Pars superior kann auf die Angaben von Retzius

verwiesen werden, die sehr gut mit dem vorliegenden Modell übereinstimmen. Besondere Beachtung verdienen aber die Verhältnisse des Ductus sacculo-cochlearis (Fig. 18, d. r.). Die Beschreibung, die Retzius von ihm gibt, würde auf das Modell vom Embryo 12 (Stad. 8) sehr gut passen, nicht aber auf das vorliegende; hier geht der Canalis sacc.-cochl. geradezu aus dem Dache des Sacculus allmählich hervor; noch weniger genau aber, als sich infolge dessen die Abgangsstelle bestimmen lässt, liesse sich die Mündung in die Cochlea lokalisieren. Retzius, von der damals allgemein angenommenen Vorstellung ausgehend, dass es sich in diesem Kanal um das Homologon des Canalis reuniens der Säuger handle, übersieht dabei, dass dieser beim Gecko wie bei den übrigen Reptilien unter allmählicher Erweiterung in die Cochlea übergeht, im Gegensatz zu dem der Säuger, wo er von den Gebilden, die er verbindet, als unzweifelhaft selbständiges Organ scharf abgesetzt erscheint. Ähnliche Zweifel scheinen Rabinowitsch über die betreffenden Verhältnisse bei der Schildkröte befallen zu haben; er sagt: »Ich würde mich nicht getrauen, an meinem Objekt in dem breiten röhrenförmigen Anfang der Cochlea ein Homologon des Canalis reuniens Henseni zu erblicken«. Doch verweist er auf den Umstand, dass sein letztes Modell von einem Embryo stammt, der sich »mindestens zwei Wochen vor dem Ausschlüpfen aus dem Ei befindet«. Ich habe dieses Bedenken für den Gecko nicht; dass sich diese Verhältnisse noch wesentlich ändern, glaube ich deshalb nicht, weil sich die ganze übrige Pars inferior in einem der Retziusschen Beschreibung vollkommen entsprechenden Zustand befindet, und überdies der Canalis reuniens auch in den Bildern von Retzius nicht genau an der Cochlea abzugrenzen ist. Die Aufklärung dieser Verhältnisse muss übrigens vergleichend-anatomischen Studien vorbehalten bleiben, wobei namentlich die Anuren besonders zu berücksichtigen wären; hier sei bloss auf diese Frage hingewiesen.

Die Cochlea (Fig. 18) hat sich gegen früher verbreitert und ist in mediolateraler Richtung stark abgeplattet. Im übrigen ist sie genau von Retzius beschrieben worden und seiner Beschreibung ist nichts wesentliches hinzuzufügen. Als besonders charakteristisch verdienen folgende Punkte hervorgehoben zu werden: »die ganze Cochlea besteht aus zwei untereinander offen zusammenhängenden Abteilungen, der Pars basilaris und der Lagena. Die obere, weit grössere Abteilung, Pars bas., liegt dem unteren hinteren Umfange des Sacculus an und steigt hinten am Canalis reuniens auffallend hoch empor Die Pars basilaris von *Platydictylus* und vor allem ihre obere Partie reiht sich in der Tat derjenigen der Krokodilinen nahe an, indem sie sich mit der *Membrana basilaris* und dem Rahmen bedeutend verlängert hat«. Das erwähnte hohe Hinaufragen der Pars basilaris am *Ductus sacc.-cochl.* ist es, was eine scharfe Abgrenzung desselben so erschwert. (Ob dieses das Niveau des *Ductus reuniens* überragende Stück der Pars basil. dem von Nervenendstellen freien *Coecum vestibulare* der Säuger entspricht, kann nicht ohne weiteres entschieden werden. Wahrscheinlich ist es nicht, da es beim Gecko das obere Ende der *Papilla basilaris* trägt, während das *Coecum vestibulare* der Säuger nach Alexander (2) auch im embryonalen Leben niemals die Anlage von Neuroepithel zeigt.

Die Lagena endet in einer Spitze, welche stark nach innen und hinten gekrümmt ist. (L. S.)

Der *Ductus endol.* hat an der Vergrößerung des ganzen Labyrinthes nicht teilgenommen; er erreicht nicht mehr die Spitze des *Sinus sup. utric.*, sondern tritt etwa in dessen halber Höhe in die Schädelhöhle aus, um hier sofort zu einem mächtig entwickelten auf dem Dache des 4. Ventrikels aufgelagerten Sacke anzuschwellen. Aber auch der *Saccus endol.* beschränkt sich nicht mehr auf die Schädelhöhle, sondern tritt aus dieser aus und begibt sich mit zwei breiten Fortsätzen ziemlich weit

unter die oberflächliche Schicht der Nackenmuskulatur. Auf den Rücken reicht er noch nicht weit hinab, wohl ist dies aber beim erwachsenen Gecko der Fall, wie es Wiedersheim, der dieses Organ makroskopisch präpariert hat, beschrieben hat und wovon ich mich an einer Schnittserie überzeugen konnte. Eine Ausdehnung des Saccus nach vorne zur Orbita fand ich dabei nicht, doch ist es immerhin möglich, dass eine solche vorhanden ist. Die Mündung des Ductus endol. in den Sacculus findet ein gutes Stück unterhalb des Canalis utriculo-saccularis statt und das Anfangsstück des ersteren zieht parallel zu diesem.

Es erübrigt noch eine kurze Besprechung der Epithelverhältnisse der Labyrinthwand. Was die indifferenten Wandabschnitte anbelangt, so sind sie durchwegs sehr zart, am dünnsten der Saccus endol. und die laterale Wand des Canalis cochlearis (Membrana Reissneri). Die Nervenendstellen der Ampullen sind im vorliegenden Stadium fast vollständig ausgebildet, doch fand sich eine Raphe weder hier noch beim erwachsenen Gecko. Die Cupula terminalis ist flach pyramidenförmig. Interessant ist, dass die Macula recessus utriculi auch beim Erwachsenen noch mit der Crista ampullae ant. durch hohes Epithel verbunden ist; es erscheint dies aber begreiflich, wenn man bedenkt, dass das Epithel in ziemlich weitem Umkreis um die Cristae amp. erhöht ist, sodass dieses Umgebungsepithel nah benachbarter Nervenendstellen leicht zusammenfließen kann.

Die Verbindung der Crista amp. post. mit dem Neuroepithel der Pars inferior hat hier vollkommen aufgehört. Da der Vorgang der Abtrennung, der mit der Bildung der Maculae neglectae (Retzii und Sarasini) in engstem Zusammenhang steht, unter Heranziehung von Zwischenstadien in einem eigenen Abschnitt besprochen wird, genügt hier eine ganz kurze Darstellung desselben. Die Macula neglecta utriculi (Retzii) ist schon eine scharf umgrenzte, kleine, aber hohe Nervenendstelle. Im Bereich des Foramen utric.-sacc. ist das Epithel (namentlich im utricu-

laren Teil) noch zweireihig (Rudiment der Mac. Sarasini), nimmt im Sacculus an Höhe wieder ab und zieht ohne die Zartheit der lateralen Wandteile zu erreichen zur Macula sacc., die hinsichtlich ihrer Grösse einer Reduktion unterliegt; beim Erwachsenen beschränkt sie sich nur mehr auf das untere Drittel der medialen Sacculuswand. Erstreckt sich aber einerseits von der Macula sacc. nach aufwärts zum Foramen utric.-sacc. hohes Epithel, so findet sich ebensolches auch in der Richtung zum Foramen sacculo-cochleare; hier reicht es aber nur bis zum Ductus reuniens heran, dessen Wand es vollständig frei lässt. Diese Verhältnisse finden sich ganz so auch beim Erwachsenen; auch dieser besitzt im Ductus reun. kein Nervenepithel.

Bei der Betrachtung des histologischen Baues der Cochlea des erwachsenen Gecko erkennt man, dass die Pars basilaris desselben (s. Taf. 7, Fig. 19) von der des Alligator lucius, die Retzius (29. II.) als Paradigma für die Reptilien beschreibt, nicht unerheblich verschieden ist. Die Membrana basilaris selbst ist ähnlich der des Alligators; die Stützzellen der Papilla bas. — die Fadenzellen von Retzius — sind aber beim Gecko nicht in einer, sondern in mehreren Reihen angeordnet. Die Härchenzellen (4—5 an Zahl) sind durchwegs von der Art der »langen Härchenzellen«, kurze sind überhaupt nicht vorhanden. Damit steht die viel geringere Breite der Papilla basilaris des Gecko gegenüber der des Alligator im Zusammenhang, während umgekehrt die des Gecko sich viel höher über die Membrana bas. erhebt. Der äussere Zylinder-epithelwulst (ä. Cw.) ist beim Gecko viel niedriger, aber viel breiter als beim Alligator; ein analoger innerer findet sich überhaupt nicht. Andere weniger bedeutende Unterschiede ergibt einfach der Vergleich der Figur 19 mit den Bildern von Retzius. Es sei hier nur noch darauf hingewiesen, dass meiner Meinung nach die Papilla bas. des Gecko auf einer viel höheren Stufe steht als die der Alligatorschnecke, die sich mehr an die Pap. bas. der Schildkröten anzulehnen scheint.

Auffallend ist die besondere Tiefe des Sulcus spiralis internus und die bedeutende Länge, sowie der überaus zierliche Schwung des Labium vestibulare. Die Entstehung des Sulcus liess sich an meinem Material sehr gut verfolgen; er entsteht nicht durch ein Vordringen des Mesenchyms in der Richtung des späteren Labium vest. Das Mesenchym verhält sich vielmehr vollständig passiv und zeigt in dieser Gegend keinerlei Verdichtung, während der grosse Epithelwulst (Taf. 7, Fig. 21, E. S. i.) unter ganz enormer Dickenzunahme sich an den vor ihm liegenden Abschnitt der medialen Cochleawand anlegt, sodass zwischen den beiden ein schmaler mesenchymerfüllter Spalt (Labium vestib., l. v.) übrig bleibt. Wenn dann der grosse Epithelwulst seine definitive Grösse erreicht hat, geht er durch Verflüssigung seiner Zellen vollkommen zugrunde; die von ihm in das Mesenchym eingegrabene tiefe Rinne ist der Sulcus spiralis internus, der schmale, mesenchymerfüllte Spalt verknorpelt und verknöchert und stellt das Labium vestibulare dar.

II. Zusammenfassung und Vergleichung.

Zur Frage des Ductus endolymphaticus.

Auf die ungemein grosse Literatur dieser umstrittensten Frage der Labyrinthentwicklung kann hier nicht eingegangen werden; immerhin verdient hervorgehoben zu werden, dass R. Krause durch seine Arbeit über »die Entwicklung des Aquaeductus vestibularis sive Ductus endolymphaticus« (15) viel Klarheit in diese Frage gebracht hat, indem er namentlich die geringe Bedeutung der Abschnürungsstelle des Labyrinthbläschens bei der Beurteilung der Homologie des Ductus endolymphaticus ins rechte Licht setzte; trotzdem glaube ich nicht, dass es ihm

gelingen ist, die letzten Zweifel an der Homologie zu beseitigen; und wenn man den Weg verfolgt, den die Autoren bisher in dieser Frage gegangen sind, so ist es nicht verwunderlich, dass sie zu so entgegengesetzten Ansichten gelangen konnten, wie sie heute noch in der Literatur vertreten werden. Es wurde bei den Versuchen zur Entscheidung der Homologiefrage das wesentliche im Entwicklungsprozesse des Ductus nicht berücksichtigt, weil er in seiner wahren Bedeutung nicht voll erkannt wurde.

Untersucht man nämlich die Darstellungen, welche von der Entwicklung des Ductus endolymphaticus in den ersten Stadien gegeben werden, so findet man, dass auch diejenigen Forscher, welche die Auffassung dieses Organs als sekundäre Ausstülpung bekämpfen, für die erste Zeit ein Herauswachsen des Ductus endolymphaticus aus dem Bläschen in kranialer Richtung annehmen. So schreiben Röthig und Brugsch (31): »Diejenige Stelle aber, wo das Bläschen zum letztenmal mit dem Ectoderm in Berührung war . . . , ist die Matrix für den Ductus endolymphaticus.« Auch Denis (7) nimmt ein solches Wachstum an, obwohl er der erste ist, der der Grössenzunahme des Ductus nach unten zu mehr Beachtung schenkt. Die Verhältnisse liegen aber in der Tat anders: Der Ductus endolymphaticus, der, wie auch Krause gezeigt hat, an dem vollständig abgeschnürten Bläschen als dessen dorsalster Abschnitt bereits vorhanden ist, wächst nicht in kranialer Richtung aus, sondern dringt stetig nach unten vor, indem er sich aus der medialen Wand des Labyrinthbläschens abschnürt; sein Baumaterial liefert nicht, wie Röthig und Brugsch meinen, der Punkt, an dem das Bläschen sich abgeschnürt hat, sein Wachstum erfolgt zum geringsten Teil durch eine Teilung der seine Wand bildenden Zellen — man trifft ja zum Beweise in den Querschnitten durch den Ductus nur ausnahmsweise Mitosen, worauf ich schon im speziellen Teile verwiesen habe. — Dieses Wachstum durch

eigene Kraft sozusagen und durch die Arbeit seiner eigenen Zellen hält höchstens gleichen Schritt mit dem Wachstum des übrigen Labyrinthes, ist wahrscheinlich sogar weit geringer als dieses, und wäre nur diese Komponente im Spiel, so könnte der Ductus nie seine — bald grössere, bald geringere — immer aber ganz bedeutende Länge erreichen; dass dies sich wirklich so verhält, geht aus der Betrachtung des Modells vom Embryo β und der folgenden Modelle (bis zum Modell des Embryo XII) klar hervor. Die Spitze des Ductus endolymphaticus überragt trotz dessen fortschreitender Vergrösserung niemals die Spitze des Labyrinthbläschens oder (später) des Crus commune. Nur der Saccus endolymphaticus tritt mit seiner Kuppe über dieses Niveau hinaus. Seine Grössenzunahme dürfte aber im allgemeinen eine passive durch Dehnung und hochgradige Abflachung seines Epithels bedingte sein. Ich fand in der Arbeit von Rabinowitsch (24.) folgende Stelle: »Ich will noch zum Schlusse hervorheben, dass nur die Wände desjenigen Teiles des Ductus endolymphaticus, die dorsalwärts von der Epidermisbrücke liegen, einschichtig sind, in den ventralen Partien dagegen ist die Wand mehrschichtig!«. Gerade beim Gecko aber zeigt der Saccus endolymphaticus noch ein selbständiges und ganz bedeutendes Wachstum; denn er erreicht bei diesem Tier eine enorme Grösse, beschränkt sich nicht nur auf die Schädelhöhle, sondern breitet sich auch auf den Rücken aus. Aber er bildet damit eben eine Ausnahme.

Wenn man durch die Mitte der aufeinanderfolgenden Modelle des Embryo I, β , II und schliesslich γ (Stad. 2, 3, 4 und 5) Frontalschnitte anlegt, so erhält man die in Textfig. 3—6 dargestellten Bilder. Man erkennt bei einer Vergleichung der Fig. 3 und 4, dass der Ductus endolymphaticus nicht nur keinen Fortschritt gemacht hat, sondern bei dem älteren Embryo sogar kleiner erscheint, allerdings nur deshalb, weil bei der Ausstülpung der Plica verticalis die laterale Ductuswand aus ihrer steilen Richtung heraus-

gebracht wurde; dasselbe findet man, wenn man Fig. 4 und 5 vergleicht: der obere Rand der vertikalen Tasche hat jetzt das Niveau der Spitze des Ductus endolymphaticus erreicht, die Wand desselben wurde bei der besonders starken Vergrößerung der Tasche zu deren Bildung mit herangezogen.

Fig. 3.

Frontaler Längsschnitt durch das Labyrinthmodell vom Embryo I..

Fig. 4.

Frontaler Längsschnitt durch das Labyrinthmodell vom Embryo β ..

Ausschlaggebend ist nun aber das Verhältnis der Figuren 5 und 6, in welche ich die Projektion der Ampullenanlagen (A und A') eingezeichnet habe; aus dem Grössenverhältnis der Strecken Ab und Ac (resp. A'β und A'γ) in den beiden Zeichnungen geht nämlich hervor, dass das Wachstum des Labyrinths

Fig. 5.

Frontaler Längsschnitt durch das Labyrinthmodell vom Embryo II.

A Projektion der Ampulla anterior.

in diesem Zeitabschnitt ein in allen Teilen fast vollkommen gleichmäßiges war. Die grosse Entfernung der Spitze der Plica communis vom Mündungsniveau des Recessus labyrinthi ist nicht durch ein weiteres excessives Wachstum der Plica verticalis, sondern durch eine Abschnürung des Ductus endolymphaticus zustande gekommen, welche durch eine Furche bewirkt wurde, die

Fig. 6.

Frontaler Längsschnitt durch das Labyrinthmodell vom Embryo γ .

A' Projektion der Ampulla anterior.

in der Richtung des angezeichneten Pfeiles vorgedrungen ist; der Beweis hiefür liegt in der Abnahme der Entfernung des Punktes d von der Projektion der Ampulla ant. (A'). Hier sei nochmals hervor-
gehoben, dass schon in den frühesten Stadien (Stadium II) eine

Leiste an der medialen Wand deutlich den Teil der medialen Alveuswand angibt, welcher zum Ductus endolymphaticus abgeschnürt wird. Eine solche Leiste sah auch A. Rabinowitsch an einem älteren Stadium eines Schildkrötenembryos und bemerkt dazu: »Diese Falte ist eine ganz frische Ausstülpung, die deutlich zeigt, aus welchem Material der untere Teil des Ductus sich allmählich bildet.« Ich glaube aber gezeigt zu haben, dass der ganze Ductus sich durch Abschnürung gebildet hat, und bin der Meinung, dass er selbst ein aktives Wachstum nur in geringem und vor allem wesentlich schwächeren Grade als das übrige Labyrinth besitzt; wenn seine Spitze bei dem Embryo γ (Fig. 6) die der Plica verticalis überragt, so ist der Grund dafür in der starken Auftreibung des Saccus endolymphaticus (s. e.) zu suchen, von der oben gesprochen wurde; aber der Ductus reicht nur etwa bis zum Punkte e.

Mit dieser Ansicht von der Bildung des Ductus endolymphaticus steht dann auch in guter Übereinstimmung die weitere, in den späteren Stadien sich vollziehende Verlagerung seiner Einmündungsstelle; was diesen Prozess betrifft, kann ich auf das bei der Beschreibung des Stadium 8 (Embryo 12) Gesagte verweisen; daran anknüpfend lässt sich auch zeigen, was namentlich die Betrachtung der Textfiguren 2, 7 und 8 lehrt, wie das merkwürdige Verhältnis des Canalis utriculo-saccularis zum Recessus labyrinthi bei den Säugetieren leicht aus den beim Gecko (und den Reptilien überhaupt) bestehenden abgeleitet werden kann. Wie ja durchwegs durch bessere Ausbildung der schon bei den niedrigeren Ordnungen vorhandenen Furchen die Labyrinthabschnitte der Säuger eine schärfere Trennung von einander erfahren (Ampullen, Cochlea), so kann man das speziell bei der Isolierung der Pars inferior von der Pars sup. beobachten: die Falten y und z (Fig. 2) dringen weiter vor; erstere senkt sich, die Falte c medial lassend, tiefer nach abwärts, während letztere wieder an der lateralen Seite der Falte y höher aufwärts steigt.

Es resultiert ein Zustand, wie ihn Textfigur 7 darstellt¹⁾, und man kann nun deutlich sehen, wie die Verschiebung der Mündung des Canalis utric.-saccularis in den Ductus reuniens zustande kommt. Entwicklungsgeschichtlich richtig ist daher nur

Fig. 7.

Schematischer Längsschnitt durch ein Säugerlabyrinth.
(Verhältnis der canal. utr. sacc. zum Ductus endol. bei den Säugern)

† canalis utriculosacc.

†† ductus endolymph. (Mündung).

Fig. 8.

die Auffassung, dass der Canalis utric.-sacc. in den Ductus endolymphaticus mündet, und nicht die meist verbreitete, umgekehrte Darstellung. — (Es lässt sich zwar eine Entwicklung,

¹⁾ s. auch Böttcher (6), Tafel II, Fig. 15.

welche der letzteren Recht geben würde, ebenfalls aus der Textfigur 2 ableiten, indem man einfach die Falte y an Ort und Stelle belässt, dagegen die Falten z und c sich weiter entwickeln und beide medial von der Falte y nach oben ziehen lässt; es ergäbe dies ein Bild, wie es Textfigur 8 zeigt. Gegen diesen Prozess sprechen aber 2 Gründe: zunächst liegt die Falte z viel stärker lateral als die Falte y, sodass es gezwungen wäre, sie plötzlich an die mediale Seite derselben zu verlegen, und ferner kann die spitzwinkelige Teilung des Ductus endolymphaticus nicht so leicht daraus abgeleitet werden, während sie sich aus dem ersten Schema ganz natürlich ergibt). — Sehr merkwürdig erscheint die Darstellung, die Rabinowitsch von dem Mündungsverhältnis des Canalis utr.-sacc. und des Ductus endol. gibt. Er lässt nämlich den Ductus endol. oberhalb (!) des Canalis utric.-sacc. in den Sacculus münden; dieses Verhältnis ist aber entwicklungsgeschichtlich unmöglich und muss auf eine falsche Beobachtung zurückgeführt werden.

Ich zweifle nicht daran, dass der geschilderte Prozess der Entwicklung des Recessus labyrinthi sich ebenso auch bei den Haifischen abspielt; wenn ich auch keine Modelle von diesen angefertigt habe, so hat mir doch die mikroskopische Durchsicht zahlreicher Serien¹⁾ dies höchst wahrscheinlich gemacht; dann aber glaube ich, wäre auch die Frage nach der Homologie des Recessus labyrinthi — als eines bei allen Vertebratenordnungen²⁾ ganz gleichartig entstandenen Abschnürungsproduktes der medialen Alveuswand — endgiltig in bejahendem Sinne entschieden.

Über die Abschnürungsstelle konnte ich nicht ins Klare

¹⁾ Die mir Herr Professor Grosser in liebenswürdigster Weise zur Verfügung stellte.

²⁾ Es wäre nicht unmöglich, dass die bisher unaufgeklärte Aussackung des Sacculus der Teleostier in diesem Sinne ebenfalls als Ductus endolymphaticus aufzufassen ist.

kommen; sie lässt sich nach dem mir zur Verfügung stehenden Material nicht genau lokalisieren; mit Rücksicht auf die Befunde von Poli (23), Peter (22) und Krause (15) gewinnt es an Wahrscheinlichkeit, dass die bei den Stadien 2 und 3 (Embryo I und β) beschriebene Stelle die der letzten Verbindung zwischen Bläschen und Ectoderm ist und also nicht mit der Spitze des Ductus endol. zusammenfällt¹⁾. Im allgemeinen kann man sagen, dass die Abschnürungsstelle des Bläschens dann mit der Spitze des Ductus endolymphaticus zusammenfallen wird, wenn es nicht zur Bildung einer dorsalen (oberen) Lippe kommt; dies ist vor allem bei den Selachiern, dann auch wie es scheint — Alexander (2): Entwicklung der Pars inferior labyrinthi, Taf. 1, Fig. 1) — bei den Säugern der Fall. Aber auch dort, wo eine dorsale Lippe gebildet wird, ist sie immer weitaus kleiner, als die ventrale, der Schluss des Ohrbläschens daher immer excentrisch und die Abschnürungsstelle in der obersten Bläschenpartie gelegen. (Krauses Zeichnung 1 von Coluber natrix in der Arbeit 15 zeigt eine auffallend tief gelegene Schlussstelle des Bläschens; es dürfte die Schnittrichtung nicht ganz richtig angegeben sein).

Zur Entwicklung der Bogengänge.

Eine ausführliche Angabe der diese Frage betreffenden Literatur findet sich in der Arbeit von C. v. Noorden »Entwicklung des Labyrinths bei den Knochenfischen« (21) und Krause (14) über die »Entwicklungsgeschichte der häutigen Bogengänge«. Es muss aber immer wieder betont werden, dass Rathke es war, der in seiner Arbeit über die Natter (25) die — in der Hauptsache auch heute noch geltende — Ansicht

¹⁾ Doch finden sich ähnliche Bilder, wie die dort beschriebenen, auch an den verschiedensten Punkten späterer Stadien, was auch C. K. Hoffmann (12) beobachtete (s. Einleitung Seite 6).

aussprach, dass die Bogengänge durch eine Faltenbildung des Labyrinthbläschens angelegt werden; da sich die Wände dieser Falten vom Zentrum an bis nahe an die Peripherie aneinanderlegen, verkleben und resorbiert werden, bleibt nur der periphere Teil lumenhaltig und stellt dann den fertigen Bogengang vor. Rathke glaubte, dass für jeden Bogengang eine eigene Tasche vorgebildet werde. Diesen Irrtum berichtigte Böttcher in seiner »Entwicklung und Bau des Gehörlabyrinths« (pag. 14): »Von diesen Anhängen ist die Anlage für die vertikalen Bogengänge zu einem weiten Sack mit breiter Wölbung angewachsen, dessen Tiefe von vorne nach hinten der des mittleren Teiles gleichkommt, da er auf allen hintereinander angefertigten Querschnitten, an denen dieser sich vorfindet, ebenfalls und zwar mit geringen Abweichungen der Form zu sehen ist«. Auch Krause führt diese Stelle in seiner oben zitierten Arbeit an und trotzdem ist jetzt scheinbar die Ansicht verbreitet, dass die Plica communis der vertikalen Bogengänge von R. Krause entdeckt wurde [O. Hertwig (10), Rabinowitsch (24)]. Bei Rabinowitsch finden sich sogar folgende Angaben (pag. 16): »Man kann sich diesen interessanten Prozess der Bogengangsentstehung, den Krause entdeckte« und (pag. 13): »Sie (sc. die Bogengänge) entwickeln sich auch hier, wie es Krause bei anderen Tieren zuerst beschrieb, aus einer gemeinsamen Tasche«, Krause (14) illustrierte diese Vorgänge bei den Säugern durch eine Reihe von Wachsmodellen der betreffenden Labyrinthstadien und bewies dadurch bleibend die Richtigkeit der von Rüdinger kurz vorher wieder angegriffenen Faltheorie. Über den Mechanismus der Abschnürung oder die dabei stattfindenden histologischen Vorgänge finden sich bei den Autoren keine Angaben.

In seiner 7 Jahre vor der Krauseschen Arbeit erschienenen »Entwicklung des Labyrinths bei Knochenfischen« hat C. v. Noorden interessante Beobachtungen über die Bogengangs-

bildung bei dieser Ordnung veröffentlicht. Er stellte fest, dass die Labyrinthblase dabei keine aktive Formveränderung zeigt, d. h. keine Falten schlägt, sondern dass von aussen her an 3 Stellen der lateralen Wand, später auch gerade gegenüber an den korrespondierenden Stellen der medialen Wand »Basalmasse« gegen das Bläschen vordringt, daselbst die Wände bis zur Berührung nähert, dann durchbricht und so ganz passiv die Bogengänge aus dem Bläschen herausmodelliert. Die Basalmasse — ein homogener, völlig zell- und kernfreier Körper — soll ein Abscheidungsprodukt der Epithelzellen der Labyrinthwand sein; nach Beendigung ihrer Aufgabe verfällt sie einer erst bindegewebigen, dann knorpeligen Metamorphose. Gegen die meisten Färbemittel verhält sie sich vollkommen indifferent, nur Bismarckbraun und Pikrokarmine werden von ihr aufgenommen. Genaueres darüber, sowie über ähnliche Angaben C. Vogts (35) ist in der v. Noordenschen Abhandlung nachzusehen.

Auf Grund all dieser Tatsachen stellt R. Krause in dem Handbuch der Entwicklungslehre von Hertwig die Entwicklungsgeschichte der Bogengänge folgendermassen dar: »Die Bildungsgeschichte der Bogengänge . . . lässt in der Reihe der Wirbeltiere zwei differente Typen erkennen. Zu dem einen gehören die Säugetiere, Sauropsiden und Selachier, zu dem anderen die Teleostier und Amphibien. Bei den ersteren handelt es sich im wesentlichen um Ausstülpungsprozesse, bei den letzteren um Einstülpungsprozesse. Wir wollen den einen als Säugertyp, den anderen als Teleostiertyp bezeichnen«.

Die Beobachtungen, die ich diesbezüglich beim Gecko und später auch bei anderen Reptilien, sowie bei den Vögeln machte, weisen darauf hin, dass dieser Entwicklungsvorgang sich anders abspielt. Ich finde bei Sauropsiden-Embryonen genau dieselben Bilder, wie sie v. Noorden von den Knochenfischen veröffentlicht hat. Wenn sich trotzdem nicht einfach sagen lässt, dass sich die Sauropsiden so wie die Knochenfische verhalten, sodass

diese nur aus dem Säugertyp auszureihen und dem Teleostiertyp anzugliedern wären, so hat das seinen Grund darin, dass es erstens sehr schwer — wenn nicht unmöglich — ist, die arteficielle Natur aller dieser Bilder von der Basalmasse — wenigstens bei den Sauropsiden — auszuschliessen, und weil sich andererseits — die Existenz einer Basalmasse zugegeben — bei den Sauropsiden die Bildung von Basalmasse mit einem Ausstülpungsprozess kombiniert, was eine Gegenüberstellung dieser zwei Prozesse im Sinne Krauses aufhebt. — Es soll hier zunächst das Verhalten der Basalmasse beim Gecko, Lacerta, Vanellus und dem Hühnchen beschrieben werden, unter genauer Berücksichtigung der Konservierung der Embryonen, da der Verdacht, dass es sich bei der »Basalmasse« um eine Schrumpfung des Mesenchyms handelt, nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen ist.

I. Reptilien.

a) Gecko.

Bei einem Embryo, der etwas jünger ist, als der Embryo γ (Stadium V) ist die erste Anlage der Furche F (siehe Taf. II, Fig. 10), also der erste Beginn der Bogengangsabschnürung, vorhanden. Sie reicht vom Niveau einer Ebene, die durch die Mündung des Ductus endolymphaticus gelegt wird, bis in die Höhe des Bodens der Ampulla posterior und hat im Bereiche der letzteren ihre grösste Tiefe ($22\ \mu$). Das Mesoderm zieht glatt über diese Furche hinweg, welche mit der völlig kernfreien, glashellen Basalmasse, in die wenige Fäden aus dem Mesoderm hineinragen, erfüllt ist. Das der Furche zugehörige Epithel zeigt keinerlei Besonderheiten. Dort, wo der Ductus endolymphaticus sich eng an die Labyrinthwand anlegt, bildet er mit dieser 2 Zwickel (s. Textfig. 15), in die zwar auf den meisten Serienschnitten das Mesenchym kontinuierlich hineinragt, auf einigen jedoch glatt darüber hinweg-

zieht, sodass diese Winkel völlig zellfrei sind und nur von einzelnen schwach gefärbten Fäden durchzogen werden — ein der Basalmasse überaus ähnliches Bild. — Im allgemeinen zeigt der Embryo keine wesentlichen Schrumpfungerscheinungen. — Bei dem bereits früher beschriebenen Embryo γ (Stadium V) ist die Furche (F) im ganzen Bereich der hinteren Bogentasche ausgebildet. Sie ist auf dem rechten und linken Hörbläschen gleich tief, dagegen verhält sich die Basalmasse auf den beiden Seiten verschieden: links füllt das Mesenchym die seichtereren Partien der Furche vollkommen aus und ist nur in den tieferen Abschnitten vom Epithel etwas abgehoben, ohne aber die Furche ganz frei zu lassen. Die Vorstellung, dass die geringe Menge von Basalmasse, die hier vorliegen würde, die tiefe Furche erzeugt hätte, scheint nicht zulässig. Rechts sind die Verhältnisse etwas anders: die Furche ist fast ganz mesodermfrei und zeigt nur das Faden- (Lamellen-) Netz. An diesem Labyrinth aber hat sich das Mesenchym stellenweise von der ganzen lateralen Wand abgehoben und zeigt auch an diesen Punkten das Bild der »Basalmasse«. Die Nische zwischen Ductus endolymphaticus und medialer Labyrinthwand ist durchwegs mit Mesenchym erfüllt; dagegen hat sich dieses zwischen den getrennten Teilen des Ganglion acust.-fac. zurückgezogen.

Der etwas ältere Embryo VI ist sehr gut konserviert: das Mesenchym liegt der Labyrinthwand überall dicht an, zieht dagegen über die Bogengangsfurche schnurgerade hinweg; in der Furche ist die Basalmasse angesammelt. (Ebenso verhält sich ein etwa auf derselben Entwicklungsstufe stehender Embryo I. a.).

Bezüglich des Embryo δ (Stadium VI) kann ich auf das im beschreibenden Teil (Seite 26) Gesagte verweisen; der Embryo ist sehr gut konserviert; die Nischen zu beiden Seiten des Ductus enthalten Mesenchym. (Auf einzelnen Schnitten finden sich in der Furche der hinteren Bogentasche Mesenchymzellen.)

Ganz ähnlich verhalten sich auch die übrigen in diesen

Stadien befindlichen Embryonen bezüglich der Basalmasse. Erwähnenswert ist, dass die Furche, die sich an der unteren Wand des horizontalen Bogenganges (Bogentasche) hinzieht (Taf. Fig. 12 b), entweder gar keine oder nur eine ganz geringe Menge von Basalmasse enthält. — Der nächste Embryo VIII ist etwas jünger als der Embryo IX (Stadium VII); die Bogengänge sind vollständig abgeschnürt, Reste noch nicht resorbierter Taschenwandung nicht mehr vorhanden. Die Basalmasse ist zwischen horizontalem Bogengang und lateraler Labyrinthwand mächtig entwickelt; sie zeigt hier ein relativ stark gefärbtes, reiches Netz von ziemlich dicken Fäden (Lamellen). Mitten in diesem Netz sieht man grössere aber ganz gleichmässig tingierte Klümpchen. (Auf einem Schnitt fand sich eine Mesenchymzelle in der Basalmasse). Der Raum zwischen vorderem (bezw. hinterem) Bogengang und Alveus communis wird grösstenteils von ganz unverändertem Zwischengewebe eingenommen; nur an ihrem oberen und unteren Ende ist diesen Bogengängen eine geringe Menge von Basalmasse angelagert. An diesem Embryo ist auch schon die Furche vorhanden (Fig. 13 F), die an der hinteren Alveuswand verläuft; sie liegt, wie schon früher beschrieben wurde, zwischen dem Mündungsteil des horizontalen Bogenganges und dem Utriculus und ist fast durchwegs mit Basalmasse erfüllt.

Bezüglich des Embryo IX kann auf das früher (Stadium VII, Seite 36) Gesagte verwiesen werden; die Basalmasse hat sich gegenüber dem früheren Embryo vermindert, ist aber in der Furche F sehr deutlich. Der Embryo ist sehr gut konserviert, die Winkel zwischen Ductus endol. und Utriculus mesenchymhaltig.

Bei dem Embryo X finden sich noch die letzten Spuren von Basalmasse; das zwischen den einzelnen Labyrinthabschnitten befindliche Zwischengewebe ist sehr zellarm geworden.

Alle Serien, an denen die Basalmasse eben beschrieben wurde, sind mit Hämatoxylin-Eosin gefärbt; daher ist die Basalmasse — das schwach tingierte Fadennetz ausgenommen — vollkommen farblos. Trotzdem nun die Bilder mit der Beschreibung, die v. Noorden gibt, vollständig übereinstimmen und den seiner Arbeit beigegebenen Bildern gleichen, habe ich, um die Identität der Basalmasse sicher festzustellen, einen in Alkohol konservierten Geckoembryo geschnitten und mit Bismarckbraun gefärbt. Das Labyrinth befindet sich ungefähr im gleichen Stadium wie das des Embryo VIII. Die Basalmasse ist sehr mächtig ausgebildet und hat sich stark braun gefärbt. Es wechseln auf ein und demselben Schnitt dunklere und lichtere Farbtöne: mitten in die Basalmasse ragt ein Mesenchymzapfen hinein, zwischen dessen — ebenfalls braun gefärbten — Zellen ganz farblose Lücken zu sehen sind. v. Noorden fasst dies als den Beginn der bindegewebigen Metamorphose der Basalmasse auf, die mit einer Verflüssigung derselben einsetzt. — Erwähnenswert ist, dass die Furche F hier ebenfalls mit stark braun gefärbter Basalmasse erfüllt ist.

b) *Lacerta agilis*, *L. viridis* und *Anguis fragilis*.

Bei einem der Figur 25 der Petersschen Normentafel der Eidechse entsprechenden Embryo von *Lacerta* — bezüglich der Labyrinthentwicklung etwas älter als der Geckoembryo ♂ (Stad. V) — findet sich die Basalmasse in der Furche (F), dort, wo diese sich an der oberen Wand der horizontalen Bogentasche hinzieht. Doch ist sie bloss in den tieferen Teilen derselben und auch da nur in geringer Menge vorhanden. — Der Embryo ist sehr gut konserviert.

Bei einem anderen Embryo von *Lacerta agilis*, der der Fig. 28 der Petersschen N. T. entspricht, ist die Menge der Basalmasse geringer als bei dem nur wenig älteren Geckoembryo ♂ (Stad. VI);

die Fäden in der Masse sind undeutlich. Doch ist zu bemerken, dass sich auch entsprechend der vorderen und hinteren Bogentasche an der medialen Labyrinthwand Basalmasse findet (mediale Wülste v. Noordens).

Von *Lacerta viridis* wurden zwei im Stadium der Bogengangsabschnürung befindliche Embryonen untersucht. Der jüngere (P. N. T. Fig. 28) besitzt entlang der horizontalen Tasche typische, von einem reichlichen Fadennetz durchsetzte Basalmasse. Der im Bereiche der hinteren Bogentasche verlaufende Teil der Furche F ist sehr eng, fast spaltförmig, aber ebenfalls von Mesenchym frei. Der ältere Embryo entspricht dem der Fig. 29 der P. N. T. und fast genau dem Embryo VIII der Geckone. Bei letzterem war, wie erinnerlich, die Basalmasse besonders mächtig ausgebildet und sie ist es auch bei dem hier vorliegenden Lac.-Embryo; im Bereiche des vorderen und hinteren Bogenganges ist sie hier vielleicht noch stärker entwickelt. Auch ist hier die Furche an der hinteren Labyrinthwand vollständig mit Basalmasse erfüllt. Dagegen sind die Zwickel zu beiden Seiten des Ductus endol. frei von solcher.

Sehr gut ist auch die Basalmasse an den Embryonen von *Anguis fragilis* zu sehen. Ein Embryo von $5\frac{1}{2}$ mm grösster Länge entspricht etwa dem Gecko-Embryo γ (Stadium V); auch die Verhältnisse an der Basalmasse sind bei beiden ungefähr die gleichen; nur ist die Furche F bei *Anguis* wesentlich enger.

Ein 6 mm langer Embryo von *Anguis* zeigt in mehrfacher Hinsicht interessante Verhältnisse; während an seinem rechtsseitigen Labyrinth beide vertikalen Bogengänge vollständig abgeschnürt sind, steht das linke Labyrinth noch auf einer beträchtlich tieferen Entwicklungsstufe: der hintere Bogengang ist abgeschnürt, doch sind noch Reste nicht resorbierter (aneinander gelegter) Taschenwandung erhalten, während die vordere Bogentasche noch in voller Ausdehnung vorhanden ist; zentral hat zwar schon eine Annäherung der Wände begonnen, doch

ist es noch nicht zur Verklebung gekommen. — Wichtig scheint mir aber gerade der Umstand, dass es (links) der hintere Bogengang ist, der sich zuerst abgeschnürt hat, eine Tatsache, die mit der Beobachtung, dass beim Gecko die die Bogengangsabschnürung bewerkstelligende Furche F (Fig. 12 und 10) ebenfalls in der Gegend der hinteren Ampulle beginnt, gut übereinstimmt. — Die Basalmasse ist hier besonders stark entwickelt, sowohl an der lateralen Seite des Labyrinths als auch an den typischen Stellen der medialen Wand. — Ganz ähnliche Bilder bietet die Basalmasse bei 2 Embryonen von $6\frac{1}{2}$ und $6\frac{3}{4}$ mm grösster Länge; bei beiden sind die vertikalen Bogengänge bereits abgeschnürt.

II. Vögel.

Von Vögeln wurden das Hühnchen und der Kiebitz untersucht. Unter den ersteren fand sich nur ein Embryo, der sich im Stadium der Bogengangsbildung befindet. Er entspricht bezüglich des Labyrinths etwa dem Geckoembryo γ (Stad. V). In der dem hinteren Bogengang entsprechenden Furche findet sich typische Basalmasse.

Dagegen habe ich die Basalmasse an einer ganzen Reihe von Kiebitzembryonen gefunden und zwar ist sie hier in sehr reichlicher Menge ausgebildet. Es sollen hier nur 3 Stadien herausgegriffen werden, von denen das erste (Taf. VII, Fig. 20) gerade die zentrale Verklebung der Taschenwände der vertikalen Bogentasche zeigt, ohne dass schon irgendwo Resorption stattgefunden hätte. Den verklebten Wandpartien ist nun sowohl von der lateralen als auch von der medialen Seite her eine ganz bedeutende Menge von Basalmasse angelagert; sie ist farblos, von Zellen und Kernen frei, enthält aber ein deutliches Netz von Fäden (Lamellen). Geringer ist die Basalmasse um die noch weit offene horizontale Tasche herum.

Im zweiten Fall sind vorderer und hinterer Bogengang bereits vollkommen abgeschnürt, ihre Mündungsteile noch nicht überkreuzt, die horizontale Tasche noch offen. Die Basalmasse ist zwischen hinterem Bogengang und Utriculus (bezw. Crus commune) vollständig durch normales Mesenchym ersetzt, findet sich dagegen noch an zahlreichen Stellen zwischen vorderem Bogengang und Utriculus. (Reihenfolge der Abschnürung!)

Der nächste Embryo ist bedeutend älter; der horizontale Bogengang ist nun auch isoliert und die Überkreuzung der vertikalen Bogengänge hat damit begonnen, dass die Mündung des hinteren Ganges bis über die Mitte der Wand des Crus commune nach vorne gerückt ist. Trotz dieser vorgeschrittenen Entwicklung findet sich noch Basalmasse zwischen beiden vertikalen Bogengängen und Utriculus, sowie zwischen diesem und dem horizontalen Kanal, da allerdings nur in geringer Menge. Die Masse hat bei diesem Embryo durchwegs einen deutlichen Stich ins Blaue, was durch die Beobachtung v. Noordens, dass sich Basalmasse umso eher färbt, je älter sie ist, erklärt wird.

Trotz dieser übereinstimmenden Bilder und Befunde¹⁾ kann die Frage, ob hier wirklich ein eigentümlicher, sonst nur im Schwanz der Amphibienlarven vorkommender Körper [Hensen, Arch. f. patholog. Anat. XXX, pag. 51, und Remak, Entwicklung der Wirbeltiere, s. übrigens v. Noorden (21)] vorliegt, nicht mit Bestimmtheit entschieden werden. Dazu wäre vor allem nötig²⁾, dass man mit aller Sicherheit eine Schrumpfung

¹⁾ Bei Selachiern konnte ich die Existenz von Basalmasse, wenigstens bei der Bogengangsbildung, nicht nachweisen. Histologisch überaus ähnliche Bilder aber traf ich bei ihnen an anderen Stellen des Labyrinths, z. B. in den den Cristae ampullares entsprechenden Furchen etc.

²⁾ Ich habe hier nur die Sauropsiden im Auge; bei den Knochenfischen dürfte es sich mit Sicherheit um „Basalmasse“ handeln, da sie ja v. Noorden am lebenden Fisch beobachtet hat.

des Mesenchyms ausschliessen könnte. Nun spricht aber gegen die Annahme einer Schrumpfung wesentlich nur die Regelmässigkeit der Erscheinung und diese liesse sich durch die eigentümliche, eine Schrumpfung überaus begünstigende Formation des Labyrinths erklären: Das Mesenchym ist in den Furchen der Bogentaschen, später zwischen den Bogengängen in so viele feine Spitzen und dünne Verbindungsfäden ausgezogen, dass die geringste Schrumpfung bei der Konservierung gerade an diesen Stellen auf das schärfste hervortreten muss. Ich habe eben deshalb immer auch die Nische zwischen Ductus endolymphaticus und medialer Labyrinthwand genau beachtet, allerdings aber nur selten ähnliche Bilder, wie sie die Basalmasse zeigt, gesehen.

Für die Annahme, dass es sich tatsächlich um die Anhäufung eines homogenen Körpers — der Basalmasse — handelt, spricht vor allem die Färbbarkeit mit Bismarckbraun. Nur färbt dieser Farbstoff überhaupt etwas diffus und er wird vom Niederschlag der Endolympe auch viel besser aufgenommen als Hämatoxylin etc.

Es ist aber auch unklar, woher die Basalmasse, deren Menge ja oft geradezu enorm genannt werden muss, stammt. Wie später gezeigt werden wird, ist zwar in einem Teil der Furche F (Fig. 10 und 12), welcher die Basalmasse anliegt, das Epithel eigentümlich verändert¹⁾, namentlich in jenem Teil, der der hinteren Bogengangsanlage angehört. Aber bei genauem Zusehen findet man, dass diese Epithelveränderung und das Auftreten der Basalmasse durchaus nicht Hand in Hand gehen, indem das eine ohne das andere wiederholt vorkommt; es ist die Regel, dass der Teil der Furche F, welcher im Bereich des vorderen Bogenganges liegt, kein von dem der Umgebung

¹⁾ Es ist erhöht und zeigt oft einen breiten, rein protoplasmatischen Aussenrand.

verschiedenes Epithel trägt. Aus diesen Gründen mag R. Krause (16) einen anderen Ursprung für die Basalmasse gesucht haben, als ihn v. Noorden angenommen hat (s. Seite 71 unten u. a.); er leitet sie vom Mesenchym her: er bezeichnet sie als »Produkt des Mesenchyms«. Dieser Ausdruck ist wohl etwas unbestimmt; ein Sekretionsprodukt kann nicht gut darunter gemeint sein, und gegen eine Metamorphose des Mesenchyms spricht die von v. Noorden und mir durchgehends beobachtete Tatsache, dass man nicht einmal bei dem ersten, frühesten Auftreten der Basalmasse Zellen oder Zellkerne in ihr findet.

Es muss weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, diese Verhältnisse klarzustellen. Das aber ist jetzt schon sicher, dass die derzeit geltenden Ansichten über die Bildung der Bogengänge, wie sie auch im Hertwigschen Handbuch dargestellt sind, nicht zu Recht bestehen. Denn abgesehen davon, dass die mitgeteilten Befunde gezeigt haben, dass das Vorkommen der Basalmasse — wie schon v. Noorden vermutet hatte — sich nicht auf die Amphibien und Teleostier beschränkt, konnte auch weiter festgestellt werden, dass das Auftreten der Basalmasse und die Taschenausstülpung am Labyrinthbläschen nicht zwei sich ausschliessende Vorgänge sind. Beim Gecko konnte ich beide nebeneinander beobachten und beim Hühnchen haben Röthig und Brugsch (31) die Aufwerfung von Taschen nachgewiesen, während meine Beobachtungen das gleichzeitige Vorhandensein von Basalmasse beweisen.

Dass dieser eigenartige Körper den Embryonen der Selachier und Säuger fehlen sollte, möchte ich trotz des negativen Resultates meiner Untersuchungen an diesen Tieren, nicht endgültig behaupten; es wäre jedenfalls sehr merkwürdig, wenn der in der ganzen Vertebratenreihe so gleichmässig sich abspielende Prozess der Bogengangsbildung nach zwei wesentlich verschiedenen Typen vor sich ginge. Sicher aber ist, dass es hier

noch nicht gelang, vollkommene Einsicht in die tatsächlich bestehenden Verhältnisse zu gewinnen.

Am Schlusse dieses Kapitels sei noch bemerkt, dass es, wie eine genaue Besichtigung der Modelle III, IV, V und VI (Fig. 6, 8, 10 und 12) lehrt, nicht richtig ist, von der primären Anlage zweier Bogentaschen zu sprechen: im Stadium III und IV ist eine einzige grosse Tasche vorhanden; im Stadium V tritt zum erstenmal die die Bogengangsabschnürung einleitende Furche F (Fig. 10) auf. Sie grenzt aber nur den hinteren Bogengang ab. Der Rest der grossen Tasche, der *Plica communis*, stellt die vollkommen ungetrennten Anlagen der horizontalen und vorderen Bogentasche dar. In ihrer weiteren Entwicklung erst führt die Furche F dann auch die Trennung dieser beiden Taschen durch: d. h. also, ein- und dieselbe Furche modelliert die Bogengänge aus einer einzigen, allen dreien gemeinsamen Tasche heraus; welche Tasche zuerst abgegrenzt wird, hängt vom Ort des ersten Auftretens dieser Furche ab und scheint also, im Zusammenhang mit der variablen Reihenfolge der Bogengangsentstehung, Schwankungen zu unterliegen.

Über die Abgrenzung des Utriculus.

Es wurde bereits bei der Beschreibung des Utriculus in den Stadien VIII und IX erwähnt, dass hinsichtlich der Abgrenzung dieses Organes — zunächst bei den Reptilien, — keineswegs eine einheitliche Ansicht der Autoren besteht. Die in der Literatur vorliegenden Definitionen sind vielmehr untereinander sehr verschieden und tragen den Stempel der Ungenauigkeit und Unsicherheit, welche dadurch hervorgerufen wurde, dass man für einen in der vergleichenden Anatomie notwendigen Begriff im Reptilienlabyrinth ein Substrat schaffen wollte, das in der geforderten Art nicht existiert. Von den

Autoren, die sich mit diesem Gegenstand beschäftigten, sind die folgenden zu nennen:

Clason (8) lässt sich in eine Definition des Utriculus (bei den Eidechsen) überhaupt nicht ein. Er schreibt: »Der wichtigste . . . Teil des Utriculus, der Recessus . . . ist mit den zwei vorderen Ampullen nach vorne gezogen und verlängert deshalb den übrigen Teil desselben zu einer mehr röhrenförmigen, als sackartigen Bildung«. Nach seinen Zeichnungen (Tafel XVII, Fig. 20) liegt die utriculare Mündung des Canalis utriculo-saccul. nicht im Utriculus, dessen Grenze vorne von jenem eingezeichnet ist.

Hasse (8) fasst unter der Bezeichnung Utriculus alles zusammen, was zwischen hinterer und vorderen Ampullen liegt: »Wie bei den Menschen, Säugern, Vögeln und Amphibien spannt sich nun der Utriculus . . . in horizontaler Richtung . . . zwischen der alleinstehenden und den zusammenstehenden Ampullen aus«. Dagegen unterscheidet derselbe Autor in dem »Gehörorgan der Krokodile etc.« einen »dreigeteilten« Utriculus, und zwar sind Recess. ant. und »eigentlicher« Utriculus durch deutliche Grenzen getrennt, während die Grenze zwischen letzterem und dem Verbindungsgang zur frontalen Ampulle (Sinus posterior s. inferior) nicht besonders markant ist. In der »Morphologie des Gehörorgans von *Coluber natrix*« schliesslich, sagt Hasse über den Utriculus gar nichts bestimmtes aus.

Kuhns Beschreibung des Utriculus der Schildkröten (17) nähert sich der von Hasse für die Schildkröten gegebenen: »Man unterscheidet am Utriculus einen breiten Mittelteil, das Corpus utriculi, und eine vom Zentrum derselben abgehende und nach oben ziehende Röhre, den Sinus utriculi. Das Corpus utriculi wird vorne von den beiden zusammenstehenden, hinten von der frontalen Ampulle begrenzt«. Während Hasse aber den Sinus post., wenn auch zum Utriculus gehörig, sonst ganz selbständig be-

handelt, dem Sinus superior aber als Crus commune gar keine Zusammengehörigkeit mit dem Utriculus einräumt, macht Kuhn es gerade umgekehrt.

C. K. Hoffmann (12) gibt eine ganz unbrauchbare Bestimmung: »Was von der oberen Abteilung des Hörbläschens übrig bleibt, nachdem aus seiner Wandung die drei halbzirkelförmigen Kanäle sich entfaltet haben, bildet den Utriculus.« (Ich füge hinzu, dass Röthig und Brugsch (31) für den Utriculus des Hühnchens dieselbe Definition geben).

Diese Ungenauigkeit und Divergenz der Definitionen ist bei einer unbefangenen Betrachtung des Labyrinths auch leicht verständlich, da es sich dann zeigt, dass die meist verbreitete und auch von Retzius in der früher zitierten Stelle vertretene Definition aus einem dreiteiligen Raum ziemlich willkürlich einen Teil herausgreift und ihm als Utriculus vor den beiden anderen den Vorrang einräumt. Der dreiteilige Raum wird, wie ich im beschreibenden Teil ausgeführt habe, dargestellt durch eine senkrecht absteigende Röhre, den Sinus superior utric. s. Crus commune, welche sich an ihrem unteren Ende in zwei, annähernd gleiche Schenkel teilt; dadurch wird die ganze Figur der eines gestürzten Y ähnlich. Von den beiden Schenkeln ist der nach vorne unten ziehende der Utriculus, der nach hinten unten ziehende der Sinus inferior s. posterior utric.

Diese Einteilung ist aber weder durch die Dimensionen der einzelnen Abschnitte, noch durch irgendwelche durchgreifenden, organischen Grenzen gerechtfertigt. Was die Raumverhältnisse anlangt, so übertrifft — wie nicht nur die Modelle der Embryonen XII und B (Fig. 15 u. 17), sondern auch die Bilder von Retzius zeigen, — der Sinus superior an Länge die beiden anderen, während die Breite bei allen dreien ziemlich die gleiche ist. — Wie wenig wirklich verwertbare Grenzen zwischen diesen Teilen vorhanden sind, geht schon daraus hervor, dass Kuhn z. Bsp. den horizontalen Bogengang der Schildkröten nicht in den

Utriculus, sondern in den Sinus superior münden lässt, sodass also nach ihm alle Bogengänge ein Crus commune hätten, während nach Rabinowitsch wieder — der ebenfalls die Schildkröten untersuchte, das Crus commune in den Sinus inferior mündet. — Bei Retzius öffnet sich der Canalis utric.-sacc. der Schildkröten jenseits der Apertura utriculi, also nicht in diesen, sondern in dessen Sinus inferior; (die Apertura utriculi ist eine imaginäre Grenze des Utriculus gegen den Confluens sinuum).

Zieht man das funktionelle Moment zur Entscheidung heran, so müsste man dem Sinus posterior (s. inferior) utriculi den ersten Platz unter den drei Röhren einräumen; denn er ist der einzige Abschnitt, der eine Nervenendstelle, die Macula neglecta, sofern eine solche eben vorhanden ist, trägt, und zwar noch deutlicher als bei den Reptilien bei den Vögeln (Retzius) und den Säugern (Alexander).

Bei Berücksichtigung dieser Verhältnisse und unter möglichster Anlehnung an die bisher üblichen Bezeichnungen scheint es mir am richtigsten, wieder auf die von Hasse für das Schildkrötenlabyrinth gegebene und von Kuhn übernommene Auffassung zurückzugreifen, den ganzen zwischen den zusammenstehenden (vorderen) und der alleinstehenden (hinteren) Ampulle liegenden Abschnitt als Utriculus und die aus dessen Mitte senkrecht aufsteigende Röhre, da sie meistens keine Grenzen gegenüber demselben zeigt als Sinus superior (Sinus medianus Kuhn) zu bezeichnen, da die Bezeichnung Crus commune eine grössere Selbständigkeit dieses Teiles zur Voraussetzung haben müsste

Die Entwicklung der Maculae neglectae.

Retzius fand im Jahre 1872 bei einer Untersuchung des inneren Ohres von *Esox lucius* (28) am Boden des Utriculus eine aus zwei Anteilen bestehende Nervenendstelle, die bis dahin

weder bei den Fischen noch bei anderen Klassen bekannt war. Vergleichend anatomisch vorgehend versuchte er die Nervenendstellen des Hechtes mit denen bei Reptilien und höheren Amphibien von Hasse und seinen Schülern (Clason) beschriebenen in Homologie zu setzen; dies gelang ihm auch ohne Schwierigkeit für die sechs Nervenendstellen der Ampullen, des Recessus utric., des Sacculus und der Lagena. Nun aber fehlte ihm bei *Esox* eine Papilla basilaris, die die Anuren und Reptilien besaßen, dagegen hatte er beim Hecht die zweigeteilte Macula fundus utriculi, die in gleicher Weise bei den Anuren und Reptilien nicht vorkam¹⁾. Er identifizierte nun die beiden — Mac. fund. utr. und Pap. bas. — trotz ihrer verschiedenen Lage. Er sagt darüber: »die anderen beiden Nervenendstellen (nämlich im Fundus utric.) aber, welche Hasse nicht gesehen hat und welche auch bei keinem andern Autor erwähnt sind, glaube ich aus mehreren Gründen als der Pars basilaris cochleae (Papilla partis basilaris) entsprechend, annehmen zu dürfen, obwohl sie hier ihren Platz so abgetrennt von der Lagena erhalten haben, dass sie sogar innerhalb einer andern Cavität (Utriculus) liegen«.

Er musste aber natürlich seines Irrtums in dem Momente gewahr werden, als er anlässlich späterer Untersuchungen dieselbe Nervenendstelle wie bei *Esox* auch im Utriculus von Reptilien und Amphibien (zuletzt von Vögeln) entdeckte; er erkannte nun, dass er es mit einer neuen Sinnesepithelstelle zu tun habe, die er mit Rücksicht auf ihre Lage und ihr bisheriges Schicksal mit dem Namen der »Macula neglecta utriculi« bezeichnete. Schwierigkeiten boten anfangs noch die Amphibien, bei welchen diese Macula aus dem Utriculus in den Canalis utric.-sacc. hinabgerückt ist und dort in einer eigenen Ausstülpung (Pars neglecta) liegt.

1) Bezw. damals noch unbekannt war.

Sehr interessant war ferner die Tatsache, dass die *Macula neglecta* bei den Säugern nicht gefunden werden konnte; ja dass nicht einmal im embryonalen Leben ein Rudiment derselben nachzuweisen war. Alexander ist es zum erstenmal gelungen, (1904) bei *Echidna aculeata* eine der *Macula neglecta* homologe Nervenendstelle im *Utriculus* nachzuweisen. Damit war die Kluft, welche wegen des plötzlichen Verschwindens dieser Nervenstelle zwischen dem Labyrinth der Säuger und der niedrigeren Vertebraten bestanden hatte, überbrückt; vervollständigt wurde die Entdeckung durch die Auffindung einer typischen *Mac. negl.* im *Utriculus* des Maulwurfs, welche ebenfalls Alexander im Jahre 1904 (4) gelang ¹⁾.

Noch waren diese Untersuchungen nicht so weit, als eine zweite *Macula (neglecta)* von P. und F. Sarasin (32) bei *Ichthyophis glutinosus* beschrieben wurde, die neben der *Macula n. Retzii*, ebenfalls in unmittelbarer Nähe des Foramen *utriculo-sacculare*, aber schon im *Sacculus* gelegen ist. Ihre Existenz wurde von Retzius, dem sich sonderbarer Weise H. Ayers anschloss, ganz grundlos bezweifelt (30). Alexander aber kam in seiner Arbeit über das *Echidna*ohr (3) auf diese *Macula (Sarasini)* zurück und glaubte in einer merkwürdigen Epithelbildung am Mündungsteil des *Ductus endolymphaticus* eine phylogenetische Reminiscenz an diese gefunden zu haben. Auf diesen, meiner Meinung nach irrig gedeuteten Befund werde ich am Schluss dieses Kapitels zu sprechen kommen.

¹⁾ Bemerkt sei, dass R. Wiedersheim in seiner „vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere“ (6. Auflage 1906) sowohl diese Entdeckung Alexanders, als auch die der „*Macula ductus reunientis*“ erwähnt, ohne den Namen Alexanders zu nennen; ja er lässt sich mit diesem förmlich in eine Polemik ein (s. d. Anm. zu pag. 361) und führt seine Arbeiten doch nicht einmal im „Literaturverzeichnis“ an; es scheint dies umsomehr ein Versehen zu sein, als er Harrison Spencer, den Autor einer kleinen Schrift, die gegen Alexander gerichtet ist und die auch unter der „Literatur“ zu finden ist, zitiert.

Über die Entwicklungsgeschichte der *Macula neglecta* (Retzii) hat mit Ausnahme Alexanders niemand genauer berichtet. Im Hertwigschen Handbuch sagt R. Krause kurz folgendes: »Ein kleiner Bezirk vom gemeinsamen Neuroepithel wird bei der Trennung des utricularen vom saccularen Anteil abgesprengt«.

Alexander verfolgte ihre Entwicklung bei der *Echidna*, war aber von seinem Material insofern nicht begünstigt, als ihm gerade das Stadium fehlte, das über die unmittelbare Abstammung der *Macula* (Retzii) hätte Aufschluss geben können. Er sagt selbst darüber folgendes (Seite 83): »Die Frage, aus welchem Neuroepithel die genannte *Macula* (negl.) hervorgeht, kann nach dem vorliegenden Material nicht vollkommen exakt beantwortet werden. In dem vorhergehenden Stadium ist sie noch nicht vorhanden, . . . im darauffolgenden ist sie bereits isoliert. Es fehlt also ein Zwischenstadium, an welchem die *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* (= mac. recessus utriculi). Nach seinen tatsächlich gemachten Beobachtungen müsste er also die Frage nach der direkten Abstammung der *Mac. negl.* unentschieden lassen; er meint zwischen *Macula amp. post.* und *Mac. recessus utr.* wählen zu müssen. Aus vergleichend anatomischen Gründen und mit Rücksicht auf die Art der Nervenversorgung entscheidet er sich schliesslich für die *Macula ampullae posterioris* und findet sich darin in Übereinstimmung mit Retzius, der aus den gleichen Gründen, ohne embryologischen Untersuchungen schon früher dasselbe vermutet hatte.

Soweit meine Befunde am Gecko sich verallgemeinern lassen, kann ich keinem der beiden Autoren zustimmen, sondern bin der Überzeugung, dass die *Macula sacculi* es ist, von der

sich in letzter Linie die Macula neglecta herleitet, welche also entwicklungsgeschichtlich dem Neuroepithel der Pars inferior angehört.

An einem Geckoembryo (IXa), der etwas älter ist als das Stadium VII, liegen die hier in Betracht kommenden Epithelverhältnisse etwa folgendermaßen: die Nervenendstellen der Pars superior sind mit Ausnahme der Macula neglecta gut ausgebildet und gegen die Umgebung abgrenzbar. Das hohe Neuroepithel der Macula sacculi aber setzt sich durch das weite Foramen utriculo-sacculare in den Utriculus fort; als Übertrittsstelle dient jedoch nur ein bestimmter Teil des Foramen, und zwar der hintere Rand desselben, in welchem nämlich der hintere Abschnitt der medialen Sacculuswand in die laterale Wand des Sinus inferior utric. übergeht (umbiegt). Der vordere Rand des Foramen utriculo-sacculare wird dagegen nicht von Neuroepithel eingenommen. An einem schematischen Horizontalschnitt durch dieses Labyrinth in der Höhe des Foramen utriculo-sacculare sieht man ein Bild, wie es Textfig. 9 darstellt.

Schematischer Horizontalschnitt durch das Labyrinth des Embryo IXa in der Höhe des Foramen utric. sacc. und sacc.-cochl.
(Zur Demonstration der Neuroepithelverhältnisse).

An der lateralen Wand des Sinus inferior zieht das hohe Epithel weiter nach hinten. Es erreicht aber an diesem Embryo die Macula ampullae post. nicht mehr, sondern hört ca. 250μ vor derselben auf, um niedrigem, indifferenten Epithel Platz zu machen. An jüngeren Embryonen mit kürzerem Sinus inferior kann man dagegen sehen, dass das hohe Epithel sich in die Anlage der Macula ampullae post. fortsetzt, und man kann dies noch an Stadien beobachten, in denen jeder Zusammenhang zwischen Macula sacculi und Recessus utriculi aufgehört hat.

Die Anlage der Maculae neglectae, das ist der Epithelstreifen, welcher von der Macula sacculi durch das Foramen utric.-sacc. ununterbrochen in den Sinus inferior hineinzieht, zeigt an zwei Punkten Höhen-Maxima: der eine liegt unmittelbar an ihrem Abgang aus der Macula sacculi (Mac. negl. Sarasini), der andere an der lateralen Sinuswand, gerade hinter der Linie, in welcher sich der Ductus endolymphaticus um den Boden des Utriculus herumschlingt. (Mac. negl. Retzii.) — An den beiden Punkten ihres Höhen-Maximums zeigt die Anlage eine lebhafte Zellteilung.

Der Embryo XII (Stadium VIII), dessen Epithelverhältnisse bereits kurz im 1. Teil beschrieben wurden, lässt die Differenzierung schon viel schärfer erkennen. Unmittelbar aus der Anlage der Macula sacculi hervorgehend, zieht über den hinteren Rand des wesentlich verengten Foramen utriculo-sacculare ein sehr hoher Epithelstreif in den Fundus utriculi. Nach kurzem Verlauf in diesem nimmt er an Höhe ab und geht, noch immer wesentlich dicker als das Epithel der Umgebung, weiter nach hinten in den Sinus inferior. Auf diesem Wege erreicht er zum zweitenmal eine sehr bedeutende Höhe, hart hinter der Durchtrittsstelle des Ductus endol. unter dem Utriculusboden; nachdem er dann abermals an Höhe verloren hat, geht er in das niedrige und indifferente Epithel des Sinus

inferior über. Die histologische Beschaffenheit dieses Streifens lässt an den verschiedenen Stellen seines Verlaufes Unterschiede erkennen; an den Stellen der grössten Dicke sieht man eine lebhafte Zellvermehrung; die Kerne liegen in mehreren (3—4) Reihen übereinander. Am deutlichsten sind diese Erscheinungen, namentlich aber das Auftreten einer kernfreien Lumenrandzone, an dem im Eingang zum Sinus inferior gelegenen Punkt des Neuroepithels (Mac. negl. Retzii); dasselbe zeigt der zweite Höhenpunkt dieses Epithelzuges, der unmittelbar am Foramen utric.-sacc. liegt (Mac. negl. Sarasini).

Ausser diesen beiden scharf charakterisierten Punkten zeigt das Epithel dieses Streifens sonst das Bild eines zweireihigen Epithels, das, scharf abgegrenzt, von der Umgebung besonders durch seine Dicke absticht.

Der Embryo A. repräsentiert ein bedeutend älteres Stadium und zeigt den Höhepunkt der Entwicklung der Macula neglecta sacculi (Sarasini) (s. Taf. VII, Fig. 21). Das Foramen utriculo-sacc. ist sehr eng. Die Macula sacculi ist auf den untersten Abschnitt der medialen Sacculuswand beschränkt und erreicht oben das Foramen utr.-sacc. nicht mehr; das Epithel in der Umgebung der Macula sacculi aber hat noch nicht die minimale Höhe der indifferenten Wandteile erlangt, sondern ist etwa doppelt so hoch wie diese; es zieht von der Macula sacculi zum Foramen utr.-sacc., in dessen unmittelbarer Nähe es wieder an Höhe gewinnt; es bekleidet dann, an Höhe immer zunehmend, den unteren und hinteren Rand des Foramen utr.-sacc., um jenseits desselben, also schon im Utriculus plötzlich zu einem hügelförmigen Neuroepithelfleck anzuschwellen, welcher dieselbe histologische Beschaffenheit zeigt, wie die — gleich zu besprechende — Macula Retzii: das Epithel, dessen Kerne in 2—3 Reihen angeordnet sind, weist in diesem Bereich eine kernfreie Lumenrandzone auf; eine Differenzierung in Stütz- und Härchenzellen ist noch

nicht durchgeführt, ein zugehöriger Nervast war nicht aufzufinden. — Die Macula Sarasini erstreckt sich im Utriculus etwa 50—60 μ nach abwärts vom Foramen utr.-sacc., um steil abfallend in einen Epithelstreifen überzugehen, der einreihig wie die Wand der Umgebung, nur durch einen ganz geringen Höhenunterschied auffällt. Aber schon nach einer Strecke von 40—50 μ beginnt dieser Streifen abermals an Höhe zuzunehmen und erhebt sich nun rasch zu der ebenfalls hügelförmigen Macula neglecta (Retzii), welche an der lateralen Utriculuswand gelegen in den Sinus inferior hineinreicht. Die Mac. Retzii ist sehr hoch, scharf umgrenzt, von längselliptischer Form (Längsdurchmesser ca. 140 μ , Querdurchmesser ca. 80 μ); der mikroskopische Bau derselben stimmt mit dem der Macula Sarasini überein: auch hier sind Stütz- und Härchenzellen noch nicht differenziert, und ebensowenig gelang es mir, einen Ramulus mac. negl. aufzufinden.

Die Veränderungen gegenüber dem vorigen Stadium sind also die folgenden: der gemeinsame Neuroepithelstreif, der beim Embryo XII in einem ununterbrochenen Zuge aus dem Sacculus durch das Foramen utr.-sacc. in den Sinus inf. die Macula sacculi und die Maculae neglectae dargestellt hatte, ist beim vorliegenden Embryo A in drei Teile zerfallen: 1) die Macula sacculi, welche nicht mehr die ganze mediale Sacculuswand, sondern nur mehr deren untersten Abschnitt einnimmt. Ein Epithel, das etwas höher ist als das indifferente Wandepithel und ganz typisch in der Umgebung der Nervenendstellen vorkommt, erstreckt sich von der Macula sacculi nach aufwärts zum Foramen utr.-sacc., wo es zu einer zweiten Neuroepithelstelle — 2) Macula neglecta Sarasini — anschwillt, die im Foramen utr.-sacc. (an dessen hinterem Rand) gelegen, zum kleineren Teil in den Sacculus, zum grösseren in den Utriculus hineinragt. Von dieser erstreckt sich wieder ein niedriges Epithel in den Sinus inferior hinein zur persistierenden 3) Macula neglecta (Retzii).

— Beide Maculae neglectae stehen auf derselben Entwicklungsstufe.

Das Alter dieses Embryos muss ein weit vorgeschrittenes sein; in ihrer Arbeit über die »Entwicklungsgeschichte des Geckogehirns« (34) haben Tandler und Kantor das Gehirn desselben, »da der Unterschied nur mehr ein geringer, gewiss nirgends mehr ein prinzipieller ist«, an Stelle eines erwachsenen Gehirns verwendet. Ohne Zusammenhang mit den benachbarten Nervenendstellen, hat also die Macula Sarasini bis in dieses Stadium eine progrediente Entwicklung erfahren und dieselbe Stufe erreicht wie die Macula Retzii.

Die Anlage der Macula Sarasini ist aber damit — wenigstens nach dem mir zur Verfügung stehenden Material — auch auf ihrem Höhepunkt angelangt und wird nun wieder zurückgebildet.

An dem älteren Embryo B (letztes Stadium) ist das Epithel in der Umgebung der Macula Sacculi, deren Lage dieselbe ist wie im Stadium des Embryo A, abermals bedeutend niedriger geworden, ohne aber die Zartheit des lateralen Wandepithels zu erreichen, es erstreckt sich zum Foramen utr.-sacc., nimmt da an Höhe zu, zieht über den unteren Rand in den Utriculus und erstreckt sich hier noch ca. 30 μ vom Foramen utr.-sacc. nach abwärts. Es ist in der Gegend der Foramen — also entsprechend der Lage der Macula Sarasini — teils nur mehr einreihig; teils aber und namentlich im utricularen Abschnitt liegen die Kerne noch in zwei Reihen über einander; der Lumenrand ist in mäßiger Breite kernfrei. Dieser Rest der Mac. Sarasini steht nach abwärts zu in gar keiner Verbindung mehr mit der Macula Retzii. Diese hat im Gegensatz zu ihr eine progrediente Entwicklung eingeschlagen.

Spurlos verschwindet übrigens die Macula neglecta Sarasini überhaupt nicht; denn ich fand im Labyrinth des erwachsenen

Gecko eine Stelle, die gewiss als ihr Rudiment anzusprechen ist. Interessant ist es, dass diese Stelle im Sacculus, hart am Canalis utriculo-saccularis gelegen ist, während im Utriculus kein Rest derselben zu finden ist. Im Sacculus aber ist diese Stelle durch ein, gegen das überaus niedrige Platten-Epithel der Umgebung scharf abgegrenztes einreihiges, kubisches Epithel charakterisiert; die Zellkerne derselben sind nicht stäbchenförmig und mit ihrer Längsachse in der Richtung der Wand angeordnet, sondern sie haben ovoide Gestalt und stehen senkrecht auf die Wand.

Wenn man diese Befunde kurz überblickt, so stellt sich die Entwicklung der Maculae neglectae (Retzii und Sarasini) etwa folgendermaßen dar: die gemeinsame Neuroepithelanlage des Labyrinthbläschens zerfällt zunächst in zwei Teile, die aber nicht genau der Pars superior und der Pars inferior entsprechen; vielmehr umfasst der eine Teil die Maculae amp. ant. und horizont., sowie des Recessus utr. ant.; der andere die Maculae amp. post., neglectae, sacculi, dann die Papilla basilaris und lagenae. Bald nach dieser Zweiteilung, — die nach Alexander in gleicher Weise auch bei Echidna stattfindet, — löst sich die Mac. amp. post. von dem Epithelkomplex, dem sie angehörte, los und es sind nun drei Neuroepithelstellen vorhanden, deren grösste der Pars inferior angehört und die sich durch das Foramen utr.-sacc. auch noch in den Utriculus und dessen Sinus inferior hineinerstreckt — bis nahe zur Crista amp. post. Von diesem Komplex spaltet sich nun im Utriculus die persistierende Macula neglecta fundi utriculi (Retzii ab; sie wird zunächst noch durch ein mäßig hohes Epithel mit der im Foramen utr.-sacc. und dessen nächster Umgebung entstandenen Macula neglecta sacculi (Sarasini), die teils im Utriculus, teils im Sacculus liegt, verbunden; die letztere wird wieder durch ein ähnliches Epithel mit der deutlich abgegrenzten Macula sacculi verbunden. Diese Verbindungsbrücken werden immer niedriger,

um schliesslich ganz zu verschwinden. Dann beginnt erst die Rückbildung der Macula Sarasini, von welcher aber noch beim erwachsenen Gecko ein Rest im Sacculus, in unmittelbarer Nähe des Foramen utriculo-sacculare zu sehen ist. Damit ist nun gesagt, dass die Maculae neglectae ihrer Abstammung nach dem Neuroepithel der Pars inferior angehören; sie leiten sich unmittelbar vom Nervenendstellenepithel des Sacculus her, mit dem sie am längsten in Zusammenhang bleiben. —

Alexander hat ferner bei einigen Embryonen von *Echidna aculeata* im Mündungsteil des Recessus labyrinthi hohes Epithel gefunden, das in die Neuroepithelanlage an der medialen Alveuswand¹⁾ kontinuierlich überging und hat die Vermutung ausgesprochen, dass es ein Rudiment der Macula Sarasini der Amphibien sein könnte. — Diese Beobachtung Alexanders kann ich nach meinen Befunden vollauf bestätigen; doch glaube ich, dass das hohe Epithel im Mündungsteil des Ductus endolymphaticus, das auch ich bei Geckoembryonen sah, anders aufgefasst werden muss.

Man kann beobachten, dass das Epithel der medialen Alveuswand immer im Niveau der Ductusmündung hoch zu werden beginnt; das ist schon in den allerfrühesten Stadien der Fall; je tiefer die Mündung des Ductus, entsprechend seiner Abschnürung aus der medialen Labyrinthwand, nach abwärts rückt, umso tiefer wird auch die obere Grenze des hohen Wandepithels nach unten verschoben — der Ductus treibt das hohe Epithel vor seiner Mündung, sozusagen, her und das wird ja auch aus der Überlegung, dass die oberhalb der Ductusmündung gelegene Wand der Utriculuswand angehört, also kein Neuroepithel tragen wird, verständlich. Nun vergrössert sich der Ductus endol. durch Abschnürung aus der medialen Alveus-

¹⁾ Unter Alveus communis verstehe ich den noch ungetrennten Hohlraum des Utriculus und Sacculus.

wand: was eben noch der letzteren angehört hatte, liegt im nächsten Augenblick im Ductus, dessen Mündungsteil bildend. Bedenkt man nun das durch die ganze Labyrinthentwicklung ziehende, auch von Alexander wiederholt betonte Gesetz, wonach die histologische Differenzierung, die ja in erster Linie in einer Abflachung der indifferenten Wandteile besteht, der morphologischen Entwicklung erst spät nachfolgt, so darf es nicht überraschen, muss vielmehr geradezu gefordert werden, dass der Mündungsteil des noch im Wachsen begriffenen Ductus endolymphaticus hohes, in die Neuroepithelanlage der medialen Alveuswand unmittelbar übergehendes Epithel trage.

Andererseits ist aber eben diese Tatsache wieder ein klarer Hinweis auf die Art, wie sich der Ductus endolymphaticus vergrößert.

Zur Frage der Homologie des Ductus reuniens der Sauropsiden und Säuger mit der Lagena sacculi der Fische und Amphibien.

Gelegentlich seiner für die Histogenese des Labyrinthwandepithels grundlegenden Untersuchungen über die Entwicklung der Pars inferior labyrinthi von *Cavia cobaya* (2) fand Alexander bei jungen Embryonen derselben an der medialen Wand des morphologisch bereits gut differenzierten Ductus reuniens ein hohes, mit kernfreier Lumenrandzone versehenes Epithel, welches zunächst die Verbindung zwischen Macula sacculi und dem Neuroepithel der Cochlea herstellt, bald aber den Zusammenhang mit diesen beiden verliert und dann unter konstanter Höhenabnahme vollständig zugrunde geht. Alexander spricht nun diese Epithelstelle auf Grund der folgenden Erwägungen als eine Neuroepithelanlage, die er Macula ductus reunientis benennt, an: »Fürs erste entwickelt sich der Epithelstreif bis zum Alter des 21 mm langen Embryos in durchaus mit der Macula sacculi übereinstimmender Form. Die ganze

Anlage aber etwa dem unteren Teil der Macula sacculi angehörend zu betrachten, geht darum nicht an, weil ja bereits am 11 mm langen Embryo der Ductus reuniens nach seiner Form deutlich nachweisbar ist. Andererseits muss am 21 mm langen Embryo hohes Zylinderepithel der ektodermalen (?) Labyrinthwand als Nervenendstellenanlage angesprochen werden, da in diesem Alter die rein epithelial bleibenden Stellen bereits an ihrem einreihigen, kubischen Epithel zu erkennen sind«

Bei der Suche nach einer phylogenetischen Grundlage dieser — rudimentären — Nervenendstelle verfolgt dann A. etwa folgenden Gedankengang: In der Anordnung der 3 Nervenendstellen der Pars inferior labyrinthi (also: Macula sacculi, Papilla basilaris und Papilla lagenae) besteht seiner Meinung nach zwischen Fischen und Amphibien einerseits, Sauropsiden und Säugern andererseits eine Verschiedenheit, indem bei den ersteren die Reihenfolge in kraniokaudaler (oder sacculo-cochlearer) Richtung 1. Macula sacculi, 2. Papilla lagenae und 3. Papilla basilaris ist, bei den letzteren dagegen 1. Macula sacculi, 2. Papilla basilaris und 3. Papilla lagenae. Folglich kann die Papilla lagenae der Sauropsiden-Säuger nicht homolog der der Fische-Amphibien sein; bei diesen gehört sie einer Ausstülpung des Sacculus (daher: Lagenae sacculi), bei jenen einer Ausstülpung der Cochlea (daher: Lagenae cochleae) an. Die Lagenae cochleae ist also eine phylogenetisches Novum der Sauropsiden-Säuger, die Lagenae sacculi aber als solche diesen scheinbar verloren gegangen und es dürfte daher — so vermutet Alexander — der Ductus reuniens ein Rudiment der Lagenae sacculi, die embryonale Macula ductus reunientis aber eine Erinnerung an die Macula lagenae (sacculi) der Fische und Amphibien sein.

Die Untersuchung der Labyrinthentwicklung bei *Echidna aculeata* (Alexander 3) ergab, dass die Verhältnisse am embryonalen Ductusepithel dort ganz ähnliche sind wie bei

Cavia, dass aber die »Macula ductus reunientis« ebenso wenig wie bei dieser eine progrediente Entwicklung einschlägt; dies musste bei der nahen Verwandtschaft des Echidnalabyrinthes mit dem der Sauropsiden auffallen. A. gab daher der Hoffnung Ausdruck, gelegentlich einer Untersuchung der Ohrentwicklung von Cheloniern und Crocodiliern die Frage nach der Neuroepithelanlage des Ductus reuniens vollkommen zu lösen.

Mit dem Hinweis auf diese Bemerkung ist auch gleichzeitig der Grund angegeben, warum ich an dieser Stelle auf die Alexandersche Hypothese zu sprechen komme.

Eine Kritik derselben hat zwei Fragen gesondert zu erörtern: 1. Muss die im embryonalen Ductus reuniens der Säuger vorkommende Epithelbildung die Bedeutung einer rudimentären Nervenendstelle haben? 2. Kann die Homologisierung, die Alexander vorschlägt, auf Grund der von ihm angeführten Argumente angenommen werden?

Aus leicht verständlichen Gründen muss mit der zweiten Frage begonnen werden.

Gegen die von Alexander aufgestellte und in mehreren schematischen Zeichnungen niedergelegte Reihenfolge der Abteilungen der Pars inferior hat sich bereits Harrison Spencer (33) ausgesprochen und andere ebenfalls schematische Zeichnungen entgegen gehalten.

Ich stehe vollkommen auf dem Standpunkt H Sp., glaube aber, dass er besser daran getan hätte, statt schematischer — in solchen Streitfragen nie beweiskräftiger — Zeichnungen einige die Entstehungsfolge der in Betracht kommenden Nervenendstellen charakterisierende Labyrinth abzubilden. Denn an keinem Amphibienlabyrinth ist die Reihenfolge der drei Nervenendstellen so, wie Alexander sie darstellt und für die Aufstellung seiner Hypothese fordern muss; die Stelle in der Cavia-Arbeit (pag. 51): »In einer schematisch geradegestreckt, als Schlauch verlaufenden Pars inferior der Amphibien finden sich die drei Nervenend-

stellen tatsächlich (Proteus) in der Reihenfolge, dass die Papilla lagenae zwischen Macula sacculi und Papilla basilaris, also proximal von dieser letzteren, gelegen ist«, beruht auf einem Irrtum, weil Proteus in der Pars inferior überhaupt nur zwei Nervenendstellen besitzt. Retzius, aus dem Alexander geschöpft hat, betont ausdrücklich, dass Proteus noch zu jenen Amphibien gehört, denen die Pap. bas. vollkommen fehlt, ich konnte mich an zwei Schnittserien durch Proteusköpfe von der Richtigkeit der Retziusschen Angaben überzeugen¹⁾. Alexander erwähnt ferner, dass er *Rana fusca* selbst untersucht hat; er teilt das Resultat dieser Untersuchung nicht mit. (*Rana esculenta* zeigt ganz unzweideutig die den Sauropsiden eigentümliche Reihenfolge).

Es genügt aber eine genaue Durchsicht des Retziusschen Werkes, um zur Überzeugung zu gelangen, dass die Papilla basilaris sich von allem Anfang an und bei ihrem ersten Auftreten in der Reihe der Amphibien proximal von der Papilla lagenae, d. h. also, dem Foramen sacculo-cochleare (oder sacculolagenare) stets näher befindet als die letztere. Ich kann das an einigen Zeichnungen demonstrieren, die zum Teil dem Werk von Retzius, zum Teil von mir untersuchten Amphibienserien entnommen sind. Die Textfigg. 10 u. 11 zeigen das Verhalten der fraglichen Partien bei Urodelen: *Menobranchus* besitzt noch keine Papilla basilaris; sie ist aber bei *Siredon* bereits vorhanden und liegt in unmittelbarer Nähe der *Apertura sacculolagenare*; am distalen Ende der Lagenae liegt die weitaus grössere Papilla lagenae. Bei den Anuren ist es zu einer mehr weniger tiefen Einschnürung der Lagenae gekommen und man kann nun

¹⁾ Ich vermute, dass sich Alexander mit *Siredon mexicanus* geirrt hat; dieser besitzt schon eine kleine Papilla basilaris. Die Zeichnungen von Retzius können vielleicht einen Augenblick über die Lage derselben täuschen, die aber bei näherem Zusehen eine ganz typische, d. h. proximale von der Papilla lagenae ist.

Fig. 10.

Pars inf. bei *Menobranchus maculosus* (nach Retzius I, Taf. XXVII).

Fig. 11.

Pars inf. bei *Siredon mexicanus* (nach Retzius I, Taf. XXIX).

Fig. 12.

Pars inf. bei *Bufo vulgaris* (nach Retzius I, Taf. XXXII).

Fig. 13.

Pars inf. bei *Psammosaurus caspicus* (nach Retzius II, Taf. IX).

Fig. 14.

Triton alpestris.

Pars inf. labyrinthi: Der Schnitt ist etwa parallel zum hinteren Bogengang geführt und hat die pars neglecta, pars basil. und lag. getroffen.

auch morphologisch eine Pars basilaris von der eigentlichen Lagena unterscheiden; die Pars basilaris aber, sowie die in ihr gelegene Papilla basilaris liegt proximal von der Papilla lagenae. Bufo und Siredon verhalten sich demnach vollkommen gleich. Von Bufo zu Psammosaurus ist ebenfalls kein Sprung: die Papilla basilaris hat bereits das Übergewicht über die Papilla lagenae erlangt, die Anordnung dieser Nervenendstellen ist aber dieselbe geblieben.

Der in Figur 14 dargestellte Schnitt ist einer von mir untersuchten Tritonserie entnommen; die Schnittrichtung ist für die Demonstration dieser Verhältnisse äusserst günstig: oben der Sacculus (die Macula sacculi erscheint erst einige Schnitte später), dann die Papilla basilaris in unmittelbarer Nähe des Foramen sacculo-lagenare und am distalsten die Papilla lagenae.

Damit ist aber die Hypothese von der Homologie des Ductus reuniens hinfällig: es fehlt uns kein Glied zwischen Anuren und Reptilien, die Reihenfolge der Nervenendstellen ist bei beiden Ordnungen unzweifelhaft dieselbe und die Lagena der Reptilien ist der der Amphibien vollständig homolog.

Noch etwas scheint mir von vornherein gegen die Deutung des Ductus reuniens als rudimentäres Organ zu sprechen, und das ist seine sichtlich progrediente Entwicklung. Es wurde gezeigt, dass der Ductus reuniens bei den Reptilien — Gecko, Schildkröte (Rabinowitsch) — so klein ist, dass man zweifeln muss, ob überhaupt schon von einem solchen gesprochen werden darf (s. Seite 56). Er wird bei den Vögeln deutlicher und erreicht erst bei den Säugern seine volle Ausbildung als selbstständiges Organ.

Was aber die Deutung des hohen Epithels im embryonalen Ductus reuniens als Neuroepithelanlage betrifft, so lässt sich auf Grund meiner Untersuchungen am Gecko folgendes sagen: Die Entstehung der einzelnen Nervenendstellen kommt durch

den Zerfall eines grossen, gemeinsamen Neuroepithelfleckes zustande. Bei diesem Zerfall bleiben die benachbarten Maculae lange Zeit durch ein hohes Epithel — dessen Abflachung verschieden schnell, wahrscheinlich abhängig von dem Grössenwachstum des betreffenden Labyrinthabschnittes, vor sich geht, — verbunden. Eine mehr minder breite Epithelzone in der Umgebung der Nervenendstellen bleibt sogar dauernd hoch, ihre Zellen kubisch; daher kann es leicht vorkommen, dass auch im erwachsenen Labyrinth noch benachbarte Maculae durch ein hohes, nichtsdestoweniger indifferentes Epithel verbunden werden, wofür der Zusammenhang der Macula amp. anterioris mit der Mac. recessus utr. beim erwachsenen Gecko ein Beispiel liefert. Hierher gehört auch die langdauernde kontinuierliche Verbindung der Macula ampullae post. mit der Macula sacculi, wovon ich bei der »Entwicklung der Maculae neglectae« gesprochen habe.

Diese Erscheinung also, dass sich irgendwo zwischen zwei Nervenendstellenanlagen mehr weniger lange hohes Epithel findet, hätte nichts Merkwürdiges an sich; auffallend wird sie erst — und darauf namentlich stützt sich Alexander — dann, wenn sich bei morphologisch schon gut differenziertem Labyrinth die Maculae der einzelnen Abschnitte noch verbunden finden — wie es beim Ductus reuniens der Fall ist. Alexander selbst aber war es, der zuerst auf die Tatsache hingewiesen hat, dass bei der Entwicklung des Labyrinths die morphologische Differenzierung der histologischen weit vorseilt. Er schreibt darüber in der Echidnaarbeit (pag. 80): »Während also in diesem Stadium die Ampullen gestaltlich bereits ziemlich gut isoliert sind, hängen ihre Nervenendstellen noch mit der Nervenendstelle des Utriculus zusammen.« Wenn A. also hier die hohen Epithelbrücken zwischen den Neuroepithelstellen nicht als rudimentäre Nervenendstellen deutet, so sehe ich nicht ein, warum dieselben gerade bei der Brücke statthaft sein sollte, welche Macula sacculi

und Papilla basilaris verbindet; dass diese Brücke etwas länger besteht, darf uns gewiss nicht wundern: denn die Papilla basilaris ist phylogenetisch jünger und ihre Isolierung erfolgt daher auch in der Ontogenese später. Alexander ist es bei der Echidna aufgefallen, dass die histologische Differenzierung in der Pars inferior viel später vor sich geht, als in der Pars superior. Und zwar bleiben nicht nur Macula sacculi und Papilla basilaris lange miteinander verbunden, sondern auch zwischen Papilla basilaris und lagenae findet sich noch spät hohes Verbindungsepithel!

Was aber hauptsächlich gegen Alexanders Hypothese spricht, ist die Tatsache, dass die Reptilien — soweit nach den Befunden am Gecko geschlossen werden darf — keine rudimentäre Nervenendstelle im Ductus reuniens besitzen; Alexander hoffte, als ihn die Befunde an dem Echidnaohr enttäuschten, bei den Reptilien eine Nervenstelle im Hensenschen Kanal zu finden; sie ist bei diesen aber nicht vorhanden; und es wäre bei den nahen Beziehungen von Anuren- und Reptilienlabyrinth doch sehr auffallend, wenn sich bei den ersteren eine Nervenendstelle von den Dimensionen der Papilla lagenae finden würde, die bei den Reptilien schon spurlos verschwunden sein sollte. Gerade meine Beobachtung der rudimentären Macula Sarasini beim Gecko zeigt, dass eine viel unbedeutendere und kleinere Nervenendstelle der Amphibien (Caeciliiden) eine deutliche embryologische Spur bei den Reptilien hinterlassen hat.

Der wesentliche und entscheidende Unterschied zwischen der Entwicklung der Macula Sarasini und der »Macula ductus reunientis« liegt darin, dass die erstere, losgetrennt von dem Epithel der benachbarten Nervenendstellen, eine progrediente Fortbildung einschlägt und unabhängig von diesen bei einem sehr weit vorgeschrittenen Embryo (Embryo A) dieselbe Ent-

wickelungsstufe erreicht, wie die Macula Retzii, während das Epithel im Ductus reuniens in dem Moment, in dem es den Zusammenhang mit der Mac. sacc. und Papilla basilaris verliert¹⁾, sich nicht mehr weiterentwickelt, sondern unter fortschreitender Abflachung zugrunde geht²⁾.

Über das Verhalten des Ganglion acusticum zur Wand des Labyrinthbläschens.

In seiner Arbeit über die »Entwicklung des häutigen Labyrinthes von *Emys Europaea*« (24) schreibt Rabinowitsch über diesen Gegenstand folgendes: »Das Conglomerat von Neuroblasten, das vom Gehirn bis zur vorderen, medialen Wand des Ohrbläschens hinzieht, repräsentiert an seinem Ende einen Haufen von Zellen, der in den Zellen der Labyrinthwand sich vollständig verliert. . . . Ich will nicht mit Sicherheit behaupten, jedoch scheint alles darauf hinzuweisen, dass das häutige Labyrinth nicht rein epidermoidalen Ursprungs ist, sondern dass das Nervenrohr auch ein gewisses Baumaterial beigibt, ebenso wie es Kupfer bei *Petromyzon* beobachtet zu haben glaubte«. . . .

Die fraglichen Verhältnisse in den jungen Entwicklungsstadien des Gecko habe ich im allgemeinen Teil bereits beschrieben und es hat sich gezeigt, dass tatsächlich oft — namentlich bei Verwendung schwächerer Vergrößerungen, wozu jedenfalls auch die 100fache, von Rabinowitsch benutzte zu rechnen ist — in den Serienschnitten eine Abgrenzung des Ganglion gegen die Bläschenwand nicht durchzuführen ist; meistens aber kann man mit starken Vergrößerungen einen spaltförmigen Zwischenraum zwischen den beiden Gebilden erkennen.

¹⁾ Was schon in einem relativ sehr frühen Stadium der Fall ist.

²⁾ Beweisend für die richtige Deutung des von mir gefundenen Epithelstreifens ist natürlich erst die Entdeckung der Mac. negl. sacculi durch Sarasin.

Dagegen scheint ein Zellaustausch zwischen Ganglion und Bläschen bei *Seyllium canicula* stattzufinden, was ich an einer Reihe von Serien, die ich Herrn Prof. Grosser verdanke, beobachten konnte: während in den Wandpartien, welchen das Ganglion nicht angelagert ist, die Zellkerne spindelförmig und sehr schmal sind, zu einander parallel und mit ihrer Längsachse senkrecht auf die Labyrinthwand stehen, ist an den Stellen, die dem Ganglion anliegen, diese Regelmäßigkeit in der Wandbeschaffenheit aufgehoben, die Zellkerne liegen wirr durcheinander, sind nicht spindelförmig, sondern mehr ovoid und nähern sich dadurch der Form der Ganglienzellen so sehr, dass eine Abgrenzung von diesen nicht mehr möglich ist; es scheint hier eine Durchwachsung der beiden Gebilde vorzuliegen.

Trotzdem glaube ich nicht, dass man — wie es geschehen ist — auf Grund eines solchen Bildes das spezifische Sinnesepithel des Labyrinths von diesen fremden Elementen ableiten darf; man müsste denn einen doppelten Ursprung der Sinneszellen annehmen: alle können von den wenigen eingewanderten Ganglienzellen kaum herkommen und jedenfalls müsste die Ampulla posterior — wahrscheinlich auch die Macula neglecta — da sie auch nicht in die entfernteste Beziehung zum Ganglion treten, der eingewanderten Zellen überhaupt entbehren.

Über einen Streifen hohen Epithels an der lateralen Wand des embryonalen Reptilien- und Säugerlabyrinthes.

Bei der mikroskopischen Untersuchung des embryonalen Geckolabyrinthes fällt ein hoher Epithelstreifen auf, den ich bereits bei der Beschreibung des Embryo IX (Stadium VII) erwähnt habe und der sich ganz regelmässig an der Labyrinthwand etwa gleichaltriger und jüngerer Embryonen findet. Bei diesen letzteren, entsprechend ungefähr dem Stadium V und VI, liegt dieses Epithel im Bereich der Furche F (Taf.-Figg. 10 und 12, F);

es beginnt an dieser Furche ziemlich hoch oben und reicht nach abwärts in das hohe Epithel der Pars inferior, in das es übergeht. Vom Epithel seiner Umgebung unterscheidet es sich durch seine Höhe und seinen Bau: es ist in den frühen Stadien meist zweireihig, später aber gewöhnlich nur einreihig; seine Zellen sind aber kubisch bis zylindrisch und besitzen einen breiten, oft glashellen und stark lichtbrechenden protoplasmatischen Aussenrand, während die Kerne dem Lumenrand anliegen. Bei Embryonen mit noch nicht abgeschnürten Bogen- gängen (Geckoembryo δ , Stadium VI) liegt diesem Epithel aussen die Basalmasse an. Später, wenn der hintere Bogengang gänzlich abgeschnürt ist (Embryo VIII—X, Stadium VII) findet sich der Epithelstreifen in der Furche F (Taf.-Figg. 14, 16 und 18; die Identität dieser Furche, mit der bei noch erhaltenen Bogen- taschen, geht aus einem Vergleich der Text-Figuren 15 und 16 her- vor). Die Furche F liegt zwischen dem Sinus superior utriculi und

Fig. 15.

zur Verklebung und Resorption gelangender Teil der hinteren Bogentasche

Schematischer Horizontalschnitt durch einen Geckoembryo vom Alter des Embryo δ . (Stadium VI).

Fig. 16.

Schematischer Horizontalschnitt durch einen Geckoembryo vom Alter des Embryo IX. (Stadium VII).

dem Mündungsteil des horizontalen Bogenganges (s. Taf.-Fig. 15, K; — r ist der Ausläufer der Furche F an der vorderen Utriculuswand); sie umkreist die Mündung des Canalis externus von der medialen Seite und steht nach unten zu mit dem unteren Begrenzungsrand des (nur wenig tiefer liegenden) Foramen utriculo-sacculare in Verbindung. Da durch dieses Foramen, wie früher gezeigt wurde, ein Neuroepithelstreifen — die Anlage der Maculae neglectae — aus dem Sacculus in den Utriculus zieht, so geht das hohe Epithel der Falte F in die Anlage der Maculae neglectae ununterbrochen über. (Die Falte Taf.-Fig. 15 δ, welche die laterale Begrenzung der Mündungsöffnung des horizontalen Kanales bildet, trägt niedriges Epithel.)

Der Furche F liegt immer in dem Bereich der hinteren Bogentasche Basalmasse an. Es wäre daher die Annahme berechtigt, dass das hohe Epithel die Zellen enthält, welche die Basalmasse sezernieren; namentlich der periphere, rein protoplasmatische und glashelle Inhalt der Zellen würde dafür sprechen. Es steht dem aber entgegen, dass an den

anderen Stellen, wo Basalmasse liegt (so namentlich in dem ganzen Teil der Furche F, die dem vorderen Bogengang angehört), keine derartige Veränderung des Epithels zu bemerken ist.

Die lange Persistenz dieses hohen Epithelstreifens bei bereits vollkommener Abflachung der indifferenten Wandteile¹⁾ und sein Zusammenhang mit der Anlage der Maculae neglectae legte den Gedanken nahe, dass es sich hier um ein der Macula neglecta angehöriges Neuroepithel handle. Mit Rücksicht darauf und in der Hoffnung, hier vielleicht eine embryonale Anlage dieser Nervenstelle zu finden, unterzog ich auch das Labyrinth der Säuger daraufhin einer Untersuchung, welche ergab, dass sich auch bei dieser Ordnung im Bereich der hinteren Bogentasche an der lateralen Labyrinthwand (an älteren — namentlich Ratten- — Embryonen auch später noch in einer der Furche F des Geckolabyrinths entsprechenden Zone) ein von der Umgebung scharf abgegrenzter, auffallend hoher Epithelstreifen nachweisen lässt. (Basalmasse liegt diesem, soweit ich erfahren habe, nicht an.) — Ich habe später gefunden, dass diese Epithelbildung schon früher von Denis in seiner Arbeit »Recherches sur le développement de l'oreille interne chez les Mammifères (*Vespertilio murinus*)« (1902) beschrieben wurde. Denis deutet diesen Epithelstreifen als Raphe.

Von den von mir untersuchten Tieren zeigt die Ratte die Bilder am deutlichsten. Bei einem Embryo derselben von 8 mm grösster Länge ist die Pars sup. labyr. etwas weiter entwickelt als beim Gecko δ (Stadium VI). An der lateralen Wand der Plica communis, etwa $100\ \mu$ unter ihrer Spitze, beginnt ein von der Umgebung vor allem durch seine Höhe verschiedener Epithelstreifen, der nach vorne zu bis zur Taschenmitte, nach hinten aber soweit reicht, wie die Wände der hinteren Tasche

¹⁾ Ich erinnere an die Stelle in Alexanders „Entwicklung der Pars inf. labyr.“ etc., die ich auf Seite 95 zitiert habe.

verkleben werden. Unten ist er bis in die Furche zu verfolgen, welche zwischen Mündungsteil der horizontalen Bogengangsanlage und der hinteren Tasche liegt, und verliert sich dann in dem hohen Epithel der Pars inferior. Die Höhe des im Gegensatz zum benachbarten Epithel zwei- oder mehrreihigen Streifens nimmt von oben nach unten zu und erreicht mit 32μ ihr Maximum (im selben Niveau gemessen beträgt die Dicke der medialen Wand 18μ); die Anlagen der Bogengangsraphe messen ca. 27μ .

Bei einem Rattenembryo von 11 mm Scheitelsteisslänge sind alle 3 Bogengänge abgeschnürt. Die laterale Wand des Crus commune verdickt sich schon bald unterhalb der Spitze und ragt hügel förmig in das Lumen hinein, das dadurch einer Sichel form ähnlich wird. Die Verdickung liegt oben in der Mitte der lateralen Wand, nähert sich aber in ihrem Zuge nach abwärts dem hinteren Rand des Crus und geht schliesslich wieder auf die Furche über, welche zwischen Mündungsteil des horizontalen Kanales und dem Utriculus verläuft (also der Furche F des Geckolabyrinths entspricht). Der Streifen ist sehr hoch, das Epithel der Umgebung bereits wesentlich niedriger. Die Bildung erinnert nach der Form an eine Crista ampullaris.

An einem zweiten Embryo von 11 und an einem von 12 mm Länge sind dieselben Verhältnisse.

Bei einem 15 mm langen Embryo fällt der Streifen umso stärker auf, als das übrige Epithel der Pars superior schon sehr niedrig ist. — Ähnlich bei drei 17 mm langen Ratten.

Bei 2 Embryonen von 19 mm Länge ist nicht nur der nach Art einer Crista vorspringende Streifen sehr gut zu sehen, sondern auch das Epithel an der medialen Cruswand etwas verdickt; noch deutlicher ist dieses dem Querschnitt durch eine Ampulle überaus ähnliche Bild bei einem 31 mm langen Rattenembryo, und ebenso zeigt eine 39 mm lange Ratte dieses Verhalten in unvermindertem Mafse.

Beim Schwein sah ich die Stelle an fünf Embryonen (von 23—30 Tagen). Die Lage des Streifens ist die gleiche wie bei der Ratte, die Beziehungen desselben zum Mündungsteil des horizontalen Bogenganges sind dieselben und sehr deutlich.

In gleicher Weise zeigen diese Bildung auch das Kaninchen, die Katze, der Maulwurf (ziemlich undeutlich) und der Hirsch; schliesslich auch junge Stadien menschlicher Embryonen (und zwar von 11—28,5 mm). Bei allen diesen zieht der Streifen zunächst in der Mitte des *Crus commune* (bezw. dessen Anlage) um sich nach unten zu an den hinteren Rand desselben zu begeben und auf die Furche zwischen Mündungsteil des horizontalen Bogenganges überzugehen.

Eine Deutung dieser Bildung ist mir nicht gelungen; die Bezeichnung als Raphe, die Denis vorschlägt, ist falsch. (Raphe heisst nach Huschke und Hasse die an der Konkavität der Bogengänge häufig vorkommende hohe Epithelleiste, welche durch Verklebung der Taschenwände zustande kommt). Auffallend ist es, dass diese Bildung den Vögeln fehlt.

Wien, Oktober 1907.

Literatur-Verzeichnis.

1. Agassiz and Clark, The Embryology of the Turtle, New-York 1857
(zitiert nach Rabinowitsch).
2. Alexander, G., Über Entwicklung und Bau der Pars inferior laby-
rinthi der höheren Säugetiere. Denkschriften der k. Akad. d. Wiss.
Wien. math.-nat. Kl. Bd. LXX.
3. Alexander, G., Entwicklung und Bau des inneren Gehörorgans von
Echidna aculeata. Jenaische Denkschriften VI, 2. Teil; Semon. Zoolog.-
Forschungsreisen III, 2, 1904.
4. Alexander, G., Zur Frage der phylogenetischen, vicariierenden Aus-
bildung d. Sinnesorgane. (*Talpa europaea* und *Spalax typhlus*.) Zeitschr.
f. Psych. u. Phys. d. Sinnesorg., 38. Bd.
5. Ayers, H., Vertebrate Cephalogenesis II, (zitiert nach P. und F.
Sarasin).
6. Böttcher, A., Über Bau und Entwicklung des Gehörlabyrinths nach
Untersuchungen an Säugetieren. Verhandl. d. Kais. Leop. Carol. Akad.
Bd. XXXV, 1869.
7. Denis, P., Recherches sur le développement de l'oreille interne chez les
Mammifères (*Vespertilio murinus*). Arch. de Biologie, Liège T. XVIII,
1902.
8. Hasse, C., Die vergleichende Morphologie u. Histologie d. häutig. Gehörorg.
d. Wirbeltiere. Anatomische Studien 1873. Supplement.
9. Hensen, V., Über die Entwicklung der Nerven im Schwanz der Frosch-
larve. Arch. f. pathol. Anat. Bd. XXXI, S. 51 ff.
10. Hertwig, O., Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte.
11. Hertwig, O., Handbuch d. vergl. u. experim. Entwicklungslehre II. Bd.,
2. Teil, 6. Kapitel.
12. Hoffmann, C. K., Entwicklungsgeschichte d. Reptilien in Bronns-
„Tierreich“.
13. Keibel, H., Über die Entwicklung des Labyrinthanhanges. Anat. Anz.
Bd. XVI.
14. Krause, R., Entwicklungsgeschichte d. häutigen Bogeng. Arch. f
mikr. Anat. Bd. XXXV.
15. Krause, R., Die Entwicklung d. Aqueduct. vestib. s. Duct. endol.
Anat. Anz. Bd. XIX.

16. Krause, R., Entwicklungsgeschichte d. Gehörorgans in Hertwigs Handbuch, 1901.
 17. Kuhn, A., Über das häutige Labyrinth d. Reptilien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XX.
 18. Netto, F., Die Entwicklung d. Gehörorgans beim Axolotl. Inaug.-Diss. Berlin 1898.
 19. Noorden, C. v., Die Entwicklung d. Labyrinths bei Knochenfischen. Arch. f. Anat. u. Phys. 1883.
 20. Peter, K., Der Schluss des Ohrgrübchens d. Eidechse. Arch. f. Ohrenheilk. Bd. LI.
 21. Poli, C., Zur Entwicklung d. Gehörblase b. d. Wirbeltieren. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLVIII.
 22. Rabinowitsch, A., Über die Entwicklung d. häut. Labyrinths v. Emys Eur. Inaug.-Diss. Berlin 1903.
 23. Rathke, H., Entwicklungsgeschichte d. Natter. Königsberg 1837.
 24. Rathke, H., Entwicklungsgeschichte d. Schildkröten. Braunschweig 1848.
 25. Rathke-Wittich, Entwicklungsgeschichte der Krokodile. Braunschweig 1866.
 26. Retzius, G., Studien über den Bau des Gehörlabyrinths I. Abt. D. Gehörorgan d. Knochenfische. Stockholm 1872.
 27. Retzius, G., Das Gehörorgan der Wirbeltiere I und II. Stockholm 1881/1884.
 28. Retzius, G., Das Gehörorgan v. *Caecilia annulata*. Anat. Anz. VI, 1891.
 29. Röthig und Brugsch, Die Entwicklung d. Labyrinths beim Huhn. Arch. f. mikr. Anat. LIX.
 30. Sarasin, P. und F., Über das Gehörorgan der Caeciliiden. Anat. Anz. Bd. VII, 1892.
 31. Spencer, H., The Homology of Lagena throughout Vertebrates. Anat. Anz. 23. Bd.
 32. Tandler und Kantor, Entwicklungsgeschichte des Geckogehirns. Anat. Hefte 33. Bd.
 33. Vogt, C., Embryologie d. Salmones. Neuchâtel 1842 (zitiert nach v. Noorden).
 34. Wiedersheim, R., Zur Anatomie und Physiologie d. *Phyllodact. europ. etc.* Morph. Jahrb. I. Bd.
 35. Wiedersheim, R., Vergleichende Anatomie d. Wirbeltiere, Jena 1906.
-

Zeichenerklärung zu den Tafelfiguren.

- Fig. 1. (Stadium I von der medialen Seite.)
 a. b. Bereich des Ductus endolymphaticus. A. hinterer, B. vorderer,
 C. unterer Bläschenpol.
- Fig. 2. (Stad. I v. d. lateralen Seite.)
 E. Ectoderm, L. unterer Rand der Grübchenöffnung.
- Fig. 3. (Stad. II v. d. med. Seite.)
 d. e. Ductus endolymphaticus,
 K. Kante, den Bereich des Duct. endol. bezeichnend,
 A. hinterer. B. vorderer Bläschenpol, C. Schneckenspitze, J. Grenze
 der Cochleaanlage gegen oben.
- Fig. 4. (Stad. II v. d. lateralen Seite.)
 d. e. Duct. endolymph. a. b. Einsenkung, der entlang sich die Plica
 communis erheben wird.
 A., B., C., J. wie bei Fig. 3.
- Fig. 5. (Stad. III v. d. med. Seite.) d. e. Duct. endolymph.
 C, K. wie in Fig. 3.
 F. Einsenkung an der hinteren Seite d. Kante K.
- Fig. 6. (Stad. III v. d. lateral. Seite.)
 d. e., ab., J. C. wie in Fig. 3.
- Fig. 7. (Stad. IV v. d. med. Seite.)
 d. e., K., F., C. wie in Fig. 5.
 T. vertikale Bogentasche (Plica communis).
 B. vorderer Bläschenpol.
 E. Einziehung, welche die Grenze der Cochlea gegen oben angibt;
 J. Grenze derselben an der vorderen Circumferenz.
- Fig. 8. (Stad. IV v. d. lateral. Seite.)
 d. e., F., T., B., C., J. wie in Fig. 7.
 A. hinterer Bläschenpol (vordere Ampulle), H. Ausbuchtung der Amp.
 horiz. und d. Recessus ant. entsprechend; a. Furche zwischen
 B. und H.

Fig. 9. (Stad. V v. d. med. Seite.)

S. e. Saccus endolymphaticus.

d. e. Ductus endol. A. Anlage d. hinteren Ampulla, B. der vorderen Ampulla.

D. gemeinsamer Hohlraum des Recessus ant. und der Amp. horiz.

b. Ausläufer der an der lateralen Wand verlaufenden Furche b (s. Fig. 10).

E. wie in Fig. 7 (ebenso i. und C.). a. Furche zwischen B. und D.

Fig. 10. (Stad. V v. d. lateral. Seite.)

s. e., B., A., C., D. i. wie in Fig. 9. S. Sacculusspitze. J. Einziehung zwischen Sacculusspitze und Cochlea. b. Furche an der unteren Grenze der horizontalen Bogentasche. F. tiefe Furche, die Bogengangsabschnürung einleitend. v. T. vordere, h. T. hintere Bogentasche. K. hinteres Ende der horizontalen Bogengangsanlage (ä. T.).

Fig. 11. (Stad. VI v. d. med. Seite.)

s. e., d. e., A., B., J., i., b. wie in Fig. 9 und 10.

r. a. Recessus anterior, C. Cochlea, P. Delle im Bereich der vorderen Bogentasche.

Fig. 12. (Stad. VI v. d. lateral. Seite.)

r. a. Recessus utriculi anterior, m. n. Boden des Sacculus (S.), alles übrige wie in Fig. 9, 10 und 11.

Fig. 13. (Stad. VII v. d. med. Seite.) S. e., d. e. wie vorhin.

A. hintere, B. vordere, D. (Teil d.) lateral. Ampulle. r. a. Recessus anterior utriculi.

A. c. ungeteilter Hohlraum d. Utriculus u. Sacculus (Alveus communis).

S. s. Sinus superior utric. (Crus commune). s. p. Sinus post. utriculi. U. Utriculus.

c. a. vorderer, c. p. hinterer, c. e. (Mündungsteil des) lateralen Bogenganges.

p. b. Pars basilaris (cochleae). L. Lagna (cochleae). H. Furche zwischen p. b. und H.

F. Furche an der hinteren Alveuswand, zwischen Alveus comm. und Mündungsteil d. horizontalen Bogenganges.

c. Furche an der oberen Grenze der Mündungsöffnung des Ductus endolymphaticus.

z. Einziehung an der unteren Grenze der Mündungsöffnung des Ductus endolymphaticus.

Fig. 14. (Stad. VII v. d. lateral. Seite.) Das Mittelstück d. lateralen Bogenganges wurde entfernt.

c. Anlage der Crista ampullaris.

b., T., wie in Fig. 9 und 10. G. Furche zwischen L. und p. b. S. Sacculus.

x. und y. Querfurchen an der lateralen Alveuswand (x. Fortsetzung d. Furche F.), alles übrige wie in Fig. 13.

Fig. 15. (Stad. VIII von medial und vorne betrachtet.)

c. sp. Furche der Anlage der Crista spiralis (und lab. vestib.) entsprechend.

U. p. Mündungsraum der Bogengänge („Utriculus proprius“).

c. p. von der medialen Seite sichtbares Stück des hinteren Bogenganges.

K. Mündungsteil des lateralen Bogenganges.

r. Furche (aus x s. Fig. 14) und δ Furche (aus y s. Fig. 14 hervorgegangen) begrenzen K. von der medialen Seite (gegen d. Sinus superior) und von der lateralen Seite (gegen den Sacculus S.), alles übrige wie in 13 und 14.

Fig. 16. (Stad. VIII von aussen und hinten betrachtet.)

q. Einschnitt zwischen d. Pars. bas. (p. b.) und der Lagena L.

c. Cochlea (Pars basil.).

o. Furche zwischen Recessus ant. utr. (r. a.) und vorderer und äusserer Ampulle, Alles übrige wie in Fig. 13–15.

Fig. 17. (Stad. IX von innen und etwas vorne.)

gr. E. Stelle der Wand, die dem grossen Epithelwulst entspricht.

L. S. Spitze der Cochlea (von der Lagena gebildet).

x. Anfangsstück des vorderen Bogenganges.

c u. s. Canalis utriculo-saccularis, δ s. Fig. 15.

Das übrige wie vorhin.

Fig. 18. (Stad. IX von aussen und oben.)

z. zwei blinddarmförmige Ausstülpungen der horizontalen Ampulle zu beiden Seiten der Crista.

d. r. Ductus reuniens.

Alles übrige wie in Fig. 17.

Fig. 19. Schnitt durch die Schnecke (Papilla basilaris) des erwachsenen Gecko (20 μ). (Vergr. 175.)

m. b. Membrana basilaris (die Schichten undeutlich).

H. z. Härchenzellen (nach dem Typus der langen Härchenzellen [von Retzius]).

- H. h. Hörhaare.
 m. c. Membrana tectoria (Corti).
 ä. C. w. äusserer Cylinderepithelwulst.
 N. Nerv.
 ä. K. r. äusserer Schenkel des Knorpelrahmens (Ligam. spirale der Säuger).
 i. K. r. innerer Schenkel des Knorpelrahmens.
 k. L. knöcherne Labyrinthkapsel.
 L. v. Labium vestibulare.

Fig. 20. Schnitt durch das Labyrinthbläschen eines Vanellusembryo (Vergr. 175).

- A. c. Alveus communis.
 v. T. w. zur Verklebung gelangter Teil der Taschenwand (der später resorbiert wird).
 v. B. vorderer Bogengang.
 i. W. innerer Basalmassenwulst.
 ä. W. äusserer Basalmassenwulst.

Fig. 21. Schnitt durch das Labyrinth des Geckoembryo A. (Vergr. 175).

- M. n. S. Macula neglecta Sarasini.
 V. Utriculus.
 h. C. horizontaler Canal.
 S. Sacculus.
 O. Otolith.
 C. Schnecke.
 E. S. i. Epithel des Sulcus internus (Grosser Epithelwulst).
 L. v. Anlage des Labium vestibulare.
 m. C. Membrana Corti (darunter die Anlage der Haarzellen).
 i. Kr. innerer Schenkel des Knorpelrahmens.
-