

# Über die Entwicklung des Labyrinthanhanges (*Recessus labyrinthi* oder *Ductus endolymphaticus*) bei den Schildkröten und über seine Homologisierung bei den Wirbeltieren.

Von

Franz Keibel, Strassburg i. Els.

---

Hierzu Tafel IX—XI und 30 Textfiguren.

---

Sowohl über die Entwicklung wie über die morphologische Bedeutung des *Ductus endolymphaticus* der Wirbeltiere ist eine Einigung noch nicht erzielt. Während wir Angaben finden, dass die Abschnürungsstelle des Gehörbläschens dem Gebiete oder sogar der Spitze des *Ductus endolymphaticus* entspricht, soll er nach andern Angaben nichts mit dieser Abschnürungsstelle gemein haben und nur durch Abfaltung von der medialen Wand des Ohrbläschens entstehen. Die Teleostier sollen nach R. Krause überhaupt keinen *Ductus endolymphaticus* besitzen.

Demgegenüber betont freilich Jaromir Wenig (*Anat. Anz.* Bd. 38, 1911), dass den Knochenfischen ein *Ductus endolymphaticus* zukommt, der sich in seiner ganzen Länge von der medialen Wand des Ohrbläschens abschnürt, und auch der letzte Untersucher dieser Frage, Gösta Fineman, spricht Ganoiden wie Knochenfischen einen *Ductus endolymphaticus* zu.

Ich selbst habe mich schon einmal mit der Entwicklung des *Ductus endolymphaticus* beschäftigt (*Anat. Anz.*, Bd. 16, 1899). Nach Untersuchungen an Hühnerembryonen kam ich Poli (*Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 48, 1897) gegenüber zu dem Ergebnis, dass der *Ductus endolymphaticus* in Beziehung zur Abschnürungsstelle des Ohrbläschens steht. Ich bildete einen Schnitt durch die Ohrgegend eines 72 Stunden bebrüteten Zwerghühnembryo ab, der das Gehörbläschen und den von ihm ausgehenden, noch kurzen, aber sehr deutlichen *Ductus endolymphaticus* zeigt. Der *Ductus endolymphaticus* steht an seinem peripheren Ende durch einen kurzen Zellstrang noch mit dem Ektoderm in Verbindung, doch so, dass diese Verbindung nicht die Richtung des *Ductus endolymphaticus* fortsetzt, sondern lateralwärts zum Ektoderm zieht. Ich konnte

mitteilen, dass ich ähnliche Befunde mehrfach gemacht habe, und hervorheben, dass es gar keinem Zweifel unterliege, „dass hier der letzte Rest der ursprünglichen Verbindung des Gehörbläschens mit seinem Mutterboden vorliegt, da ich an meinen Serien diese Vorgänge Schritt für Schritt beobachten konnte“. Ich schloss meine Mitteilung mit den Sätzen: „Dass dieser Befund bei Hühnerembryonen ausserordentlich dafür spricht, dass der Kanal, welcher bei den Selachiern den Hohlraum des inneren Ohres mit der Aussenwelt verbindet, mit dem Ductus endolymphaticus anderer Wirbeltiere zu vergleichen ist, braucht wohl nicht weiter ausgeführt zu werden. Bei all jenen Tieren, bei denen der Ductus endolymphaticus erst entsteht, nachdem die Abschnürung des Ohrbläschens längere Zeit erfolgt ist, kann die Beziehung des Ductus endolymphaticus zur Abschnürungsstelle natürlich nicht deutlich erkannt werden. Wir haben dann hier offenbar auch wieder eine Verschiebung in der zeitlichen Folge der ontogenetischen Vorgänge gegenüber den phylogenetischen. So dürften sich, wenn die Beobachtungen Nettos (1898) richtig sind, die Verhältnisse bei Axolotl erklären.“

Einen entgegengesetzten Standpunkt nahm Peter (Archiv (f. Ohrenheilkunde, Bd. 51, 1901) ein. Zwar gibt Peter zu, „dass den Abbildungen Polis keine rechte Beweiskraft für seine“ „Ansicht innewohnt“, aber er stellt fest, dass „bei der Eidechse die Stelle des Schlusses des Gehörsäckchens nicht an seiner dorsalen Spitze“ liegt, und nach Peter geht der Recessus labyrinthi „nicht aus diesem Kanal hervor, sondern wächst von der oberen (inneren) Wand des Bläschens aus.“ Peter findet es immer schwieriger, die Homologie des Ductus endolymphaticus „mit dem gleichbenannten Gebilde der Selachier, welches sich aus dem offen bleibenden Ohrkanal herausbildet, aufrecht zu erhalten“; er hält es „nach den Befunden bei Bdellostoma, Rana und Lacerta, die übereinstimmend den Recessus labyrinthi bereits vor Schluss des Gehörbläschens angelegt zeigten, nicht für wahrscheinlich, dass dieser dem Ductus endolymphaticus der Haifische entspricht“.

Peter gegenüber muss ich zunächst bemerken, dass er meine Ansicht offenbar nicht ganz richtig aufgefasst oder doch wenigstens so wiedergegeben hat, dass sie missverstanden werden muss. Er sagt: „Keibel dagegen glaubt, dass Poli sich geirrt

hat und bildet einen Schnitt durch einen Hühnerembryo ab, bei welchem der am meisten nach dem Rücken zu gelegene Punkt des Hörbläschens noch in Verbindung mit der Epidermis steht. Er schliesst daraus, dass aus diesem Zusammenhange die fragliche dorsale Ausstülpung hervorgeht.“

Ich kann in meinem kleinen Aufsätze nichts von einem solchen Schlusse finden.

Der Ductus endolymphaticus ist, in dem von mir abgebildeten Schnitte mit rl (*Recessus labyrinthi*) bezeichnet, bereits deutlich vorhanden. Ich habe weder gesagt, noch war es meine Meinung, dass aus dem Verbindungsstrange des Gehörbläschens mit dem Ektoderm der Ductus endolymphaticus seinen Ursprung nimmt. Wohl aber war ich der Ansicht, dass diese Beziehung des Ductus endolymphaticus zum Ektoderm beim Hühnchenembryo dafür spricht, dass der Ductus endolymphaticus der Vögel mit dem gleichbenannten Kanal der Selachier zu homologisieren ist.

Auch die Lage des Zusammenhanges in der Nähe des dorsalen Endes des Ductus endolymphaticus lässt sich in diesem Sinne verwerten, worauf ich später zurückkommen werde, aber jeder Befund, der ergibt, dass der Ductus endolymphaticus im Bereiche der Abschnürungsstelle entsteht, spricht meiner Meinung nach dafür; so Peters eigene Figuren. In Fig. 2 des Petersschen Aufsatzes liegt die Abschnürungsstelle des Gehörbläschens vom Ektoderm zweifellos im Gebiet der Anlage des Ductus endolymphaticus, wenn auch weiter ventral als in dem von mir abgebildeten Schnitte durch einen Hühnchenembryo. Wie die von Peter gefundenen Bilder meiner Ansicht widersprechen sollen, kann ich nicht einsehen. Auch meinen ganz einwandfreien Befunden bei Hühnerembryonen widersprechen sie nicht. Sie zeigen nur, dass im Einzelnen die Abschnürungsverhältnisse bei verschiedenen Tieren verschieden liegen können, sogar individuelle Variationen müssen zugegeben werden. Ganz an der Basis der Anlage des Ductus endolymphaticus liegt nach Krause (*Anat. Anz.*, Bd. 19, 1901) offenbar die Abschnürungsstelle bei *Coluber natrix*, während, wie ich später zeigen werde, die Schildkröten Bilder aufweisen, bei denen die Abschnürungsstelle wieder dem distalen Ende der Anlage des Ductus endolymphaticus näher liegt.

Übrigens konnte bereits 1900 Alexander nachweisen, dass die Dinge beim Meerschweinchen ähnlich liegen wie beim Hühnchen,

und er spricht sich in einem besonderen kleinen Aufsatz (1901) nochmals darüber aus. Er sagt: „Es ist somit sicher, dass beim Hühnchen und Meerschwein der Ductus endolymphaticus aus der ursprünglichen Verbindungsregion zwischen Hornblatt und Labyrinthanlage hervorgeht,“ und er fährt dann fort: „und ich möchte die Art seiner Genese für diesen Kanal als charakteristisch ansehen. Wenn daher bei einer Reihe von Wirbeltieren (Axolotl, Rana, Bdellostoma, Lacerta) ein allerdings ähnlich gelagerter Kanal als selbständige Ausstülpung des Labyrinthbläschens zur Entwicklung kommt (s. o.), die mit der ursprünglichen Verbindungsregion nichts zu tun hat, so kann diese Bildung der oben erörterten, an Hühnchen und Meerschweinchen nachgewiesenen nicht homolog sein und es ist daher nur für eine der beiden Formationen — und zwar nach der historischen Auffassung nur für jene, welche aus dem ursprünglichen ektodermalen Verbindungsrohr hervorgeht — (Säuger, Vögel), der Name »Ductus endolymphaticus« zulässig.“ Dass ich dieser letzten Schlussfolgerung Alexanders nicht zustimmen kann, soll später genauer erörtert werden, doch sei hier schon erwähnt, dass, wenn es mir schon bedenklich erscheint, dass Peter aus seinen Befunden an Lacerta ableiten will, dass der Ductus endolymphaticus dieses Tieres nicht dem der Haifische entsprechen soll, ich noch grössere Bedenken trage, den Ductus endolymphaticus von Lacerta als eine anders zu bewertende Bildung als den der Vögel und Säuger aufzufassen. Wir würden, wie wir sehen werden, auf diesem Wege dazu kommen müssen, festzustellen, dass es nicht erlaubt sei, die bislang als Ductus endolymphatici der Schlangen, der Eidechsen und der Schildkröten aufgefassten Bildungen einander zu homologisieren.

Bevor ich nun zu der Schilderung der Verhältnisse bei den Schildkröten übergehe, sei noch kurz angeführt, was sonst über die Entwicklung des Ductus endolymphaticus bei Wirbeltieren berichtet wird:

Bei Bdellostoma findet sich nach Kupffer (1900) der Ductus endolymphaticus bereits vor Schluss der Ohrgrübchen, als dorsale Ausstülpung.

Die in Frage kommende Stelle bei Kupffer lautet (S. 31): „Die Durchschnitte der Labyrinthblase liegen in 13 Schnitten vor. Etwas hinter der Mitte ihrer Länge öffnet sich die Blase durch einen kurzen Mündungskanal, Fig. 25, der sich an der Oberfläche

trichterartig erweitert, nach aussen. Die von gleichmässig hohem Zylinderepithel umschlossene Blase gliedert sich, aber nicht deutlich, in zwei Abschnitte, einen medialen, einen unter dem Mündungskanal gelegenen lateralen. Von der dorsalen Wand des Kanals geht die Bildung eines lateralen Ganglions aus, und hart einwärts von diesem Ganglion buchtet sich aus der dorsalen Wand der Labyrinthblase der Recessus labyrinthi hervor. Derselbe ist also von dem Mündungskanal scharf abgesetzt und berührt das Ganglion, dessen Bestimmung nicht ganz sicher ist. Jedenfalls ist es noch ganz isoliert. Wahrscheinlich ist dieses das Acusticusganglion und das vorausgehende das Hauptganglion des Facialis. Das Acusticusganglion liegt aber später vor dem Recessus labyrinthi.“ Ich muss gestehen, dass es mir sehr zweifelhaft erscheint, ob die Falte, welche Kupffer in Fig. 25 abbildet, die Anlage des Ductus endolymphaticus und nicht eine zufällige Falte ist, besonders da der Konservierungszustand des Materials nach Kupffers Angaben eine solche Deutung recht nahelegt. Jedenfalls dürfte es kaum angehen, aus dem Befunde bei *Bdellostoma* weitgehende Folgerungen abzuleiten.

Bei den Selachiern wollen wir bis auf Balfour (Handbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte, deutsch von B. Vetter, Bd. II, S. 463, 1881) zurückgehen, der den Verbindungsgang des Ohrbläschens mit der Aussenwelt bei diesen Tieren mit dem Ductus endolymphaticus der höheren Wirbeltiere homologisierte. Von neueren hat Poli (l. c. 1897) auch Selachier untersucht und Schnitte von *Mustelus* und *Pristiurus*embryonen abgebildet, es sei besonders auf die Fig. 11 der Tafel 32 hingewiesen. Einen ähnlichen Schnitt bildet R. Krause in seiner Arbeit „Die Entwicklung des Aquaeductus vestibuli s. Ductus endolymphaticus“ (Anat. Anz., Bd. 29, 1901) ab. Auf Untersuchungen an Selachiern beruft sich auch Fleissig, auf dessen Arbeit über *Platydaktylus mauretanicus* ich bei den Reptilien etwas genauer eingehen werde; der Ductus endolymphaticus wäre nach ihm bei Selachiern, wie bei allen Vertebraten, ein Abschnürungsprodukt der medialen Alveuswand. Einen sehr wertvollen Beitrag für die Labyrinthentwicklung der Selachier (*Torpedo ocellata*) liefert Hellmann in einem Vortrag in den Verhandlungen der deutschen otologischen Gesellschaft (Mai 1898). Er hat auf Anregung und unter Leitung von Sobotta eine recht vollständige Reihe von

Modellen gemacht, und seinem Vortrag ist eine Tafel mit Abbildungen dieser Modelle von Sobottas Hand beigegeben, welche einen Überblick über die Entwicklung vom weit offenen Ohrgrübchen bis zur fertigen Form erlaubt. Eine im Vortrag in Aussicht gestellte eingehendere Darstellung ist leider nicht erschienen.

Nach Hellmanns Modellen „entspricht die Hautöffnung des Saccus endolymphaticus bei *Torpedo ocellata* tatsächlich der Einstülpungsstelle der Labyrinthblase“. Schnittserien von anderen Plagiostomen „beweisen das Gleiche auch für diese“.

„Die Verlängerung des Ductus endolymphaticus scheint von Anfang an durch eigenes Längenwachstum zu geschehen. Abschnürung von der Ohrblase“ konnte Hellmann „für den Beginn nicht nachweisen.“ Der Verfasser erinnert auch daran, dass Boettcher (1870) bei Säugern ein mächtiges Wachstum des Ductus endolymphaticus nachgewiesen hat.

Über die Homologisierung spricht sich Hellmann in seinem Vortrage nur kurz aus, danach scheint er den Ductus endolymphaticus dem der höheren Wirbeltiere nicht zu homologisieren. Er sagt nämlich: „Hertwig (in Schwarzes Handbuch der Ohrenheilkunde, Bd. 1, S. 137) führt das Verhalten der Selachier als einen Beweis für seine Meinung an, dass der Ductus endolymphaticus der Säuger ein Rest des ursprünglichen Stieles sei, durch welchen das Gehörbläschen zur Zeit seiner Abschnürung mit dem Hornblatt verbunden war. Er scheint damit fehl zu gehen. Denn wie Boettcher (l. c. S. 170 und 172) beim Schaf, Koelliker (Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Wirbeltiere, 2. Aufl., 1879, S. 715), Poli (Zur Entwicklungsgeschichte der Hörblase bei den Wirbeltieren. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 48, S. 654, 1897) beim Hühnchen unzweifelhaft nachgewiesen haben, entspricht bei diesen der Recessus labyrinthi nicht der Verschlussstelle des Gehörbläschens; der Recessus labyrinthi tritt auch erst auf, nachdem sich das Gehörbläschen vollkommen vom Ektoderm abgeschnürt hat. Nach Noordens (Die Entwicklung des Labyrinths bei Knochenfischen, Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgeschichte 1883, S. 235 u. f.) Untersuchungen fällt die Bildung des Ductus endolymphaticus bei den Knochenfischen in eine sehr späte Zeit.“ Wir werden später sehen, dass die Grundlage einer Vergleichung sich inzwischen doch verschoben hat.

Wir kommen zu den Teleostiern. Da will ich auf Noordens eben erwähnte Arbeit nicht näher eingehen. Von R. Krause wird den Teleostiern — worauf bereits einleitend hingewiesen wurde — sowohl in der Arbeit im Anatomischen Anzeiger von 1901 wie im II. Band von O. Hertwigs Entwicklungslehre der Wirbeltiere ein Ductus endolymphaticus überhaupt abgesprochen. Mit Hinweis auf ein Modell, welches die Hörblase eines Forellenembryo darstellt, sagt er: „Von einem Ductus endolymphaticus ist hier nicht das geringste zu bemerken, und die Knochenfische besitzen einen solchen Gang, wenigstens in dem von uns gebrauchten Sinne überhaupt nicht.“

Wenn ich das grosse Werk von Rétzius<sup>1)</sup> durchblättere, so finde ich, dass der Ductus endolymphaticus fehlt bei sieben Arten. Das Gebilde, das man bei Knochenfischen mit diesem Namen belegt, tritt zuerst auf bei jungen Forellen von 22—25 mm Länge, bei denen das Gehörorgan schon fertiggebildet ist.“ „Eine irgendwie bedeutendere Ausdehnung erlangt aber dieses Gebilde bei keiner Art und darf vom entwicklungsgeschichtlichen und vergleichend-anatomischen Standpunkt aus jedenfalls nicht als ein Ductus endolymphaticus bezeichnet werden. Dagegen spricht auch schon die Tatsache, dass es niemals an seinem peripheren Ende zur Bildung eines Saccus endolymphaticus kommt, der sich bei allen anderen Wirbeltiergattungen doch dann bildet, wenn sich der Ductus endolymphaticus von der Haut abschnürt.“

Gegen R. Krause wendet sich in einer jüngst erschienenen Arbeit Jaromír Wenig. Wenn er auch noch weitere Untersuchungen abwarten will, „um diese so verwickelte Frage über die Homologie des Ductus endolymphaticus in ein klares Licht stellen zu können“, schliesst er doch seine Mitteilung „Die Entwicklung des Ductus endolymphaticus bei den Knochenfischen“ (Anat. Anz., Bd. 38, 1911): „Der Labyrinthanhang der Knochenfische kann also den Namen Ductus endolymphaticus, mit dem ihn die alten Autoren bezeichnet haben, auf Grund meiner Arbeit mit Recht weiter behalten.“

Wenig hat Forellen untersucht. Nach ihm beginnt die Entwicklung des Ductus endolymphaticus bereits zu einer Zeit, zu der der Utriculus noch nicht vom Sacculus abgetrennt ist,

---

<sup>1)</sup> G. Retzius, Das Gehörorgan der Wirbeltiere, Stockh. 1881.

und zwar an der medialen Wand der Labyrinthanlage. Dort bildet sich eine Verdickung von drüsenartigem Aussehen. „Bei den nächstälteren Stadien sehen wir, dass das dorsal gelegene, dünn gebliebene Epithel sich um diese Wandverdickung einstülpt. Die so entstandene zweischichtige Lamelle (Fig. 1) streckt sich nun ventralwärts und verwächst mit ihren seitlichen Rändern mit der Medialwand. So schnürt sich ein Teil des Alveusraumes ab. Sobald die herabwachsende Lamelle eine gewisse Grenze erreicht hat, verbreiten sich ihre Ränder auf der Medialwand, die jetzt den Alveusraum einzuschnüren beginnt. So entsteht erst jetzt die dorsale Abgrenzung des Sacculus. Der abgeschnürte Raum ist das Lumen des Ductus endolymphaticus (Fig. 2).“ Wenig beruft sich für diese Homologisierung auf Julius Fleissigs Arbeit über die Entwicklung des Geckolabyrinthes (Anat. Hefte, Bd. 37, 1908), der „den Ductus endolymphaticus beim *Platydictylus mauretanicus* als ein in seiner ganzen Länge vom Alveus abgeschnürtes Organ erklärt.“ Ich werde, wie gesagt, auf diese Arbeit später noch zurückkommen.

Über Amphibien liegen eine ganze Anzahl von Arbeiten vor. Ich nenne die von Francis Villy (1890; über *Rana temporaria*); H. W. Norris (1892 und 1901; über *Amblystoma*), Camillo Poli (1897; mehrere Amphibien), Friedrich Netto (1898; über *Axolotl*), H. K. Corning (1899; über *Anuren*), Rudolph Krause (l. c.) und K. Okajima (1912; über *Hynobius*). Norris (1892) sagt: „Villy states that in the frog the recessus is not the last part of the vesicle to retain its connection with the external skin, but results merely from the mode of involution“, doch drückt sich Villy wesentlich vorsichtiger aus. Es heisst bei ihm (S. 524—525): As development proceeds the involution is more rapid at the dorsal than at the ventral part (des Ohrgrübchens), so that in sections it comes to have the appearance shown in Fig. 2. After this has taken place the ventral part in turn grows rapidly, pushing its way inwards (see Fig. 3), and as this process is going on the lips of the pit grow towards each other and coalesce, thus closing the aperture completely. Soon afterwards the newly formed outer wall of the vesicle separates from the deeper layer of epiblast, which remains near the surface. I am not certain that the mouth of the auditory sac is closed precisely in this manner, for the nervous layer of the epiblast is



so ill defined at this time and place that I have thought it more probable that the outer wall of the vesicle is formed simply by the cells at the edges of the pit proliferating, and closing the mouth by forming a plate across it.

What ever the real mode may be, the vesicle is pyriform, when first closed, the dorsal part being the narrower. This narrow part ultimately becomes the recessus labyrinthi.

Aus Fig. 2 darf man wohl schliessen, dass die Anlage des Ductus endolymphaticus bereits kenntlich ist, bevor die Abschnürung bezw. der Schluss des Ohrbläschens erfolgt. Wenn ich hier von Schluss des Ohrbläschens spreche, so sehe ich da natürlich von der mir bei Amphibien wohl bekannten Deckschicht ab, welche, an der Bildung des Ohrbläschens unbeteiligt, über dasselbe hinwegzieht.

Für *Amblystoma* schildert Norris (1892) den Vorgang des Abschlusses des Ohrbläschens und die Bildung des Ductus endolymphaticus folgendermaßen (S. 24): „The closing of the mouth of the pit begins at the ventral side and progresses dorsally, so that the dorsal part of the ear vesicle is the last to close off from the space beneath the indifferent ectoderm. This dorsal portion is the recessus, and it is thus homologous with the recessus in those forms in which the vesicle never loses its connection with the exterior.“ Und an einer anderen Stelle (S. 29) heisst es: „The recessus represents the last connection of the invaginated ear vesicle with the indifferent ectoderm“.

Ganz abweichend von dieser Schilderung sind die Angaben, welche Friedrich Netto (1898) in seiner in O. Hertwigs Laboratorium gearbeiteten Dissertation über die Bildung und Abschnürung des Ohrbläschens beim Axolotl macht. Er sagt: „Durch Abschnürung der Innenschicht des äußeren Keimblattes, nicht durch Ausstülpung, da kein Hohlraum vorhanden ist, bildet sich ein Zellhaufen, der ohne Höhlung, kompakt sich nach innen zu begibt. Ohne Verbindung mit dem Mutterboden wachsen die Zellen, weichen so drängend allseitig auseinander und bilden einen Hohlraum. Aus diesem wächst nach und nach durch Dehnung der Bläschenwand der Ductus endolymphaticus. Der mehrfach erwähnte Gang bei den Selachiern muss also wohl etwas anderes sein als die letzte Verbindung des Labyrinths mit dem Mutterboden.“

Anders lauten R. Krauses (1901) Angaben über die Bildung des Ductus endolymphaticus bei Axolotl. Da R. Krause offenbar die der Arbeit von Netto zugrunde liegenden Präparate kannte, denn Netto bedankt sich bei ihm für „Ratschläge“ und „Winke“, wird es wohl nicht nötig sein, weiter auf die Arbeit von Netto zurückzukommen. Krauses Befunde lassen sich gut mit den Angaben von Willy für *Rana temporaria* in Einklang bringen. Es heisst bei R. Krause für Axolotl (S. 56): „Zuerst schlägt sich (nämlich) der dorsale Rand der Hörplatte um und wächst gegen die Mitte vor, dann folgt der ventrale Rand, der aber weiter ausholt, die eingestülpte Deckschicht vor sich herschiebt und sogar nach aussen etwas vorbuchtet. Dass sich wirklich der dorsale Rand zuerst vorbuchtet, zeigt sich auch daraus, dass er zuerst seine Verbindung mit der Grundschrift verliert. Wenn also die Hörblase noch nicht geschlossen ist, ist der Ductus endolymphaticus schon sehr deutlich angelegt. Er entsteht auch hier nicht durch Ausstülpung aus der Hörblase sekundär, sondern ist der Teil der Hörblase, der bei der Einstülpung oder, hier richtiger gesagt, Umstülpung der Hörplatte zuerst gebildet wird.“

Nicht ganz klar ist mir, wie Norris (1901) in einer Prioritätsreklamation sagen kann: „I wish to call attention to the fact that in 1892 I described the origin of the same structures in *Amblystoma*, and that my statements and figures agree in every respect with the later ones of Dr. Krause.“ Das bezieht sich jedenfalls nur auf die gröberen Verhältnisse und die in diesen von Netto abweichende Darstellung. Ausser Axolotl hat R. Krause auch Anuren untersucht, er bildet Schnitte durch Larven von *Rana esculenta* ab. Die Anuren bieten uns nach ihm fast die gleichen Verhältnisse dar als Axolotl.

Ich bin hier ein wenig von der zeitlichen Folge abgewichen, weil ich die Arbeiten von Netto und Krause im Anschlusse an die von Norris besprechen wollte, und trage nun noch einiges Wenige auf die Entwicklung des Hörbläschens bei Amphibien bezüglich von Camillo Poli (1897) und Corning (1899) nach. Nach Poli ist nach seinen Untersuchungen von *Hyla arborea* und *Bufo vulgaris* die Schliessung der Gehörblase bei den Anuren „vorzugsweise als das Ergebnis einer von den Rändern (oder Lippen) der Invagination ausgehenden Zellenproliferation zu betrachten.

Der Recessus labyrinthi ist in seiner Anlage noch vor Abschluss der Blase sichtbar und ist somit nicht der äusserste Punkt, an welchem sich die Gehörinvagination von der Ektodermschicht ablöst.“ Polis Resultate schliessen sich gut an die älteren von Villy an und mit Poli stimmt Corning (1899) völlig überein. Nachdem er schon einmal (S. 184) Poli bestätigt hat, sagt Corning (S. 190): „Dieser Recessus labyrinthi ist also zu einer Zeit angelegt, wo der Schluss der Platte eben erst angefangen hat, und kann keineswegs als die Stelle bezeichnet werden, an welcher das Gehörbläschen sich zuletzt schliesst“; und später betont er noch einmal (S. 191): „Ich befinde mich in bezug auf die Entwicklung des Gehörorgans bei *Rana* in Übereinstimmung mit Poli, der eine ausführliche Schilderung der Vorgänge gegeben hat.“

Aus den Untersuchungen von Okajima (1912) an dem Urodelen *Hynobius* (*Ellipsoglossa*) *nebulosus* ergibt sich, „dass die Spitze des Ductus endolymphaticus bei *Hynobius* mit der Abschnürungsstelle des Hörbläschens nicht übereinstimmt.“ Der Ductus soll sich nicht sekundär aus dem Labyrinth ausstülpfen, sondern er wird gebildet „durch das absteigende Eindringen einer Falte, *Plica verticalis*, durch welche der Ductus aus der Medialwand des Alveus abgeschnürt wird.“

Okajima beschreibt einen eigentümlichen Zustand der Epithelzellen an der medialen Wand des Ductus, die „dem Ependymgewebe des Zentralnervensystems“ sehr ähneln. Seiner Meinung nach „wird diese Besonderheit der medialen Ductuswand dadurch hervorgerufen, dass die letztere, welche zugleich die ursprüngliche mediale Labyrinthwand darstellt, durch die *Plica verticalis* an der Alveuswand abgeschnürt und nicht fortentwickelt wird, wie es bei anderen Labyrinthteilen der Fall ist, wobei ihr hohes Epithel keine bemerkbare Differenzierung erfährt; sie werden im gewissen Grade rückgebildet und bleiben lange Zeit in diesem Zustand. „Der Ductus scheint mir also“, sagt Okajima, „wie Fleissig mit Recht gezeigt hat, auch ein Labyrinthteil zu sein, welcher in seinem Entwicklungsverlaufe einer weniger starken Ausbildung unterworfen ist.“

Wenden wir uns nun zu den Reptilien, so sind da ausser den schon in der Einleitung genannten Arbeiten von Peter (1901) und Krause (1901) die älteren Angaben von C. K. Hoffmann in Bronns Tierreich und die Arbeit von Julius Fleissig, „Die

Entwicklung des Geckolabyrinthes“ (Anat. Hefte, Bd. 37, 1908) zu erwähnen. Poli (1897) hat zwar *Anguis* und *Emys europaea* untersucht, aber seine Angaben sind für unsere Frage ohne Belang. Auch A. Rabinowitsch, der 1903 in O. Hertwigs Laboratorium eine Dissertation „Über die Entwicklung des häutigen Labyrinths von *Emys europaea*“ gearbeitet hat, fehlen die Stadien, in welchen die Abschnürung des Ohrbläschens erfolgt. Auf die nicht ganz klaren Angaben von C. K. Hoffmann (1890) will ich hier nicht näher eingehen, da sie durch die Untersuchungen Peters (1901), die am gleichen Tier und an einem sehr grossen Material angestellt wurden, überholt sind. Beachtung verdient die Arbeit von Julius Fleissig, „Die Entwicklung des Geckolabyrinthes“ (Anat. Hefte, Bd. 37). Fleissig gibt die Darstellung einer vollständigen Reihe schöner Plattenmodelle und versucht eine Ableitung der Formausgestaltung durch Feststellung der Wachstumsverhältnisse. Für die Abschnürung des Hörbläschens sind folgende Feststellungen hervorzuheben. Bei dem Stadium, von dem Fleissig ausgeht, liegt die Öffnung des Hörbläschens „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 ragt etwas über die halbe Höhe des vertikalen Bläschendurchmessers hinauf.“ Es liegt also ein exzentrischer Verschluss des Hörbläschens vor. Während im ventralen Rande der Öffnung zahlreiche Mitosen vorkommen, fehlen sie am dorsalen fast ganz. Der Verfasser glaubt schon in diesem Stadium den Bereich des Ductus endolymphaticus angeben zu können.

Bei einem älteren Stadium erkennt man an der medialen Wand des Ohrbläschens eine ziemlich stark vorspringende Kante, 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. Diese Falte gibt an, „wie tief der Ductus endolymphaticus hinabreicht und wo wir derzeit seine Mündung zu suchen haben.“ Also nicht erst durch die Aufwerfung der Plica communis wird die Mündungsstelle des Ductus endolymphaticus allmählich von der lateralen an die mediale Seite verlegt.

Das Hörbläschen war in diesem Stadium vollkommen geschlossen. „Etwa 40  $\mu$  unterhalb der Spitze steht es mit dem Ektoderm durch eine Zellmasse in Verbindung.“ Verfasser ist

im Zweifel, ob diese Zellmasse nicht bloss dichter gefügtes Ektoderm ist, denn das Bläschen lässt sich — weniger gut das Ektoderm — ganz deutlich in seinen Konturen abgrenzen. „Das Bläschen der anderen Seite zeigt an seiner Spitze eine kleine, gegen das Ektoderm gerichtete Zacke, ist aber mit diesem in keinem Zusammenhang mehr.“

Bei dem nächsten Stadium findet sich auch noch eine Stelle, „an welcher Ektoderm und Ohrbläschen in einem Zusammenhang stehen“; — Mesoderm scheint hier nicht in Frage zu kommen. „Man kann auch hier eine Abgrenzung der beiden aneinander liegenden Epithelien durchführen.“ Bemerkenswert ist die Lokalisation dieser Verbindungsstelle; sie entspricht hier nicht mehr einem Punkte des Ductus endolymphaticus, sondern gehört dem oberen äusseren Ende des Labyrinthbläschens an. Jedenfalls liegt sie aber, wie die Fig. 6 zeigt, unmittelbar an der Basis der Anlage des Ductus.

Zusammenfassend schreibt dann Fleissig, dass er zu dem Ergebnis gekommen sei, dass nicht nur der untere Teil des Ductus, wie Rabinowitsch nach seinen Untersuchungen an Schildkrötenembryonen meint, sondern „der ganze Ductus sich durch Abschnürung“ aus der medialen Wand gebildet hat, und ist der Ansicht, dass er selbst ein aktives Wachstum nur in geringem und vor allem wesentlich schwächerem Grade als das übrige Labyrinth besitzt.“ Seine Grössenzunahme soll im allgemeinen eine passive durch Dehnung und hochgradige Abflachung seines Epithels bedingte sein.

Nach Studien von Serien zweifelt Fleissig nicht daran, dass sich die Entwicklung des Recessus labyrinthi ebenso auch bei den Haifischen abspielt, und dass auch die Frage nach der Homologie des Recessus labyrinthi — als eines bei allen Vertebratenordnungen ganz gleichartig entstandenen Abschnürungsproduktes der medialen Alveuswand — endgültig in bejahendem Sinne entschieden“ sei.

„Über die Abschnürungsstelle konnte“ Fleissig „nicht ins Klare kommen“; sie lässt sich nach dem ihm „zur Verfügung stehenden Material nicht genau lokalisieren; mit Rücksicht auf die Befunde von Poli (1897), Peter (1901) und Krause (1901) gewinnt es an Wahrscheinlichkeit, dass die bei den Stadien 2 und 3 beschriebene Stelle“ — über die ich auch hier berichtet

habe — „die der letzten Verbindung zwischen Bläschen und Ektoderm ist und also nicht mit der Spitze des Ductus endolymphaticus zusammenfällt. 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, 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 exzentrisch und die Abschnürungsstelle in der oberen Bläschenpartie gelegen.“

Diese letzte Feststellung steht freilich in gewissem Widerspruch zu der Angabe, dass *Platydictylus* eine dorsale Lippe fehlt und nach dem Stadium 3 des Autors die vermutliche Abschnürungsstelle doch nicht an der Spitze des Ductus endolymphaticus liegt.

Wenden wir uns jetzt zu der Klasse der Vögel, so sind die Arbeiten von Poli (1897) mir (1899), Alexander (1901), Krause (1901) und Roethig und Brugsch (1902) zu nennen.

Poli hat an Huhn und Gans gearbeitet. Seine Resultate sind, soweit sie die Abschnürung des Gehörbläschens und die Beziehungen der Abschnürungsstelle des Ductus endolymphaticus betreffen, von mir (1899) und Krause (1901) beim Hühnchen widerlegt worden. Polis (1897) Abbildungen haben, wie selbst Peter, der sich auf seine Seite stellt, zugibt, keine rechte Beweiskraft und auch seine Ausführungen sind nicht ganz klar. Über die Entwicklung des Ductus endolymphaticus sagt er (S. 654): „Es sei gleich hier daran erinnert, dass, was den Entwicklungsprozess betrifft, der inneren Wand der späteren Gehörblase der *Recessus labyrinthi* entspricht, eine Sackbildung, welche sich von jener Wand ablöst und sich nach oben und vorn hinzieht. Dass daher der Rückenrand noch vor erfolgtem Schlusse der Gehörinvagination sich einsenkt, beweist, dass bei Hühnerembryonen der *Recessus labyrinthi* nicht dem Punkte entspricht, wo das Gehörbläschen zum letzten Mal mit dem Ektoderm in Kontakt steht.“

Röthig und Brugsch (1902) haben beim Hühnchen die Abschnürung des Ohrbläschens vom Ektoderm geschildert, wie ich sie nach eigenen (1899) Untersuchungen kenne. Es heisst in

ihrer Arbeit (S. 357): „Die Epithelbrücke ist nach erfolgtem Schlusse des Bläschens ganz solide, ohne jeden Hohlraum; sie ist auch nicht der Teil, aus dem sich später der Ductus endolymphaticus entwickelt. Sie geht vielmehr vollständig zu Grunde, sobald erst das Bläschen vom Ektoderm abgedrängt wird.“ Röthig und Brugsch fahren dann fort: „Diejenige Stelle aber, wo das Bläschen zum letzten Male mit dem Ektoderm in Berührung war, also die Ansatzstelle der Epithelbrücke an das Bläschen, ist die Matrix für den Ductus endolymphaticus.“ Ich glaube, es wäre richtiger, zu sagen, die Abschnürungsstelle liegt beim Huhn in der Nähe der Spitze des sich entwickelnden Ductus endolymphaticus.

Für die Säuger wurden Alexanders (1900 und 1901) Angaben für das Meerschweinchen bereits erwähnt. R. Krause (1901) macht ganz entsprechende Angaben für das Kaninchen. Er sagt, dass die Abschnürungsstelle der Hörblase „dem dorsalen Ende des Ductus endolymphaticus ganz ebenso wie bei den Vögeln“ entspricht, „nur bildet sich der Ductus endolymphaticus bei den Säugetieren erst nach oder gleichzeitig mit der Abschnürung der Hörblase.“

P. Denis (Archives de Biologie T. 18, 1902) hat bei der Fledermaus die Abschnürung des Ohrbläschens offenbar nicht beobachtet; über die weitere Ausbildung des Ductus endolymphaticus sagt er (S. 433): „Le canal endolymphatique s'accroît non seulement par allongement de sa pointe, mais aussi en se séparant de plus en plus complètement de la face interne de l'otocyste et en reportant vers le bas son insertion sur ce dernier.“

Ebenso wie Denis bei der Fledermaus entging Streeter beim Menschen die Abschnürung des Ohrbläschens vom Ektoblast. „No epidermal stalk could be detected connecting the vesicle with the surface, or persisting beneath the surface epithelium, as observed in the rabbit by Krause. Evidently in the human embryo such a stalk must be either very temporary or else never present, as here we have to do with a vesicle whose closure and detachment from the surface must be regarded as only just completed.“

Dass eine solche Verbindung auch beim Menschen besteht, ist dann in der Normentafel zur Entwicklungsgeschichte von Keibel und Elze (1908) an einem grossen Material festgestellt worden. Man schlage dafür die Tabellen 8, 9, 10, 11, 13, 14,

15, 16, 17, 18, 19 auf. Zugleich ergibt sich, wenn man diese Tabellen miteinander vergleicht, dass in dem Auftreten des Ductus endolymphaticus und der Abschnürung des Ohrbläschens zeitlich gewisse individuelle Schwankungen bestehen. Dementsprechend ist auch die letzte Stelle der Verbindung etwas variabel. So heisst es in der Tabelle 11, welche Broman zu der Normentafel beigesteuert hat: „Die Labyrinthbläschen sind noch durch je einen epithelialen Stiel mit dem Ektoderm in Verbindung. Dieser Stiel geht nicht vom oberen Ende des Bläschens aus, sondern von der lateralen Bläschenwand etwa an der Grenze des oberen und mittleren Drittels derselben.“ Einen Ductus endolymphaticus hat Broman bei diesem Embryo noch nicht erkannt. Bei dem Embryo der Tabelle 10 liegen die Dinge sogar rechts und links etwas verschieden. Das Gleiche gilt von dem Embryo der Tabelle 13, bei welchem zur Zeit der Abschnürung doch auch schon die Ductus endolymphatici deutlich werden, und zwar, wie Fig. 11b—e zeigen, an der Stelle der Abschnürung.

Zusammenfassend sage ich (in Keibel und Mall, Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen, Bd. 2, 1911, S. 258): „So entsteht also auch beim Menschen, wie bei anderen Säugern und bei Vögeln, der Recessus labyrinthi im unmittelbaren Anschluss an die Abschnürungsstelle des Hörbläschens, ist also sicher dem Ductus endolymphaticus der Selachier gleichzusetzen.“ „Wenn“, so füge ich hinzu, „bei Reptilien und Amphibien die Entwicklungsvorgänge nicht mehr so deutlich auf diese Homologie hinweisen, so sehe ich darin keinen Grund, welcher gegen die Homologisierung durch die ganze Wirbeltierreihe spricht.“

In dieser Anschauungsweise nun bin ich bestärkt worden durch Befunde, welche ich bei einer Schildkröte, *Chrysemys marginata*, gemacht habe und über die ich jetzt berichten will. Ich fand die entsprechenden Stadien in den Serien meines verstorbenen Freundes von Alten, dessen hinterlassene Arbeit über die Entwicklung der Kiemenregion bei *Chrysemys* ich zum Druck fertig machte (vgl. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 87, 1916). Herr Privatdozent Dr. v. Berenberg-Gossler hatte dann die Güte, mir auch seine Serien zur Verfügung zu stellen. Ich sage ihm meinen herzlichen Dank dafür.

Die Gesichtspunkte, aus denen die Entwicklungsvorgänge zu betrachten sind, ergeben sich aus dem schon Gesagten. Wir



werden unsere Aufmerksamkeit zu richten haben auf die Abschnürungsstelle und die Art der Abschnürung des Ohrbläschens vom Ektoblast, auf die Beziehungen dieser Stelle zur Anlage des Recessus labyrinthi (Ductus endolymphaticus) und auf die Ausbildung des Recessus labyrinthi selbst. Wir werden zu untersuchen haben, inwieweit Ausstülpungs- oder Abfaltungsvorgänge, oder vielleicht beide ineinandergreifend, festzustellen sind. Es wird dann die Frage nach der Homologie des Recessus labyrinthi bei den Wirbeltieren zu erörtern sein. Andere Fragen sollen nicht in den Bereich unserer Betrachtungen gezogen werden. Gleich hier sei erwähnt, dass ich R. Krause in seiner Anschauung über die Bedeutung der Abschnürungsstelle der Hörblase vom Ektoderm nicht beistimmen kann. Krause sagt, dass, wenn man alles zusammenfasst, man zu dem Ergebnis kommt, „dass die Abschnürungsstelle der Hörblasenwand von der Epidermis in ihrer Lage zur Hörblase wechselt; bald liegt sie in der Mitte der lateralen Hörblasenwand, oder sie nimmt, und zwar anscheinend in den meisten Fällen, das dorsale Ende der Hörblase ein.“ „Aber diese Tatsachen sind für die Frage nach der Homologie des Ductus endolymphaticus von ganz untergeordneter Bedeutung. Wenn wirklich der Ductus endolymphaticus der höheren Wirbeltiere jenem Gang bei den Selachiern homolog sein soll, so müsste man nachweisen können, dass sich bei beiden der Gang nach den gleichen Grundprinzipien und aus denselben Teilen der Hörblase entwickelt; man müsste nachweisen können, dass der Ductus endolymphaticus eine primäre Bildung ist und nicht erst eine sekundäre Ausstülpung der Hörblase, mag die letztere nun schon geschlossen oder noch offen sein.“

Dem stimmt auch Julius Fleissig (1908) bei und sagt: „Krause hat viel Klarheit in diese Frage gebracht, indem er namentlich die geringe Bedeutung der Abschnürungsstelle des Labyrinthbläschens bei der Beurteilung der Homologie des Ductus endolymphaticus ins rechte Licht setzte.“

Nun gewiss wird man auch die sonstigen morphologischen Momente, wie sie Krause betont, zu berücksichtigen haben, aber man wird die Beziehungen der Anlage des Ductus zur Abschlüssungsstelle des Ohrbläschens vom Ektoderm schon darum nicht ausser Acht lassen dürfen, weil es ja eben das Hauptcharakteristikum des Ganges bei Selachiern ist, dass er auf der Oberfläche ausmündet.

Wie die Varianten in der Abschnürung zu beurteilen sind, das wird später zu erörtern sein.

Seitdem ich die Einleitung zu meiner Arbeit und einen Teil der Arbeit selbst niedergeschrieben hatte, sind in den Anatomischen Heften zwei Arbeiten erschienen, welche ich nicht unberücksichtigt lassen kann. Beide kommen zu voneinander ganz abweichenden Ergebnissen.

Die erste stammt aus dem II. Institut der Wiener Universität und trägt den Titel: „Zur Entwicklungsgeschichte des Ductus endolymphaticus beim Menschen“ (Anat. Hefte, Bd. 52, Heft 3, 1915). Seine Verfasser sind Perović und Aust. Sie bestätigen für den Menschen die von mir (im Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen von Keibel und Mall) ausgesprochene Ansicht, die schon wiedergegeben wurde, indem sie sagen:

„Im folgenden kann nun die Ansicht von Keibel nicht nur bekräftigt, sondern zugleich auch gezeigt werden, dass die Abschnürungsstelle des Labyrinthbläschens von der Epidermis streng im Gebiet der Anlage des Ductus resp. Saccus endolymphaticus gelegen ist.“ Über eine Abschnürung des Ductus von der medialen Wand des Hörbläschens wird nichts berichtet.

Die Arbeit von Perović und Aust veranlasste mich, im Anatom. Anzeiger eine vorläufige Mitteilung unter dem Titel „Der Ductus endolymphaticus (Recessus labyrinthi) bei Schildkröten“ erscheinen zu lassen. Aber bereits bevor diese herauskam, erschien eine Arbeit von Gösta Fineman (Anatom. Hefte, Bd. 53, Heft 1, 1915) „Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung des Ductus endolymphaticus bei dem Menschen und einigen Wirbeltieren“, welche auf breiter Basis und in sehr sorgfältiger Weise die Entwicklung des Recessus labyrinthi untersucht. Für mich war die Arbeit dadurch von besonderem Interesse, dass auch Schildkröten und zwar besonders mein Objekt *Chrysemys marginata* herangezogen wurden. Fineman fasst die Resultate der grossen Arbeit in folgenden Sätzen zusammen:

1. „Beim Menschen entwickelt sich der Ductus endolymphaticus aus einer selbständigen Ausstülpung am dorsalen Ende der Labyrinthanlage, deren ektodermale Verbindung verschwindet und nichts mit dem Ductus endolymphaticus zu tun hat.“

2. „Der Ductus endolymphaticus beim Kaninchen und Schwein entsteht ebenfalls aus einer selbständigen Ausstülpung am dorsalen

Ende der Labyrinthanlage und hat nichts mit der ektodermalen Verbindung zu tun.“

3. „Bei Hühnern und Enten entwickelt sich der Ductus endolymphaticus als eine selbständige Ausstülpung am dorsalen Ende der Labyrinthanlage. Die ektodermale Verbindung bei Hühnern hat gewöhnlich ihren Platz an der lateralen Wand des Ductus endolymphaticus ventral vom dorsalen Ende, wogegen sie bei der Ente sich ähnlich verhält wie beim Kaninchen und Schwein. Mit der Entwicklung des Ductus endolymphaticus hat er<sup>1)</sup> weder beim Huhn noch bei der Ente etwas zu tun.“

4. „Der Ductus endolymphaticus bei *Chrysemys marginata* und *Chelydra serpentina* entwickelt sich aus einer Ausbuchtung des kaudo-dorso-medialen Randes der Labyrinthanlage und wächst davon in dorsaler Richtung aus, wobei die ektodermale Verbindung wegen des schnellen Wachstums des Ductus endolymphaticus allmählich ihren Platz auf dessen lateraler Fläche erhält, aber nichts mit der Entwicklung des Ductus endolymphaticus zu tun hat.“

5. „Beim Frosch entwickelt sich der Ductus endolymphaticus aus einer selbständigen Ausstülpung am dorsalen Ende der Labyrinthanlage schon zu einem Zeitpunkt, wo dieselbe noch nicht geschlossen ist.“

6. „Der Ductus endolymphaticus bei *Lepidosteus osseus* und *Salmo iridis* entwickelt sich als eine selbständige Ausstülpung an der dorso-medialen Wand der Labyrinthanlage nach dessen Abschnürung vom Ektoderm und wächst nachher in dorsaler Richtung Seite an Seite mit dem übrigen Labyrinth.“

7. „Der Ductus endolymphaticus beim Selachier *Torpedo ocellata* entsteht aus der, einen Kanal umschliessenden, ektodermalen Verbindung, die nach dem unvollständigen Zusammenschluss der Labyrinthanlage entstanden ist und deren in die Länge gehendem Wachstum.“

8. „Der Ductus endolymphaticus bei *Torpedo ocellata* ist höchstwahrscheinlich nicht homolog mit dem Ductus endolymphaticus bei dem Menschen und den übrigen von mir untersuchten Wirbeltieren.“

9. „Der Name Ductus endolymphaticus bei *Torpedo ocellata* sollte darum durch einen geeigneteren Namen ersetzt werden.“

---

<sup>1)</sup> Soll sie heissen.

Eine Besprechung der Resultate und der Untersuchungen Finemans soll erfolgen, nachdem ich meine eigenen Untersuchungen an Schildkröten dargelegt habe. Zunächst nur soviel, dass meine Abweichungen von Fineman nicht in den objektiven Befunden, sondern in der Deutung liegen; teilweise auch in der Nomenklatur. Ich habe schon einmal betont, dass die Arbeit Finemans nicht nur auf breiter Grundlage ruht, sondern auch mit grossem Fleisse ausgeführt ist. Fineman hat eine grosse Anzahl von Modellen gemacht. Leider ist die Wiedergabe der Modelle vielfach nicht glücklich und der Mangel einer gleichmässigen Orientierung erschwert den Überblick.

### **Eigene Untersuchungen.**

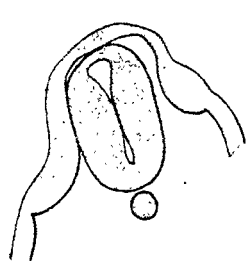
Ich lege, obwohl ich eine grössere Zahl von Serien durchgesehen habe, dieser Darstellung nur elf Embryonen, zehn von *Chrysemys marginata* und einen von *Aromochelys odorata* zugrunde. Man kann diese Embryonen in drei Gruppen einteilen.

1. Embryonen vor dem Verschluss des Hörbläschens. Von solchen werden sechs besprochen, alle von *Chrysemys marginata*.

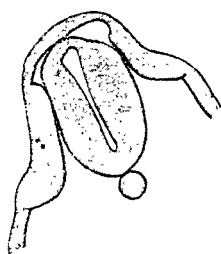
2. Embryonen nach eben erfolgtem Verschluss, in denen noch ein Zusammenhang des Ohrbläschens mit dem Mutterboden bestand. Ich bespreche hier Serien durch drei solcher Embryonen, — zwei *Chrysemys*-Embryonen und einen Embryo von *Aromochelys*.

3. Embryonen nach vollständiger Lösung der Ohrbläschen vom Ektoderm. Ich habe von solchen Embryonen fünf untersucht, berücksichtige hier aber nur zwei.

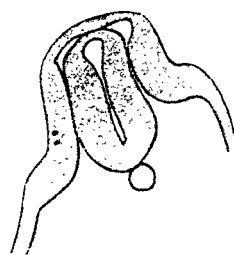
Ich beginne mit einem Embryo von *Chrysemys marginata* (Bez. v. G. 6), der von der Scheitelbeuge abgesehen noch vollkommen gestreckt war. Seine Länge betrug 4 mm. Er hatte etwa elf Ursegmentpaare und im Grunde der Medullaranlage konnte man kaudal einen weit offenen *Canalis neurentericus* erkennen. Die Textfig. 1a—1m geben Querschnitte durch die Ohrgegend dieses Embryo in kranio-kaudaler Reihenfolge. Beiderseits sind die noch weit offenen Ohrgrübchen getroffen. Ein Verschluss dieser Ohrgrübchen beginnt von der ventro-kaudalen Seite her. Hier erkennt man die „ventrale Lippe“ des Ohrgrübchens schon deutlich. Von einer „dorsalen Lippe“ ist keine Spur vorhanden, wohl aber ist die Stelle der späteren dorsalen Kante des Ohrbläschens schon zu erkennen, die zur Spitze des *Recessus labyrinthi*



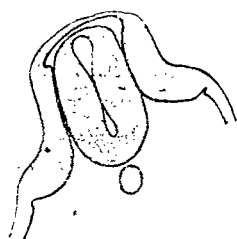
1 a



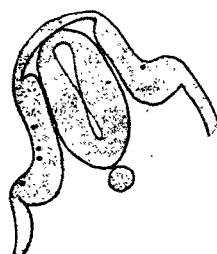
1 b



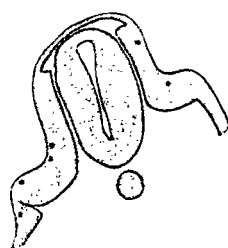
1 c



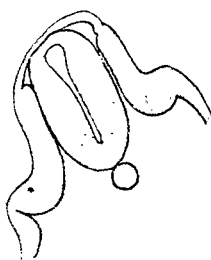
1 d



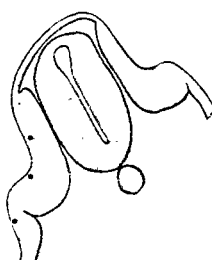
1 e



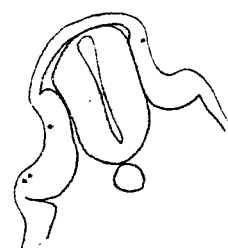
1 f



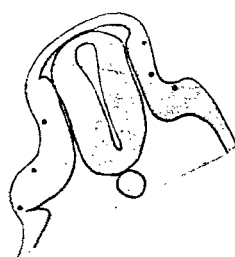
1 g



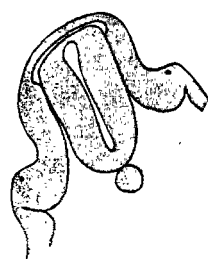
1 h



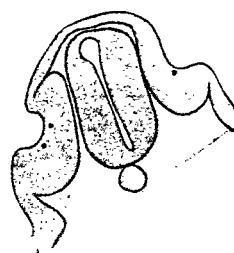
1 i



1 k



1 l



1 m

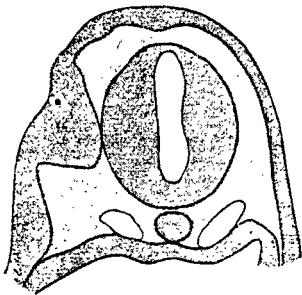
14\*

wird. Um einen Einblick in die Wachstumsverhältnisse zu geben, habe ich die Lage der Kernteilungen im Gebiete der Ohranlagen als Punkte eingetragen. Es ergibt sich keine besondere Anhäufung der Kernteilungen kaudo-ventral. Jedenfalls finden wir in Fig. 1f, i und k Kernteilungen ganz dorsal, in der Gegend der Anlage, welche später den Recessus labyrinthi entstehen lässt.

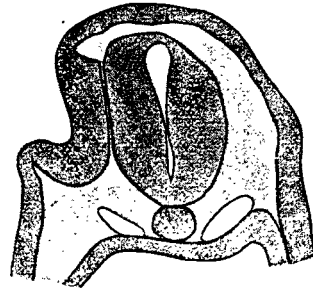
Der nächstältere Embryo, den wir hier berücksichtigen wollen, ist durch v. Alten in seiner Arbeit „Beitrag zur Entwicklung des Kiemendarms einer Schildkröte (*Chrysemys marginata*)“ (dies Archiv Bd. 87, S. 596) als Textfigur 2 abgebildet worden. v. Alten bezeichnet ihn als Stadium 2 (Bez. v. G. 1). Die grösste Länge des Embryo beträgt 4,5 mm, die Zahl seiner Ursegmentpaare 14. Vergleicht man ihn mit den Eidechsenembryonen der Peterschen Normentafel, so würde er etwa dem Embryo Nr. 54 oder 55 entsprechen. Auch hier kann man feststellen, dass der Verschluss der Ohrgrübchen in kaudo ventrodorsaler Richtung erfolgt. Die Figuren 2a—2g' geben die Umrisse einer Reihe von 32 Schnitten in kranio-kaudaler Richtung. Auch bei diesen Bildern ist wie bei den vorigen die Lage der Kernteilungen durch Punkte angegeben. Man erkennt leicht, dass die Ohrgrübchen noch weit offen sind. Eine dorsale Lippe fehlt, doch ist die Stelle der dorso-kaudalen Kante des Ohrbläschens, die zur Entwicklung des Recessus labyrinthi Beziehungen hat, wohl zu erkennen. Die ventrale Lippe ist gut entwickelt, doch ist sie nicht allein für die Entwicklung des Ohrbläschens verantwortlich zu machen. Betrachten wir nämlich die Häufung der Kernteilungen in den Figuren 2<sub>m</sub> und 2<sub>r</sub>, so wird man doch wohl zu der Anschauung kommen, dass neben der Faltenbildung auch eine kräftige Einwucherung solider Zellmassen statt hat.

Der Embryo, zu dem wir uns nun wenden, ist der Repräsentant des Stadiums 3 v. Altens. Das Stadium entspricht Nr. 61 bis 62 der Peterschen Normentafel der Eidechse. Die grösste Länge des Embryo beträgt 4 mm, er hat 18—19 Ursegmentpaare aufzuweisen. Für seine weitere Charakterisierung verweise ich auf v. Alten (Bez. v. G. 2).

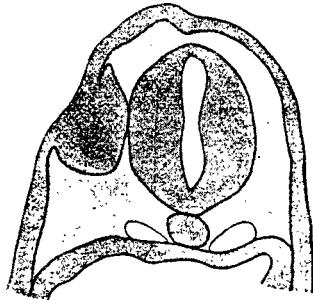
Die Ohrbläschen nähern sich dem Schluss. Links ist ihre Öffnung auf sechs, rechts sogar nur noch auf vier Schnitten von 7,5  $\mu$  Dicke getroffen.



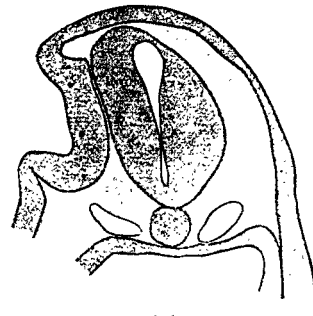
2 a



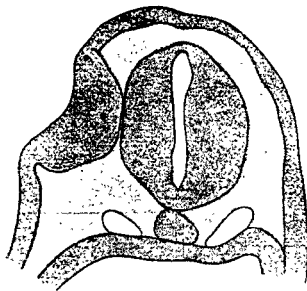
2 e



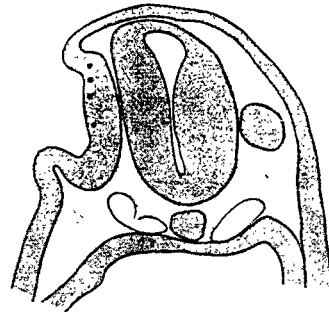
2 b



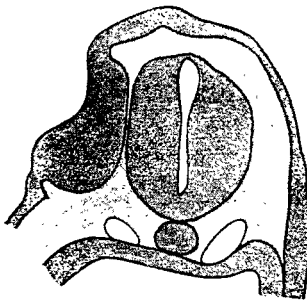
2 f



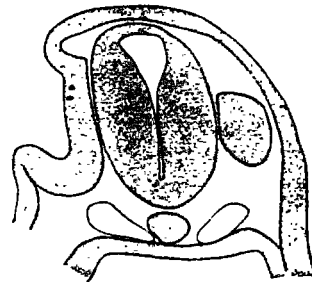
2 c



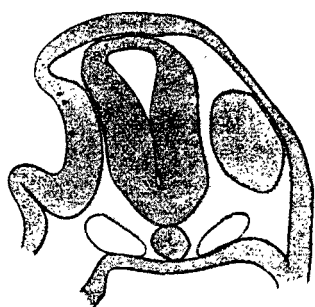
2 g



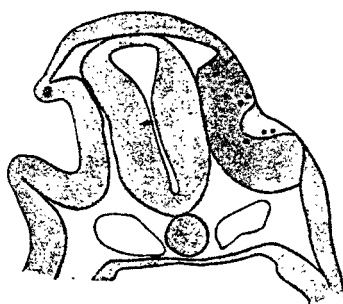
2 d



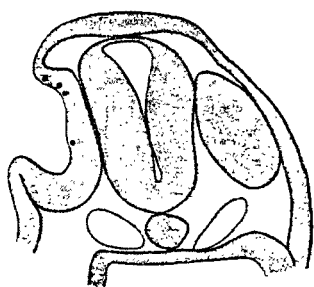
2 h



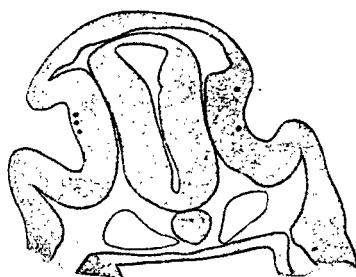
2i



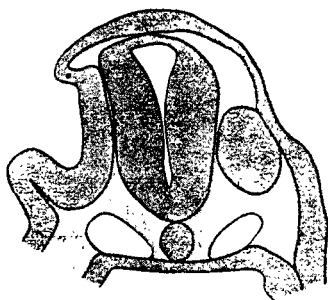
2n



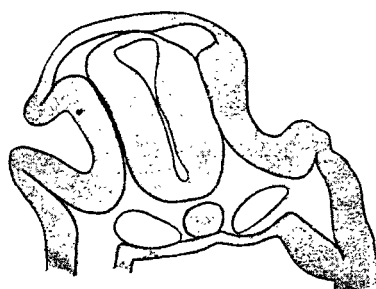
2k



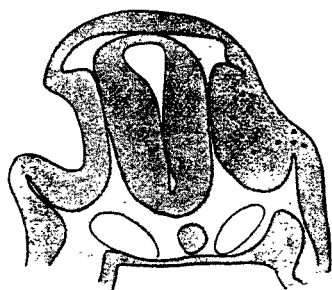
2o



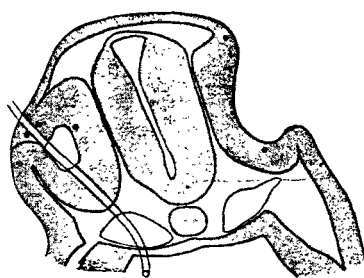
2l



2p

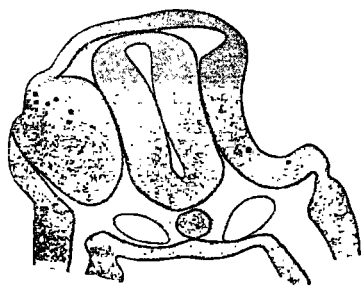


2m

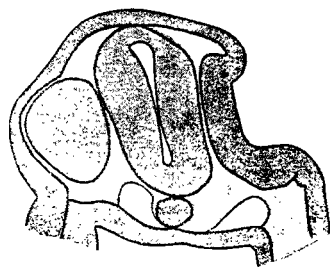


2q

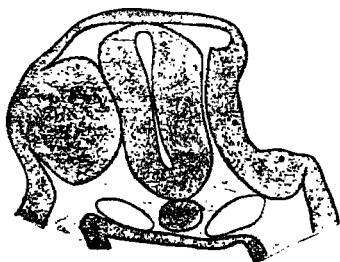




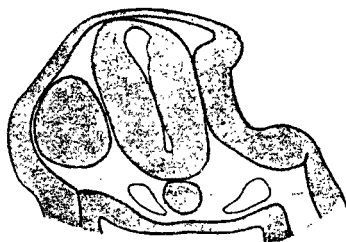
2 r



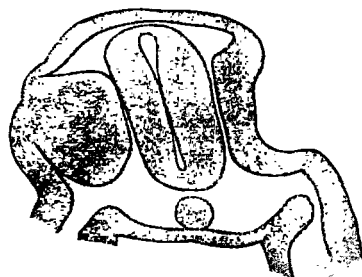
2 v



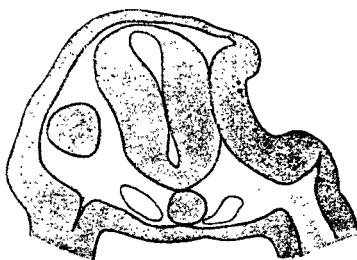
2 s



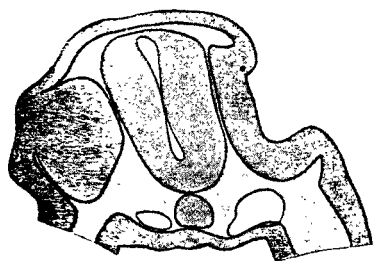
2 w



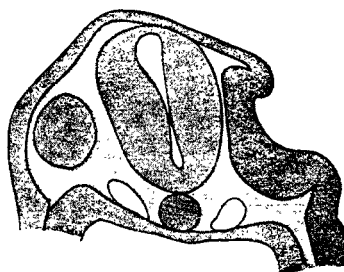
2 t



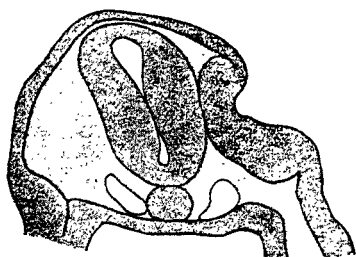
2 x



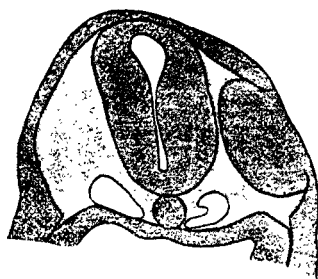
2 u



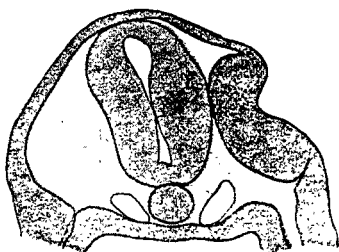
2 y



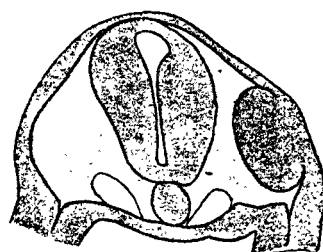
2 z



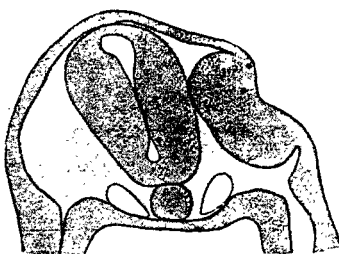
2 d¹



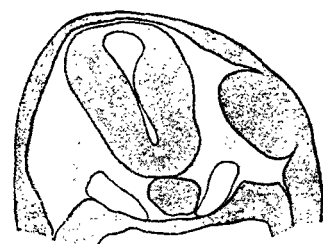
2 a¹



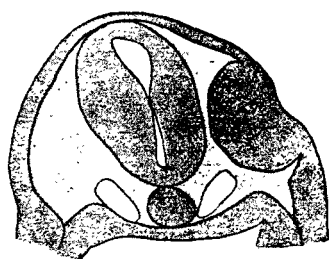
2 e¹



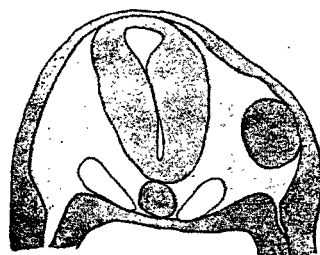
2 b¹



2 f¹



2 c¹



2 g¹

Beide Ohrbläschen wurden bei 133,3:1 modelliert und sind in den Tafelfiguren 1a und 2a von der lateralen und in den Figuren 1b und 2b von der medialen Seite bei 100facher Vergrößerung wiedergegeben. Die Zeichnungen sind wie alle dieser Art mit Hilfe des Diopetrographen entworfen. Die Schnitterichtung entspricht den Linien am Rande der Tafel. Von lateral bzw. von medial gesehen erscheinen die Ohrbläschen birnförmig. Ihr spitzer Pol ist dorso-kranial gerichtet. Man kann an ihnen unterscheiden eine laterale und eine mediale Fläche und einen dorso-kaudalen und einen vorderen Rand. Auf der lateralen Fläche befindet sich, dem spitzen Pol genähert, die Öffnung des Ohrbläschens. Die Öffnung ist etwas in die Länge gezogen, entsprechend der längsten Ausdehnung des Ohrbläschens. Die Öffnung misst rechts 0,041 mm, in der grössten Ausdehnung 0,015 mm senkrecht darauf. Die Spitze überragt den oberen Rand der Öffnung um 0,075 mm, das untere etwas aufgetriebene Ende ist 0,1575 mm vom unteren Rande der Öffnung entfernt. Die Gesamtentfernung vom spitzen zum stumpfen Pol des Bläschens beträgt 0,255 mm. Alle diese Maße sind direkt mit dem Gleitzirkel genommen, ebenso die sonst von den Modellen angegebenen Maße. Am linken Ohrbläschen ist die grösste Ausdehnung der Öffnung 0,045 mm, senkrecht darauf messen wir 0,015 mm. Die Spitze des Hörbläschens überragt den oberen Rand der Öffnung um 0,0525 mm. Das untere Ende ist 0,165 mm vom unteren Rande der Öffnung entfernt. Die grösste Entfernung vom spitzen zum stumpfen Pol beträgt direkt gemessen 0,2475 mm.

Die mediale Fläche beider Ohrbläschen ist muldenförmig ausgehöhlt. Diese Aushöhlung ist dadurch zustande gekommen, dass die Ohrbläschen sich einem Neuromer des Metencephalon fest anlegen und dieses sich auf der medialen Fläche abdrückt (Textfigur 3). Jenseits der so entstandenen Mulde weitet sich das Ohrbläschen aus, und diese Ausweitung macht sich auf dem unteren Teil der medialen Wand geltend, ihre Wölbung geht auf die laterale Wand über, und diese erscheint in ihrer ganzen Ausdehnung

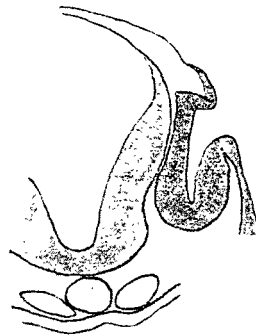


Fig. 3.

bis gegen die dorso-kaudale Kante hin sackförmig vorgewölbt.

Der spitze Pol ist durch eine seichte Furche gegen die dorso-kaudale Kante des Ohrbläschens abgesetzt und geht ohne Abgrenzung in die vordere Kante über. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass wir in diesem spitzen Ende des Ohrbläschens und in einem Teile der dorso-kaudalen Kante Gebilde haben, welche zur Bildung des Recessus labyrinthi beitragen. Der nächstältere Embryo, dessen Labyrinthanlagen ich wenigstens in ihren dorsalen Teilen modelliert habe, ist ein Embryo von 22—23 Ursegmentpaaren; aus der Anzahl der Schnitte bestimmt, beträgt die Länge des Embryo 3,5 mm. Bei dieser Länge ist die Schrumpfung in Paraffin und die inzwischen aufgetretene Nackenkrümmung des Embryo zu berücksichtigen. Die übrigen Embryonen sind in Celloidin-Paraffin eingebettet. Der Embryo repräsentiert v. Altens Stadium 4, in Altens Arbeit kann man die genauere Charakterisierung nachlesen. Trotzdem die Ohrbläschen grösser sind, ist in ihrer Gestalt keine wesentliche Änderung eingetreten.

Die Öffnung des Ohrbläschens beträgt rechts nach seiner grössten Länge gemessen 0,045 mm, senkrecht dazu 0,015 mm; links 0,025 mm in die Länge und 0,0075 mm senkrecht dazu. Die Öffnung liegt rechts wie links ganz im Bereich der Anlage des Recessus labyrinthi.

Der Embryo von *Chrysemys marginata* v. G. 3 hatte bei ausgesprochener Zusammenkrümmung eine grösste Länge von

5,5 mm. Die Tafelfiguren 3 a und 3 b stellen sein rechtes Ohrbläschen von lateral und medial dar, die Tafelfiguren 4 a und 4 b das linke. In der Textfig. 4 ist ein Schnitt wiedergegeben, welcher beide Ohrbläschen getroffen hat.

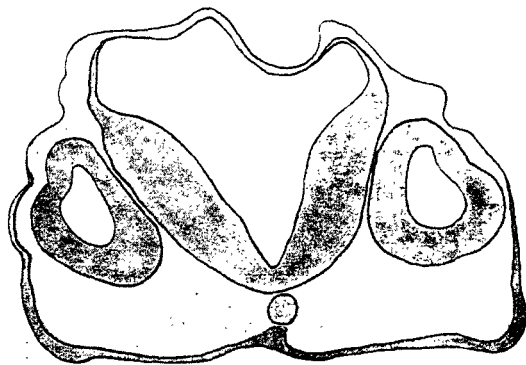


Fig. 4.

Die Öffnungen der Ohrbläschen sind nur noch ganz klein und rundlich. Sie liegen vollkommen im Bereich der Anlage des Recessus labyrinthi, ganz gegen sein oberes, dem spitzigen Pol des Ohrbläschens entsprechendes Ende zu. Die Anlage des Recessus geht ohne Grenze in die dorso-kaudale Kante des Ohrbläschens über. Besonders das Modell des rechten Ohrbläschens ist lehrreich, weil es zeigt, wie die ursprünglich dorso-kaudale Kante des Bläschens sekundär auf die mediale Seite verlagert wird. Es geschieht das dadurch, dass das Material, aus dem sich später die vertikale Taschenfalte bildet, stärker wuchert und sich durch eine Rinne gegen die dorso-kaudale Kante absetzt. Diese Abgrenzung setzt sich weit auf die laterale Wand fort, während sie auf der medialen Wand kaum zu verfolgen ist.

Auf der Textfig. 5 erkennt man rechts wie links im Schnitte bereits das Anlagegebiet der vertikalen Bogengangtasche. Besonders deutlich abgegrenzt erscheint es links im Bilde.

Wenig weiter als bei dem Embryo *Chrysemys marginata* v. G. 3 sind die Ohrbläschen bei dem Embryo *Chrysemys marginata* v. G. 4 entwickelt. Beide Ohrbläschen stehen noch durch eine feine Öffnung mit der Aussenwelt in Verbindung. Die Spitze der Anlage des Recessus labyrinthi ragt weiter über die Öffnung hinaus als beim vorher beschriebenen Embryo. Die mediale Fläche liegt einem Neuromer des Metencephalon dicht an und wird durch dasselbe in seiner Gestalt beeinflusst; sie zeigt dem Neuromer entsprechend eine ausgesprochene Konkavität. Auf der lateralen Wand grenzt sich das Material der vertikalen Bogenfalte gegen die dorsale Kante mit der Anlage des Recessus labyrinthi ab. Dass dies die Verlagerung der dorso-kaudalen Kante auf die sekundäre mediale Fläche einleitet, wurde schon hervorgehoben. Die Entfernung vom schmalen proximo-dorsalen Pol des Ohrbläschens zum kaudo-ventralen beträgt rechts 0,45 mm; die Mitte seiner Öffnung liegt 0,075 mm vom proximalen, 0,375 mm vom kaudo-ventralen Pol entfernt. Die entsprechenden Maße betragen am linken Ohrbläschen 0,4275 mm, 0,0825 mm und 0,345 mm.

Die Textfiguren 5—7 geben drei Schnitte durch die Ohrgegend des Embryo. In Fig. 5 ist die Öffnung des linken, in der Fig. 6 fünf Schnitte von 7,5  $\mu$  Dicke weiter kaudal die

Öffnung des rechten Ohrbläschens dargestellt. Den Schnitt weitere acht Schnitte von  $0,75\ \mu$  kaudal gibt Fig. 7 wieder. Man erkennt auf diesen Figuren die nahe Anlagerung der Hörbläschen gegen die Gehirnanlage und die von der lateralen Wand des Gehörbläschens gegen die Epidermis sich vorwölbende vertikale Taschenfalte. Nebenbei sei hervorgehoben, dass Kernteilungen im Gebiete der Anlage des Recessus labyrinthi durchaus nicht spärlich sind.

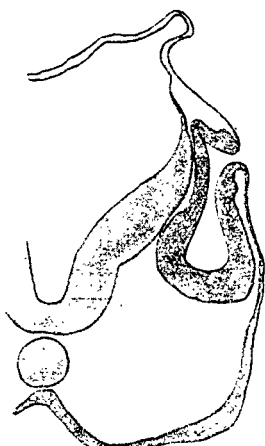


Fig. 5

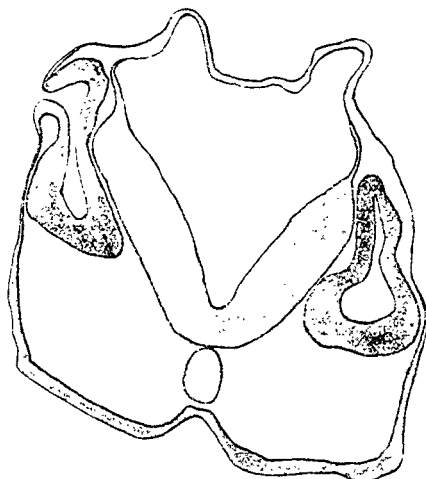


Fig. 6

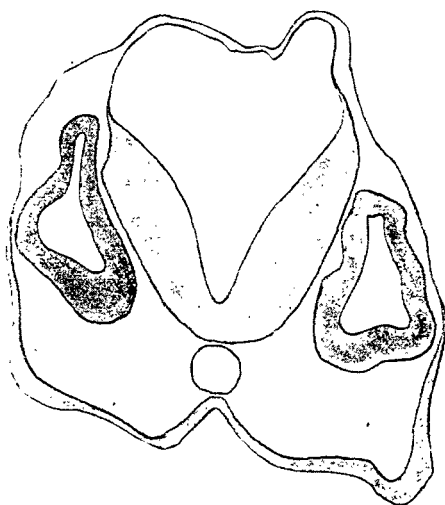


Fig. 7

Wir kommen jetzt zu der zweiten Gruppe von Embryonen, zu den Embryonen, bei welchen das Hörbläschen zwar nach aussen abgeschlossen ist, aber ein ektodermaler Strang noch die Verbindung mit seinem Mutterboden herstellt und die Stelle erkennen lässt, an der es zuletzt mit der Aussenwelt in Verbindung stand.

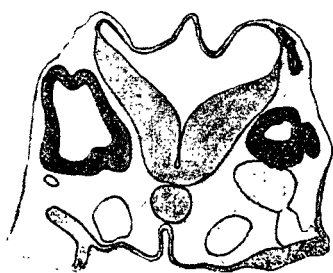
Ich bespreche in dieser Gruppe von Em-

bryonen zuerst den Embryo *Emys marginata* O; der als älter als der Embryo C der v. Altenschen Arbeit bezeichnet ist. Die Serie ist leider beschädigt, doch lässt sich das linke Ohrbläschen ganz und wenigstens ein wichtiger Teil des rechten rekonstruieren. In den Tafelfiguren 7a—7c ist das linke Ohrbläschen von lateral, von medial und nach Abtragung seines unteren (ventro-kaudalen) Teiles von ventro-kaudal dargestellt. Das Verständnis der Modelle wird durch eine Anzahl von Schnittbildern (Textfig. 8—16) unterstützt. Die Schnitte folgen sich in kranio-kaudaler Richtung. In Textfigur 8 ist auch noch die rechte Körperhälfte mit der rechten Ohranlage mit zur Darstellung gebracht. Von der Spitze des Recessus labyrinthi, der dem Dach des vierten Ventrikels aufliegt, bis zum kaudo-ventralen Pol misst das linke Ohrbläschen 0,58 mm. Die Verbindung mit der Epidermis liegt 0,12 mm von der Spitze des Recessus, 0,46 mm vom kaudo-ventralen Pol. Die Wurzel des Recessus beginnt sich gegen das übrige Ohrbläschen abzugrenzen. Die Anlage der vertikalen Bogengangtasche schiebt sich dorsalwärts, und das Ursprungsgebiet des Recessus labyrinthi wird so sekundär nach medial verlagert. In der Ansicht vom Inneren des Ohrbläschens sieht man das in der Tafelfigur 7c. Der kraniale Teil der Labyrinthanlage überragt die Wurzel des Recessus labyrinthi nur wenig; ein Beweis dafür, dass der Recessus bis jetzt im wesentlichen nicht durch Abschnürung der dorso-kaudalen Kante der früheren Stadien entstanden ist. Auf der rechten Seite scheinen ganz entsprechende Verhältnisse vorgelegen zu haben.

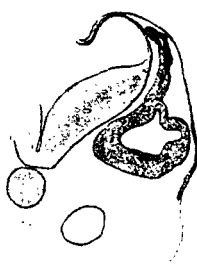
Die Ansicht der Einmündungsstelle des Recessus labyrinthi geben die Tafelfig. 7c und die Textfiguren 10—16. Man sieht, dass die Einmündungsöffnung des Recessus labyrinthi ziemlich eng ist und in eine kurze Rinne übergeht. Spuren einer Abschnürungsnaht konnte ich nicht auffinden. Lateral von der Einmündung sieht man auch von innen her die Falte, welche sich infolge des dorsalwärts gerichteten Wachstums der vertikalen Taschenanlage bildet; auch auf den Schnittbildern ist sie zu erkennen.

Der Embryo *Chrysemys marginata* B v. Alten ist in Altens Arbeit (dieses Arch., Bd. 87, Taf. XXXI, Fig. B) durch die Abbildung seines Kopfendes genügend charakterisiert. Er ist ganz auffallend klein. Das linke Ohrbläschen misst von der

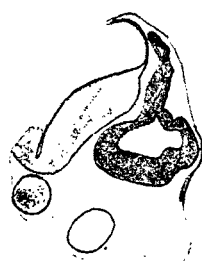
Spitze des Recessus labyrinthi bis zum kaudo-ventralen Pol 0,53 mm. Die Verbindungsstelle des Recessus labyrinthi ist 0,11 mm von seiner Spitze, 0,42 mm vom kaudo-ventralen Pol des Ohrbläschens entfernt. Die Länge des Recessus labyrinthi, dessen distaler Teil sich bereits zum Saccus endolymphaticus zu erweitern beginnt, von der Spitze bis zur Mitte seiner Basis gemessen, wo diese an die vertikale Bogentasche angrenzt, beträgt 0,23 mm. Die Verbindungsstelle mit der Epidermis liegt 0,11 mm von der Spitze des Recessus, 0,12 mm von der Mitte der Basis, in dem Gebiet des Recessus, das bereits als dem späteren Saccus angehörig zu erkennen ist.



8



9



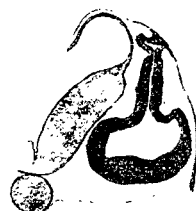
10



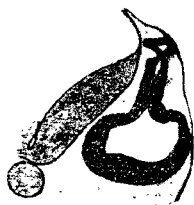
11



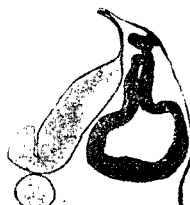
12



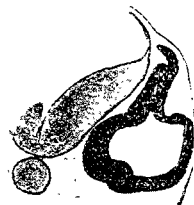
13



14



15



16

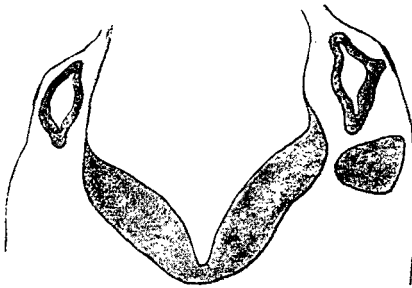


Die Basis des Recessus labyrinthi ist durch die vertikale Bogengangtasche medialwärts verdrängt, und so kann man, falls man von diesem Stadium ausgeht, sagen: der Recessus labyrinthi nimmt seinen Ursprung von der medialen Wand des Ohrbläschens. Ein grosser Teil dieser „medialen“ Wand ist aber, das darf man nicht aus dem Gedächtnis verlieren, erst sekundär durch die Bildung der vertikalen Bogentasche medialwärts verschoben worden, und so kann ich es nicht als berechtigt anerkennen, dass man den Recessus labyrinthi schlechthin als ein Produkt der medialen Wand des Ohrbläschens erklärt. Betrachtet man die Einmündung des Recessus labyrinthi in das Ohrbläschen vom Lumen des Ohrbläschens her, so erscheint sie als ein ziemlich weiter, in die Länge gezogener Spalt, welcher lateral durch die Falte, welche die vertikale Bogengangtasche von der Basis des Recessus labyrinthi trennt, begrenzt wird. Kranial sowohl wie kaudal biegt diese Falte ein wenig nach medialwärts um, so dass auch kranial und kaudal eine Begrenzung gegeben ist. Medial grenzt sich die Öffnung nicht deutlich gegen die mediale Wand des Alveus ab.

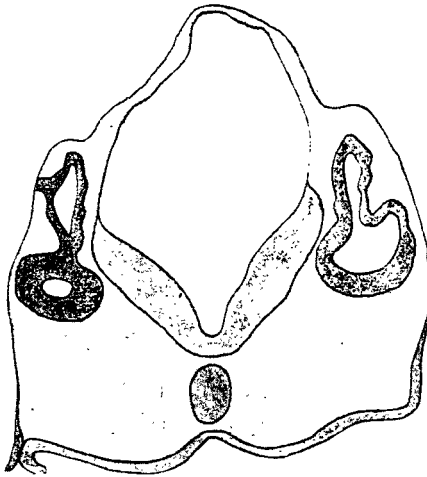
Die Maße des rechten Ohrbläschens sind: Spitze des Recessus zum kaudal-ventralen Pol 0,53 mm; Spitze des Recessus zur Verbindung mit der Epidermis 0,13; Verbindung mit der Epidermis zum ventro-kaudalen Pol 0,40 mm.

Die Länge des Recessus labyrinthi beträgt 0,25 mm. Die Verbindung des Recessus mit der Epidermis ist 0,12 mm von der Spitze, 0,13 von der Mitte der Basis entfernt. Wie in den Maßen, so stimmt auch sonst das rechte Ohrbläschen im wesentlichen mit dem linken überein.

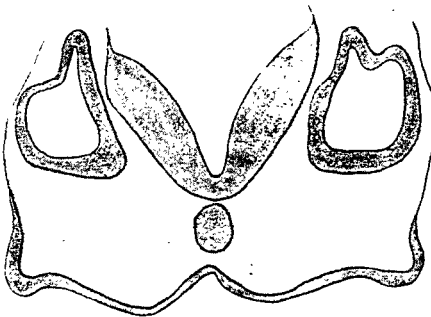
Ich gebe von dem rechten Ohrbläschen in den Tafelfiguren 8a—c drei Abbildungen, von lateral, von medial und nach Eröffnung des Ohrbläschens von lateral und ventral auf die Einmündungsstelle des Recessus labyrinthi gesehen. Die Textfiguren geben vier Schnitte, auf denen beide Ohranlagen getroffen sind, in kranio-kaudaler Richtung. Dem am weitesten kranial gelegenen Schnitt entspricht Textfig. 17, links in der Figur ist nur der Recessus labyrinthi getroffen. Er hat sich hier schon zum Saccus zu erweitern begonnen. Rechts in der Figur ist die Abschnürungsstelle des Recessus kenntlich, es ist nur die Wand des Lumens des Alveus noch nicht getroffen.



17



18

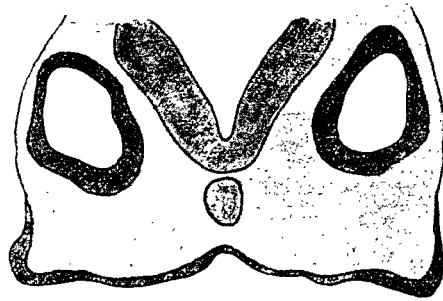


19

Textfigur 18 entspricht einem  $40\ \mu$  weiter kaudal gelegenen Schnitt. Der Verbindungsstrang der Saccusanlage mit der Epidermis ist jetzt auf der linken Seite der Figur zu sehen. Auf der rechten Seite der Figur erkennt man die Einmündungsstelle des Recessus labyrinthi. Man sieht gut, wie diese durch die vertikale Bogen-gangtasche sekundär medialwärts verlagert wird. In der gleichen Beziehung ist auch Textfigur 19,  $50\ \mu$  weiter kaudal gelegen, lehrreich. Der Schnitt, dem die Textfigur 20 entspricht, liegt  $80\ \mu$  weiter kranial.

Wir kommen jetzt zu Stadien von Chrysemys, bei welcher die Verbindung des Ohrbläschens mit der Epidermis geschwunden ist. Das Kopfbende von Chrysemys D ist in der Arbeit von v. Alten abgebildet und der Embryo dadurch charakterisiert. Die rechte Labyrinthanlage ist vollständig, die linke nur teilweise modelliert, soweit nämlich, dass die Einmündungsverhältnisse des Recessus labyrinthi in den Alveus dar-

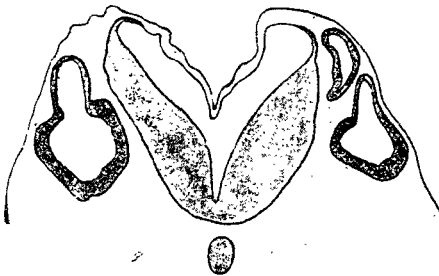
gelegt werden konnten. Das Modell des rechten Labyrinthes geben die Tafelfig. 9a—9c wieder. Der Recessus labyrinthi hat sich in den Ductus endolymphaticus im engeren Sinne und in den Saccus endolymphaticus gegliedert, der obere Rand der verti-



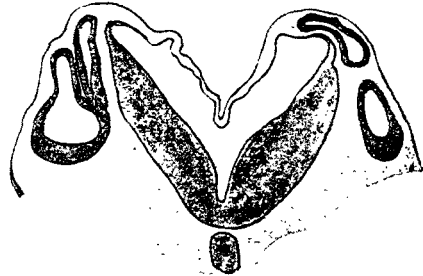
20

kalen Bogengangfalte fällt etwa mit dieser Grenze zusammen.

Die Einmündungsverhältnisse sind noch ähnlich wie beim Embryo B. Eine Verlängerung des Ductus endolymphaticus durch Abschnürung vom Alveus durch Nahtbildung liess sich nicht nachweisen. Neben der vertikalen Bogengangtasche ist auch die horizontale Bogengangtasche und noch deutlicher die Lagena zu erkennen.

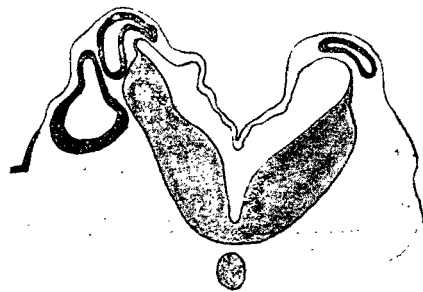


21



22

Betrachtet man die Labyrinthanlage von medial (Tafelfig. 9b), so kann man das Gebiet der lateralen Wand, das sekundär medialwärts verlagert wurde, noch sehr wohl unterscheiden und auch jetzt noch erkennen, dass der Recessuslabyrinthi seinen Ursprung nicht von der primären medialen Wand des Ohrbläschens nimmt.



23

Fast noch besser als auf den Abbildungen der Modelle tritt das auf den Abbildungen der Schnitte hervor, welche in den Textfig. 21—23 wiedergegeben sind. Die abgebildeten Schnitte folgen einander in kaudo-kranialer Richtung. Man beachte die Lagerung des Saccus endolymphaticus dorsal von dem Dach des vierten Ventrikels und die vertikale Bogengangtasche, welche sich lateralwärts von dem Recessus labyrinthi aufwärts schiebt. Ich verweise dabei besonders auf die linke Seite der Fig. 22. Es ist auch die linke Seite des Embryo. Auch die Dünne der Wand der vertikalen Bogengangtasche ist beachtenswert. Der Schnitt der Textfig. 22 liegt  $60\ \mu$  kranial von dem Schnitt der Fig. 21, der Schnitt der Fig. 23 wieder  $60\ \mu$  weiter kranial.

Noch etwas weiter entwickelt als bei dem Embryo *Chrysemys marginata* D ist der Embryo *Chrysemys marginata* E, auch sein Kopfbasis ist bei v. Alten abgebildet. Die linke Labyrinthanlage konnte ganz, die rechte zum grössten Teil modelliert werden. In Tafelfig. 10a stellt die linke Anlage von lateral, die Fig. 10b von medial dar. Tafelfig. 10c zeigt einen Blick in das Ohrbläschen von lateral, nachdem der grösste Teil der lateralen Wand entfernt ist. Man blickt auf die Einmündungsstelle des Recessus labyrinthi. Wie schon hervorgehoben, ist die letzte Spur einer Verbindung des Ohrbläschens mit dem Mutterboden geschwunden. Der Saccus endolymphaticus ist beträchtlich gewachsen und liegt zum Teil auf dem Dach des vierten Ventrikels. Die vertikale Bogengangtasche erreicht mit ihrem oberen Rande gerade die Grenze zwischen dem Saccus endolymphaticus und dem definitiven Ductus endolymphaticus.

Neben der vertikalen Bogengangtasche ist auch die horizontale Bogengangtasche und die Lagna gut zu erkennen. Der Recessus labyrinthi mündet (vergl. Tafelfig. 10c) mit einer rundlichen Öffnung in eine kleine elliptische Grube, die lateral von der Falte zwischen vertikaler Bogengangtasche und der Basis des Recessus labyrinthi umzogen wird, medial keine deutliche Abgrenzung hat. Entsprechend dieser Grube haben wir an der sekundären medialen Wand eine Vorwölbung (Tafelfig. 10b). Rechnet man diese Grube noch zum Recessus labyrinthi, so beträgt die Länge der medialen Wand des Ductus endolymphaticus im engeren Sinne 0,26 mm. Die der Grube entsprechende Vorwölbung hat eine Länge von 0,12 mm, die laterale Wand hat

eine Länge von 0,14 mm. Die Länge des Saccus endolymphaticus der Krümmung nach mit einem biegsamen Draht gemessen 0,33 mm. Die Höhe der vertikalen Bogengangtasche von dem Wulst, den sie gegen das Lumen des Ohrbläschens neben der Einmündungsstelle des Recessus labyrinthi bedingt, bis zum Rande beträgt 0,17 mm.

Die Verhältnisse an der linken Labyrinthanlage liegen ganz entsprechend, nur dass die Grube, in welche der Recessus labyrinthi einmündet, auf der Aussenfläche sich nicht so stark vorwölbt.

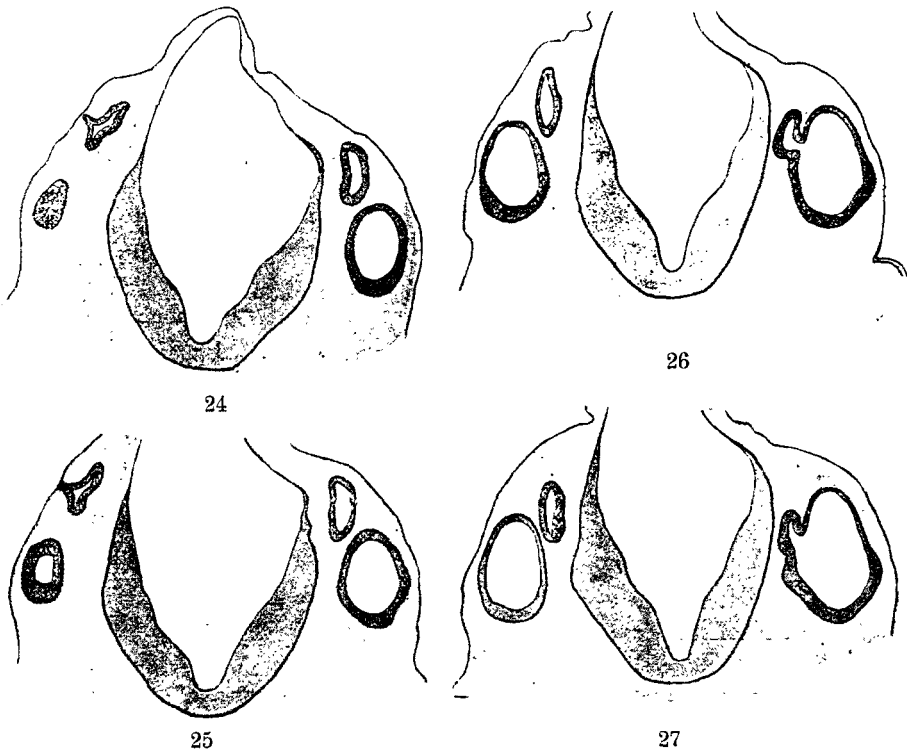
Anhangsweise seien dann hier noch die beiden Labyrinthanlagen eines Embryo von *Aromochelys odorata* (Bezeichnung nach v. Alten F) beschrieben.

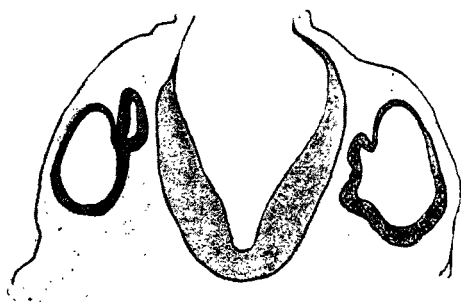
Die vertikale und die horizontale Bogengangtasche ist angelegt. Die Anlagen sind noch sehr weit. Auch die Anlage der Lagena ist deutlich zu erkennen. Der Teil des Recessus labyrinthi, der zum Saccus endolymphaticus wird, überwiegt den zum definitiven Ductus endolymphaticus werdenden Teil beträchtlich. Der definitive Ductus endolymphaticus ist dementsprechend sehr kurz. Während der rechte Ductus endolymphaticus auf seiner lateralen Fläche noch mit der Epidermis in Beziehung steht (Tafelfig. 11a), ist von Resten einer Verbindung links (Tafelfig. 12a) nichts mehr zu finden. Auch auf der rechten Seite freilich ist die Trennung eingeleitet, aber eine leichte Verdickung der Epidermis steht doch noch in unmittelbarer Berührung mit einem entsprechenden Fortsatz des Hörbläschens, der, wie die Textfig. 25 und 26 zeigen, im Bereich des Saccus endolymphaticus E gelegen ist. Es handelt sich hier ganz unzweifelhaft um das letzte Stadium der Abschnürung des Hörbläschens von der Epidermis.

Die Grube, in welche der Recessus labyrinthi von dorsal her einmündet, wölbt die Wand an beiden Labyrinthen, wie bei dem des Embryo *Chrysemys marginata* rechts, deutlich vor (Tafelfig. 11b und 12b). Eine Nahtbildung lässt sich nicht nachweisen. Sollte der Bereich der Grube durch Abschnürung in den Recessus labyrinthi aufgenommen werden, so würde man, trotzdem das Gebiet, um das es sich handelt, jetzt an der medialen Wand des Labyrinthes liegt, doch beachten müssen, dass es augenscheinlich der kaudo-dorsalen Kante der jüngeren Stadien des Ohrbläschens entspricht und erst sekundär durch die Entwicklung der vertikalen Taschenfalte medialwärts verlagert wurde.

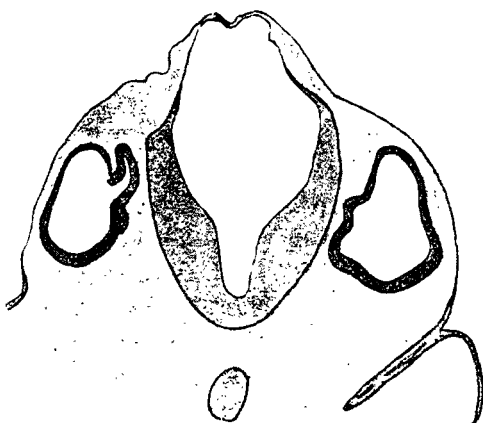
Die Einmündungsverhältnisse des Recessus labyrinthi in die Labyrinthanlagen zeigen die Tafelfig. 11c und 12c. Die Hohlräume der Hörbläschen sind von lateral her eröffnet und man blickt auf die Einmündungsstellen der Recessus, den von medial her an der Aussenfläche erkennbaren Vorwölbungen entsprechen hier Einsenkungen.

Die Textfig. 24—30 erläutern die Verhältnisse der Abschnürung des Saccus endolymphaticus von der Epidermis und die Einmündungsverhältnisse des Recessus labyrinthi noch etwas weiter. Textfig. 24 zeigt links in der Figur, der rechten Labyrinthanlage angehörig, einen Fortsatz des Saccus endolymphaticus, der gegen die Epidermis gerichtet ist. Die Epidermis ist an dieser Stelle noch nicht verdickt. Der nächste Schnitt (Textfig. 25) zeigt auch im Gebiete der Epidermis an entsprechender Stelle einen kleinen Fortsatz und beide Fortsätze berühren sich auf diesem Schnitte unmittelbar. Die Schnittdicke der Serie beträgt  $10\mu$ .





28



29



30

Der Schnitt der Textfig. 26 liegt  $70\ \mu$  weiter kaudal. Wir sehen rechts in der Figur, wie sich der Recessus labyrinthi in das linke Hörbläschen öffnet. Die Textfig. 27, 28, 29 und 30 stellen Schnitte  $20\ \mu$ ,  $40\ \mu$ ,  $60\ \mu$  und  $90\ \mu$  weiter kaudal dar. Auch sie dienen zur Erläuterung der Einmündungsverhältnisse des Recessus labyrinthi in die Labyrinthanlage. Man kann an ihnen das Grübchen erkennen, in das der Recessus einmündet, auch eine Zweiteilung, wie sie ja auch in der Ansicht des Modells besonders an der rechten Seite (vergl. Tafelfig. 11b und c) so deutlich in die Erscheinung tritt; ob nicht durch eine leichte Schrumpfung ein wenig übertrieben, mag dahingestellt bleiben.

Überblicken wir die Befunde, welche soeben geschildert wurden, noch einmal im Zusammenhang, so können wir bei der untersuchten Schildkröte bereits sehr frühzeitig, bei noch recht weit offenen Hörbläschen, Teile feststellen, welche in die Anlage des Recessus labyrinthi übergehen. Diese können auf Schnitten gegebenenfalls das Vorhandensein einer dorsalen Verschlusslippe vortäuschen, trotzdem eine solche in Wirklichkeit fehlt. Engt sich die Öffnung des Gehörbläschens mehr ein, so finden wir sie ganz im Bereich des Recessus labyrinthi. Nicht nur der die Öffnung überragende zugespitzte kranio-dorsale Pol des Ohrbläschens gehört dem Recessus labyrinthi an, sondern auch ventral davon gelegene Teile der lateralen Wand des Ohrbläschens. Dann setzt sich die Anlage auf die kaudo-dorsale Kante des Ohrbläschens fort, welche mediale und laterale Wand des Ohrbläschens trennt.

Inwieweit der Recessus aus dem eben gekennzeichneten Gebiet so entsteht, dass er, sozusagen, aus eigener Kraft hervorst wächst, oder inwieweit Abschnürungsvorgänge mitspielen, ist mit Sicherheit nicht zu entscheiden. Dass ein lebhaftes Eigenwachstum stattfindet, kann festgestellt werden. Abschnürungsvorgänge sind jedenfalls nicht so deutlich, dass man ihre Spuren in einer Nahtbildung erkennen könnte, doch soll nicht in Abrede gestellt werden, dass die Modelle älterer Stadien es möglich erscheinen lassen, dass der Ductus sich an seiner Basis durch Abschnürung verlängert, ein bindender Beweis dafür erscheint mir aber nicht erbracht zu sein. Sicher unrichtig ist es, den ganzen Recessus labyrinthi durch Abschnürung aus dem Ohrbläschen entstehen zu lassen. Der Beweis dafür ist auch bei anderen Tieren, für die



diese Behauptung aufgestellt wurde, nirgends befriedigend geführt worden. Von grosser Bedeutung scheint mir, um es zu wiederholen, zu sein, dass der Beweis mit Sicherheit geführt werden konnte, dass die Matrix des Recessus labyrinthi ursprünglich nicht, wie mehrere der neuesten Forscher, vor allem auch Fineman, wollen, an der medialen Wand des Ohrbläschens liegt, sondern erst sekundär medialwärts verlagert wird. Nur so lassen sich ja die Beziehungen des Recessus zur Epidermis verstehen. Wie durch Wachstumsverschiebungen diese Verbindung sekundär auf die laterale Wand des Saccus endolymphaticus kommen soll (Fineman), wo wir sie bei *Chrysemys marginata* und *Aromochelys odorata* gefunden haben, ist schwer einzusehen, wenn der Recessus labyrinthi ein Produkt der medialen Wand des Ohrbläschens ist.

Bei *Chrysemys marginata* lässt sich nun nachweisen, dass auch zu einer Zeit, zu der die Öffnung des Ohrbläschens noch deutlich offen ist, auch ventro-kaudal von dieser Öffnung an der lateralen Wand des Ohrbläschens Material liegt, das später dem Recessus labyrinthi angehört, und zwar dürfte die Stelle, an der die Verbindung des ektodermalen Mutterbodens am längsten erhalten bleibt, dem Saccus angehören. Die Verlagerung des Recessus labyrinthi und seiner Matrix findet nun, wie Modelle und Figuren zeigen, dadurch statt, dass sich erst die Matrix der vertikalen Bogengangtasche, dann diese selbst stark entwickelt. Hierdurch wird das Ursprungsgebiet des Recessus labyrinthi medialwärts verlagert und kommt sekundär auf die mediale Wand der Labyrinthanlage zu liegen, welcher er primär nicht angehört.

Wenden wir uns jetzt dazu, den Recessus labyrinthi und seine Abkömmlinge, den definitiven Ductus endolymphaticus und den Saccus endolymphaticus durch die Reihe der Wirbeltiere zu vergleichen, so hat schon die Einleitung gezeigt, dass hier die Meinungen noch sehr geteilt sind. Eine gewisse Unsicherheit und Unklarheit, auch geradezu Missverständnisse, hat verursacht, dass die Bezeichnung Ductus endolymphaticus in doppeltem Sinne gebraucht worden ist. Zunächst synonym mit Recessus labyrinthicus für den ganzen Labyrinthanhang, aus dem sich dann sekundär der definitive Ductus endolymphaticus und der Saccus endolymphaticus differenziert, und dann, ohne dass das besonders hervorgehoben zu werden pflegt, auch nur für den definitiven Ductus endolymphaticus, gegebenenfalls in besonderem Gegensatz

zu dem Saccus. Vielleicht dürfte es sich empfehlen, in Zukunft die Bezeichnung Ductus endolymphaticus nur für den definitiven Gang zu brauchen, von dem sich der Saccus endolymphaticus bereits abgegliedert hat. Da das aber, wenn man die Homologie durch die Wirbeltierreihe durchführen will, z. B. bei dem Unterbleiben einer Gliederung des Recessus labyrinthi in einen Ductus und einen Saccus Schwierigkeiten machen kann, sollte man wenigstens immer deutlich hervorheben, ob man von dem primären Ductus endolymphaticus (= Recessus labyrinthi = Labyrinthanhang) spricht, oder von dem sekundären, der nur den proximalen Teilen des primären entspricht, während die peripheren sich zum Saccus umgebildet haben.

Wenden wir uns jetzt von der Nomenklatur zu den Tatsachen, so kann, glaube ich, nicht der geringste Zweifel darüber bestehen, dass die Recessus labyrinthi der Reptilien mit denen der Säuger und Vögel streng homolog sind. Der Mutterboden für das periphere Ende des Recessus liegt immer an dem dorsalen, zugespitzten Ende des Hörbläschens, und oft ist die Anlage des Recessus schon vor geschehener Abschnürung des Oberbläschens zu erkennen. Ist das nicht der Fall, so braucht uns das an der Homologisierung in keiner Weise irre zu machen. Es handelt sich da um ausserdem noch ziemlich geringfügige zeitliche Verschiebungen. Solche kommen auch bei derselben Art ja zwischen rechts und links vor. Beim Menschen scheinen sie besonders häufig zu sein, was zum Teil wohl darauf zurückzuführen ist, dass vielfach Embryonen untersucht worden sind, die, wenn auch nicht erkennbar krank, doch nicht als vollkommen normal zu bezeichnen sind.

Wie die Zeit der Abschnürung, so spielen auch die Schwankungen in der Stelle des letzten Zusammenhanges des Ohrbläschens mit der Epidermis für die Frage der Homologisierung des Labyrinthanhangs bei Säugern, Vögeln und Reptilien keine Rolle. Bedeutungslos ist sie darum nicht, und dass ich sie bei *Chrysemys marginata* stets im Gebiet des Recessus labyrinthi gefunden, spricht dafür, dass diese Stelle die typische, phylogenetisch bedeutungsvolle ist, und im gleichen Sinne sprechen die Befunde bei Vögeln und Säugern, trotz der apodiktischen Sätze von Fineman. Ich habe bereits in meiner vorläufigen Mitteilung ausgeführt, dass viele Forscher immer noch geneigt sind, von

der Ontogenie eine viel getreueere und vollständigere Wiederholung der Phylogenie zu erwarten und zu fordern, als sie gibt und geben kann, nicht geben kann schon wegen der für das Leben der sich entwickelnden Keime notwendigen physiologischen Bedingungen. Man braucht dafür ja nur daran zu erinnern, in wie weitgehender Weise die phylogentisch spät erworbene Plazentation die frühen Entwicklungsstufen der plazentaren Säuger und besonders des Menschen beeinflusst. Aber auch, wo die frühzeitig wichtige Funktion nicht so drängend in den Vordergrund tritt, haben wir entsprechende Erscheinungen. Ich will hier nur, um ein Beispiel aus einem ganz anderen Gebiet zu geben, an die Ausführungen von G. Schwalbe über die Jugendformen des Schädels beim Menschen und bei den Affen erinnern, die sich in seinen Studien zur Vorgeschichte des Menschen finden.

Ein anderes Missverständnis wirkt bei Fineman und anderen mit. Er scheint zu glauben, dass ich z. B. angenommen habe, dass der Zellstrang, welcher kurz vor Lösung des Ohrbläschens von der Epidermis sich nachweisen lässt, die Anlage des Recessus labyrinthi wäre. Das habe ich, wie aus dem in der Einleitung Gesagten hervorgeht, weder je ausgesprochen, noch gedacht. Wenn Fineman mit dem leicht zu erbringenden Beweis, dass dies nicht der Fall ist, dass, wie er sagt, „der Ductus endolymphaticus bei diesen Reptilienarten nicht seinen Ursprung aus dem Stiele hat, sondern eine selbständige Ausstülpung an der kaudo-dorso-mediale Wand der Labyrinthanlage darstellt,“ die Bedeutung der Lage dieser Zellverbindung für erledigt ansieht, so ist das doch nicht richtig. Durch die Lage des Stieles lässt sich bei den Schildkröten, und dasselbe gilt für das Huhn wie für die Ente, und für Mensch, Kaninchen und Meerschweinchen, der Beweis erbringen, dass die laterale Wand des Hörbläschens, welche dieser Strang mit der Epidermis verbindet, mindestens sehr erheblich Material zur Bildung des Recessus labyrinthi liefert. Das ist, wie meine eigenen Untersuchungen zeigen, bei *Chrysemys marginata* gerade, weil hier die Stelle früh kenntlich wird, aus der die Spitze des Recessus labyrinthi entsteht, unschwer nachzuweisen. Fineman ist die Bedeutung, welche die Lage des Stieles des Hörbläschens hat, freilich entgangen. Wir lesen bei ihm (S. 63): „Der Stiel, der anfangs an der lateralen Fläche der Labyrinthanlage ventral von deren dorsalen Ende liegt,

nimmt allmählich seinen Platz auf der lateralen Fläche des Ductus endolymphaticus ein, was auf dem schnellen Wachstum desselben beruht.“ Wie das geschehen kann, ist mir unverständlich; die Verlagerung des Stranges auf die laterale Seite des Recessus ist nur dadurch erklärlich, dass ventral von ihm gelegene Teile der lateralen Wand des Ohrbläschens noch in ihn aufgenommen werden. Wie dann die ganze Anlage des Recessus labyrinthi, besonders die Einmündungsgegend des definitiven Ductus endolymphaticus durch das Vorwachsen der vertikalen Taschenfalte sekundär medialwärts verlagert wird, wurde wohl bereits genügend betont. Für die Reptilien, wenn wir von der Beobachtung Krauses an *Coluber natrix*, welche ich in der Einleitung zitiert habe, absehen, bestehen da keine Schwierigkeiten. Weniger klar liegen die Verhältnisse nach den offenbar sehr sorgfältigen Untersuchungen von Fineman bei den Säugern, besonders bei dem Menschen und dem Schwein. S. 16 heisst es über die Verhältnisse beim Menschen bei Fineman: „Diese grossen Ungleichheiten in der Lage der ektodermalen Verbindung, die einmal von der Mitte der Wand der Labyrinthanlage, einmal nahe dem dorsalen Ende derselben ausgeht, scheint mir dafür zu sprechen, dass sie nichts mit dem Ductus endolymphaticus zu tun hat, auch nicht Matrix für denselben sein kann. Dazu kommt noch, dass beim Entwicklungsstadium des 4,5 mm-Embryos (Taf. 1, Fig. 4) die Labyrinthanlage vollständig abgeschnürt und ohne Verbindungsrest nicht das geringste Zeichen einer Anlage des Ductus endolymphaticus zeigt, welcher erst deutlich beim 5 mm-Embryo (Taf. 1, Fig. 5) auftritt. Daher darf man mit vollem Recht folgende Behauptung aussprechen: Der Ductus endolymphaticus beim Menschen hat nichts mit dem embryonalen Stiel der Labyrinthanlage zu tun, sondern tritt ontogenetisch als eine vollkommen selbständige Ausstülpung des dorsalen Endes der Labyrinthanlage auf.“

Für das Schwein lauten die entsprechenden Ausführungen (S. 26): „Betrachtet man die Figuren meiner Modelle von Schweineembryos, so sieht man, dass keines eine ektodermale Verbindung hat, die vom dorsalen Ende der Labyrinthanlage ausgeht. Bei den Embryos, an denen sich Stielreste vorfinden, haben diese ihre Lage 24  $\mu$  bis zu 72  $\mu$  ventral vom dorsalen Ende.

Besonders möchte ich erwähnen, dass bei einem 7 mm-Embryo die linke Labyrinthanlage in ihrer ektodermalen Verbindung eine Zusammenschliessung zeigt, welche  $72 \mu$  ventral vom dorsalen Ende liegt. Das gleiche zeigt ein 3,5 mm-Embryo, dessen rechte Labyrinthanlage  $96 \mu$  ventral von dem dorsalen Ende eine Zusammenschliessungsfuge besitzt, die also die Stelle angibt, wo der letzte Zusammenschluss der Labyrinthanlage stattfand. Dazu kommt, dass 5,5 mm- und 6,6 mm-Embryonen eine beinahe runde Labyrinthanlage haben, die nirgends eine Spur von Stiel, Stielrest oder Anlage des Ductus endolymphaticus zeigt, und dass wir erst in einem späteren Stadium, 6,8 mm-Embryo, eine Anlage des Ductus endolymphaticus vorfinden.“

Es folgt dann etwa der gleiche apodiktische Schluss wie für den Menschen.

Über das Entstehen des Recessus labyrinthi aus der ektodermalen Verbindung brauche ich nach früher Ausgeführtem zu Finemans Sätzen wohl weiter nichts zu sagen. Ebenso ist ohne weiteres klar, dass, wenn die Hörbläschen sich abgeschnürt haben, bevor die Anlage der Recessus labyrinthi oder Teile derselben kenntlich sind, sich daraus kein Schluss dahin ziehen lässt, dass die Abschnürungsstelle mit dem Material für den Recessus keinerlei Beziehungen hat. Natürlich kann, wir werden darauf, wenn wir die Verhältnisse bei Amphibien und vor allem bei Knochenfischen und Ganoiden besprechen, ausführlicher eingehen, zwischen dem Zeitpunkt der Abschnürung des Ohrbläschens und dem des In-die-Erscheinung-tretens des Recessus labyrinthi eine sekundäre Verlagerung des Materials eintreten. Etwas schwieriger liegen die Dinge, wenn man die verschiedene Lage der Epithelverbindung zwischen Labyrinthanlage und Epidermis erklären will. Gewiss können hier geringe zeitliche Verschiebungen in der Differenzierung und im Wachstum des Materials schon beträchtliche Unterschiede hervorrufen. Selbst wenn, wie in dem Falle, den Krause von *Coluber natrix* berichtet, die Verbindung nicht im Bereich der Anlage des Recessus labyrinthi, sondern dicht ventral von ihr liegt, ist die Annahme möglich, dass der ventralste Teil des Gebietes des Recessus hier noch nicht differenziert ist, sondern sich noch weiter ventral differenzieren wird, aber man kann a priori natürlich auch die Annahme nicht zurückweisen, dass eine Änderung der Art des Verschlusses des Ohrbläschens ein-

getreten ist. Der Verschluss erfolgt von kaudo-ventral in kranio-dorsaler Richtung, die Trennung typisch zuletzt in der Nähe des kranio-dorsalen Endes. Es wäre ja möglich, dass der letzte Zusammenhang einmal nicht am kranio-dorsalen Ende der Labyrinthanlage, sondern weiter ventral sich am längsten erhielte. Ziehen wir den Verschluss des Medullarrohres zum Vergleich heran, so lassen sich dort bei grossem Material solche Verschiebungen und Variationen des Verschlussortes wohl auch erkennen. Gewiss werden solche Variationen gelegentlich auch phylogenetisch festgelegt werden können, in anderen Fällen werden sie in das Gebiet des Abnormen oder sogar des Pathologischen gehören. Keinesfalls sind sie als das phylogenetisch Typische zu betrachten.

Wenden wir uns jetzt zu den Amphibien, so ist auch hier nach der Lage, in welcher die Anlage des Recessus labyrinthi deutlich wird, an seiner Homologisierung mit der gleich benannten Anlage bei Sauropsiden und Säugern keinesfalls zu zweifeln, dagegen sagt Okajima für einen Urodelen, *Hynobius* (*Ellipsoglossa*) *nebulosus* (S. 42): „Aus dem eben Auseinandergesetzten ergibt sich, dass die Spitze des Ductus endolymphaticus bei *Hynobius* mit der Abschnürung des Hörbläschens nicht übereinstimmt“ und für den Frosch sagt Fineman (S. 47): „Mit voller Deutlichkeit begründen diese Modelle die Auffassung, dass der Ductus endolymphaticus beim Frosch nichts mit der ektodermalen Verbindung zu tun hat, sondern als eine vollkommen selbständige Ausstülpung des dorsalen Endes der Labyrinthanlage zu betrachten ist.“ Ich bemerke hier zu den Sätzen Okajimas folgendes. Dass die Spitze des Ductus endolymphaticus (gleichbedeutend gebraucht mit Recessus labyrinthi) nichts mit der ektodermalen Verbindung zu tun hat, darauf kommt es nicht an, sondern darauf, dass die Abschnürungsstelle im Bereiche der Anlage des Recessus labyrinthi liegt. Das ist aber nach Okajimas Textfig. 2 (S. 12) durchaus wahrscheinlich. In seiner Textfig. 3 sieht man dann, wie die Anlage des Recessus labyrinthi durch das starke Wachstum der vertikalen Taschenfalte von der lateralen Seite medialwärts verlagert wird.

Dafür, dass die Spitze des Recessus labyrinthi, oder sagen wir sein distalstes Ende, das dem distalen Ende des Saccus labyrinthi entspricht, nicht mit der Stelle, an welcher die Labyrinthanlage zuletzt mit der Epidermis in Verbindung steht,

zusammenfällt, lässt sich ausserdem wohl eine Erklärung finden. Bei Amphibien sowohl als bei Reptilien kann die Ausdehnung des peripheren Endes des Recessus labyrinthi eine ganz ausserordentliche sein. Ich habe dafür bereits in meiner vorläufigen Mitteilung im Anat. Anz. auf die Arbeit Wiedersheims „Zur Anatomie und Physiologie des Phyllodactylus europaeus mit besonderer Berücksichtigung des Aquaeductus vestibuli der Ascalaboten im allgemeinen“ (Morpholog. Jahrb., Bd. 1, 1876) und auf seine Vergleichende Anatomie (7. Aufl., 1909) verwiesen. In der Vergleichenden Anatomie lesen wir, dass „das freie Ende des Ductus endolymphaticus bei vielen Reptilien dicht unter die Schädeldecken (Parieto-occipital-Naht) zu liegen“ kommt und dass bei Ascalaboten der Gang sogar die Schädelkapsel verlässt, sich zwischen die Nackenmuskeln hineindrängt und im Bereich des Schultergürtels zu einem grossen, gelappten Sack anschwillt, von dem sich wurstförmige Ausläufer bis zur Ventralfläche der Wirbelsäule und zum submukösen Gewebe des Pharynx hinunterziehen.

Bei Amphibien kann (Wiedersheim, Vergl. Anat., S. 434) der Ductus endolymphaticus „eine sackartige Erweiterung erfahren und indem die Otholithenmassen enthaltenden Säcke von beiden Seiten entweder an der dorsalen oder zugleich auch an der ventralen Zirkumferenz des Gehirns enge zusammentreten, kann letzteres in einen förmlichen Kalkgürtel zu liegen kommen. Dieses gilt z. B. für die Anuren. Zugleich zieht sich hier der dorsale Teil jenes Kalkgürtels nach rückwärts in ein unpaares Gebilde aus, welches sich dorsal vom Rückenmark liegend durch den ganzen Spinalkanal bis zum Steissbeine erstreckt und in der Höhe der Foramina intervertebralia paarige Querfortsätze erzeugt. Diese begleiten die Wurzel der Spinalnerven durch die Foramina, erreichen die Spinalganglien und bedecken dieselben verschiedenartig, indem sie die sogen. „Kalksäckchen“ bilden.“ Es wächst also ein Teil des Recessus labyrinthi weit über die ursprüngliche Ausmündungsstelle auf der Oberfläche dorsalwärts und gewinnt zweifellos auch eine besondere Bedeutung. Dieser Teil nun der Anlage des Recessus labyrinthi schlägt ontogenetisch vor. Man darf aber diesen zuerst deutlich werdenden Teil des Recessus labyrinthi weder für die Anlage des ganzen Recessus noch für die Anlage des primitiven Teiles des Recessus halten, weil er zuerst deutlich wird, denn es ist eine allgemeine Regel, dass

Organe und Organteile, welche eine besonders starke Ausbildung erlangen, auch wenn sie phylogenetisch erst spät auftreten, ontogenetisch sich bereits frühzeitig zeigen und entwickeln. Ich erinnere dafür noch einmal an die Verhältnisse des Menschen- und Affengehirnes und ihre Bedeutung für die Kopfformen der Menschen- und Affenfeten und -kinder, wie sie G. Schwalbe (l. c.) dargelegt hat.

Bei Reptilien, Vögeln und Säugern lässt sich vielfach einwandfrei nachweisen, dass ein grosser Teil der Anlage des Recessus labyrinthi ventral von dem epithelialen Verbindungsstrange liegt, welcher den letzten Zusammenhang des Labyrinthes mit seinem Mutterboden darstellt. Nichts spricht dafür, dass es bei Amphibien anders ist.

Wenden wir uns von den Amphibien zu den Ganoiden und Knochenfischen. Ich war für diese Tierklassen vor dem Erscheinen der Finemanschen Arbeit — und ich habe das für die Knochenfische in meiner vorläufigen Mitteilung ausgesprochen — über die Homologisierung ihres „Ductus endolymphaticus“ noch zu keinem sicheren Urteil gekommen. Immerhin hielt ich die Homologie für wahrscheinlich und betonte, dass es sich um eine rudimentäre Bildung handle, deren vollständiges Fehlen bei manchen Arten keinesfalls ohne weiteres als Beweis gegen die Homologie anzuführen sei. Noch weniger konnte ich anerkennen, dass das Fehlen eines Saccus endolymphaticus bei Knochenfischen irgendwie entscheidend gegen die Homologisierung spräche. Die Untersuchungen Finemans an *Lepidosteus* und *Salmo iridis* haben mich inzwischen in meiner Ansicht bestärkt, und ich zweifle nicht daran, dass der „Ductus endolymphaticus“ der Teleostier und der Ganoiden dem der anderen Amphibien, Reptilien, Sauropsiden und Säuger zu homologisieren ist. Übrigens konnte ja Fineman bei *Lepidosteus* sogar einen Saccus endolymphaticus nachweisen. Bei den Ganoiden und den Knochenfischen ist, soweit sie bis dahin untersucht wurden, der Recessus labyrinthi ein ausgesprochen zurückgebildetes Organ. Solche Organe und Organteile haben die Neigung, sich in der Ontogenie später anzulegen, als ihnen phylogenetisch zukäme. So nimmt es nicht wunder, dass die Anlage des Recessus labyrinthi erst beträchtliche Zeit nach der vollkommenen Abschnürung der Labyrinthanlage von der Epidermis kenntlich wird. Wenn das nun an



der „medialen“ Wand der Labyrinthanlagen nahe der dorsalen Kante geschieht, so ist nicht anzunehmen, dass das Material für die Anlage des Recessus labyrinthi primär hier gelegen hat. Es lässt sich bei allen anderen Wirbeltieren, welche wir bis jetzt betrachtet haben, nachweisen, dass die Anlage des Recessus labyrinthi beziehungsweise das Material, aus dem sich der Recessus labyrinthi aufbaut, durch die Anlage der vertikalen Bogengangtasche von lateral medianwärts verlagert wird. Das ist ohne jeden Zweifel auch bei den Ganoiden und den Teleostiern der Fall. In höherem Maße noch und frühzeitiger, weil bei ihnen der Recessus labyrinthi bei den erwachsenen Tieren rückgebildet ist oder gar fehlt. Bei ihnen ist das Übergewicht der Zellkomplexe, welche die Bogengänge zu bilden haben, über die zur Anlage des Recessus labyrinthi prädestinierten noch grösser, daraus dürfen wir schliessen, dass die Verlagerung noch früher vor sich gehen und weitgehender sein wird.

Und nun kommen wir zum Schluss zu den Selachiern, die Cyklostomen berücksichtige ich nicht weiter. Bei den Selachiern mündet auch noch bei den ausgebildeten Tieren das Labyrinth frei auf der Haut, und der Gang, der von dem die Bogengänge tragenden Teil des Labyrinthes zu der Öffnung auf der Haut führt, wird allgemein als Ductus endolymphaticus, Aussackungen am peripheren Ende des Ganges werden als Saccus endolymphaticus bezeichnet. Die Bedeutung der Verbindung des Labyrinths mit dem umgebenden Medium ist nicht klar. Ein freier Austausch zwischen Labyrinthinhalt und Meerwasser findet, wie Hellmann ausführt, offenbar nicht statt, denn die Öffnung ist sehr eng und der Ductus und Saccus endolymphaticus mit Otolithenbrei und einer zähen, gelatinösen Masse angefüllt. So erscheint es Hellmann „unwahrscheinlich, dass viel Seewasser eindringen kann. Die Öffnung dürfte höchstens, wie schon E. H. Weber (Weber, E. H.: De aure et auditu etc. Lps. 1820, Pars. 1, S. 93 f.) vermutet, den Zweck erfüllen, dem überschüssigen Labyrinthinhalt Abfluss zu gewähren.“ Die Berechtigung der Homologisierung des Ductus endolymphaticus der Selachier mit dem der übrigen Wirbeltiere ist, wie schon in der Einleitung betont wurde, von verschiedenen Seiten in Frage gestellt worden. Bei Hellmann tauchte der Verdacht auf, „dass auch bei Selachiern das Ohrbläschen wenigstens zeitweise sich ganz

abschnüre“ und die Öffnung „des Ductus endolymphaticus auf der Haut eine sekundäre Bildung sei.“ Doch hat er das sehr reiche Material Sobottas untersucht, ohne „bei einem Selachierembryo eine geschlossene Ohrblase finden zu können“ und glaubt für Torpedo „das ständige Offenbleiben des Ductus endolymphaticus mit aller Bestimmtheit behaupten zu können“.

Fineman kommt, wie schon erwähnt, zu dem Schluss, dass der Ductus endolymphaticus bei *Torpedo ocellata* — und das würde dann doch wohl allgemein für Selachier gelten — höchst wahrscheinlich nicht homolog mit dem Ductus endolymphaticus des Menschen und der übrigen von ihm untersuchten Wirbeltiere sei. Der Name Ductus endolymphaticus bei *Torpedo ocellata* sollte darum durch einen geeigneteren Namen ersetzt werden.

Der Grund für diese Anschauung ist in der Hauptsache der, dass nach der Annahme Finemans und anderer die Anlage des Recessus labyrinthi, des Ductus endolymphaticus in weiterem Sinne nichts mit dem Abschnürungsgebiet des Ohrbläschens zu tun haben soll. Zum Teil scheint sich geradezu die Ansicht festgesetzt zu haben, dass von einer Homologie nur dann gesprochen werden könne, wenn sich nachweisen lasse, dass der Ductus endolymphaticus aus dem letzten Epithelstrang hervorgeht, welcher die Labyrinthanlage mit ihrem Mutterboden verbindet. Diese Annahme ist, wie ich gezeigt habe, nicht berechtigt. Alles, was billigerweise verlangt werden kann, ist der Nachweis, dass die Anlage des Recessus labyrinthi aus dem Material des Ohrbläschens sich bildet, das in der Umgebung der Abschnürungsstelle des Labyrinthes von der Epidermis gelegen ist. Diesen Nachweis habe ich in dieser Arbeit ausführlicher für eine Schildkröte geführt; er lässt sich auch für Vögel, Säuger und den Menschen führen.

Auch das glaube ich gezeigt zu haben, dass die Fälle, in welchen sich nicht durch den unmittelbaren Augenschein nachweisen lässt, dass der Recessus labyrinthi aus dem Teil der Labyrinthanlage entsteht, welche im Gebiet der Abschnürungsstelle des Ohrbläschens gelegen ist, nach der frühzeitig erfolgten Abschnürung eine medialwärts gerichtete Verlagerung des Materials, aus dem sich der Recessus labyrinthi aufbaut, eintritt, so dass er z. B. bei Teleostiern aus der „medialen“ Wand der Labyrinthanlage entsteht. So können diese Fälle nicht dafür

angeführt werden, dass in ihnen der Recessus labyrinthi sicher aus Material entstünde, welches der Abschnürungsstelle fremd sei. Sieht man sich dann die Modelle an, welche Hellmann und Fineman abbilden, so erkennt man, dass bei *Torpedo* der Recessus labyrinthi ebenso aus dem dorsalen zugespitzten Ende des Hörbläschens entsteht wie bei fast allen Wirbeltieren, bei denen er nicht, wie bei Ganoiden und Teleostiern, rudimentär ist. Diese Ähnlichkeit der Lage kann schon auf Schnitten hervortreten. Man vergleiche dafür die Schnitte, welche Fineman Taf. XI, Fig. 21 und 22a und b durch Selachierembryonen, Taf. IX, Fig. 25a und b von *Chrysemys marginata* gibt, auch meine Schnitte Fig. 3, 5 und 6. Auch bei *Torpedo ocellata* wird wie bei *Chrysemys marginata* offenbar eine dorsale Lippe vorgetäuscht durch überstürzte Entwicklung von Teilen, welche den Saccus endolymphaticus bei *Torpedo* bilden. Ob darum der Saccus endolymphaticus bei *Torpedo* dem Saccus endolymphaticus der höheren Wirbeltiere homolog ist, das ist eine andere Frage, die nicht ohne weiteres dadurch entschieden wird, dass im allgemeinen die Recessus labyrinthi zu homologisieren sind. Jedenfalls finden wir bei Selachiern noch kein Homologon der weitentwickelten Kanalsysteme, welche sich, wie hervorgehoben, bei manchen Amphibien und Reptilien an die Sacci lymphatici anschließen. Das kann uns aber nicht abhalten zu sagen, dass der Recessus labyrinthi oder der Ductus endolymphaticus im weiteren Sinne bei allen Wirbeltieren homolog ist, ebenso wie wir ohne Scheu das Auge der Amphibien dem so viel höher differenzierten der Vögel homologisieren.

Sehr möglich ist es, dass der Saccus endolymphaticus der Säuger bereits von neuem Rückbildungen erfahren hat, und dass die Reptilienvorfahren der Säuger einen höher entwickelten Saccus endolymphaticus gehabt haben. Beobachtungen von Tandler und mir bei menschlichen Embryonen haben mich auf diese Vermutung gebracht. Tandler hat in der Normentafel zur Entwicklungsgeschichte des Menschen von Keibel und Elze bei zwei menschlichen Embryonen (Tabelle 55 und 65) nachgewiesen, und ich habe das bei anderen Embryonen bestätigen können (Keibel und Mall, Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen, Bd. II, S. 259), dass der Recessus labyrinthi sich ursprünglich über das Gebiet des bleibenden

Saccus endolymphaticus hinaus ausdehnt, dass aber sein peripheres Ende fadenförmig ausgezogen wird und zugrunde geht.

Fasse ich nun noch einmal zusammen, so glaube ich nachgewiesen zu haben, dass der Recessus labyrinthi (Ductus endolymphaticus im weiteren Sinne) der Selachier gleich dem Recessus labyrinthi der Teleostier, Ganoiden, Amphibien, Reptilien, Vögel und der Säuger mit Einschluss des Menschen aus dem Teil der Labyrinthanlage entsteht, welcher der Abschnürungsstelle des Hörbläschens ursprünglich benachbart ist und dass die Recessus labyrinthi all dieser Wirbeltiere — die Cyclostomen habe ich nicht in den Kreis meiner Untersuchungen einbezogen — homolog sind.

Eine andere Frage habe ich nicht zu einer mich vollkommen befriedigenden Lösung gebracht. Nach der Ansicht der einen Autoren, welche besonders Fleissig in seiner Arbeit über die Entwicklung des Geckolabyrinthes vertritt und der sich auch Okajima für Hynobius anschliesst, soll der Recessus labyrinthi durch Abschnürung entstehen, wie Fleissig sagt, ein Abschnürungsprodukt der medialen Alveuswand sein. Nach der der anderen soll er sich durch Ausstülpung und Eigenwachstum bilden. Diese Anschauung hat Fineman, trotzdem er sagt (S. 43), dass das Ergebnis seiner Untersuchungen in seinen hauptsächlichen Teilen mit dem von Fleissig übereinstimmt. Nach meinen Untersuchungen liegt zunächst jedenfalls eine Ausbuchtung vor, die sich durch Eigenwachstum vergrössert, aber es lässt sich nicht ausschliessen — freilich auch nicht beweisen — dass sich an die Ausstülpung und ihre weitere Entwicklung durch Eigenwachstum noch eine Vergrösserung des Recessus labyrinthi durch Abschnürung von der Alveuswand anschliesst. Ob das Material, welches hierbei in Frage kommt, von Anfang an der medialen Wand der Labyrinthanlage angehört und nicht erst, wie das des übrigen Recessus labyrinthi, sekundär dorthin verlagert worden ist, das ist eine weitere Frage.

---

### Literaturverzeichnis.

- Alexander, Gustav: Über Entwicklung und Bau der Pars inferior labyrinthi der höheren Säugetiere. Denkschr. der math.-naturw. Klasse d. Kaiserl. Akademie der Wiss., Bd. 70. Wien 1900.
- Derselbe: Zur Entwicklung des Ductus endolymphaticus (Recessus labyrinthi). Arch. f. Ohrenheilkunde, Bd. 52, 1901.

- Alten, Hans von: Beitrag zur Entwicklung des Kiemendarms einer Schildkröte (*Chrysemys marginata*). Arch. f. mikr. Anatomie, Bd. 87, 1916.
- Balfour, Francis, M.: Handbuch der vergleichenden Embryologie. Deutsch von B. Vetter. Bd. II, 1881.
- Boettcher, Arthur: Über Entwicklung und Bau des Gehörlabyrinths. Verh. d. Kais. Leopoldino-Carolinischen deutschen Akademie der Naturforscher, Bd. 35, Dresden 1870.
- Corning, H. K.: Über einige Entwicklungsvorgänge am Kopfe der Anuren. Morpholog. Jahrb., Bd. 27, 1899.
- Denis, P.: Recherches sur le développement de l'oreille interne chez les mammifères (*Vespertilio murinus*). Archives de Biologie, T. 18, 1902.
- Fineman, Gösta: Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung des Ductus endolymphaticus bei den Menschen und einigen Wirbeltieren. Anat. Hefte, Bd. 53, 1915.
- Fleissig, Julius: Die Entwicklung des Geckolabyrinths. Anat. Hefte, Bd. 37, 1908.
- Hellmann: Die Entwicklung des Labyrinths bei *Torpedo ocellata*. Verhandl. d. Deutschen otologischen Ges., 1898.
- Hertwig, Oskar: Entwicklungsgeschichte des menschlichen Ohres in Schwarzes Handbuch der Ohrenheilkunde. Bd. I, Kap. 4, 1892.
- Keibel, F.: Über die Entwicklung des Labyrinthanhanges (*Recessus labyrinthi* oder *Ductus endolymphaticus*). Anat. Anz., Bd. 16, 1899.
- Derselbe: Der Ductus endolymphaticus (*Recessus labyrinthi*) bei Schildkröten. Anat. Anz., Bd. 48, S. 466, 1915.
- Keibel und Elze: Normentafel zur Entwicklungsgeschichte des Menschen. Jena 1908. Normentafel zur Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere, Heft 2.
- Keibel und Mall: Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen. Leipzig 1911.
- Krause, Rudolph: Die Entwicklung des *Aquaeductus vestibuli* s. *Ductus endolymphaticus*. Anat. Anz., Bd. 19, 1901.
- Derselbe: Entwicklungsgeschichte des Gehörorgans in O. Hertwigs Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Bd. II, Teil 2, 6. Kapitel. 1906 (erschienen 1901).
- Kupffer, C. von: Studien zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte der Kranioten. 4. Heft. Zur Kopfentwicklung von *Bdellostoma*. München und Leipzig. 1900.
- Netto, Friedrich: Die Entwicklung des Gehörorgans beim Axolotl. Berliner med. Diss. 1898.
- Noorden, Carl von: Die Entwicklung des Labyrinths bei Knochenfischen. Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgesch., Jahrg. 1883.
- Norris, H. W.: Studies on the development of the ear of *amblystoma*. Journ. of morphology, vol. 7, 1892.
- Derselbe: The duct. endol. in the axolotl. Anat. Anz., Bd. 19, 1901.
- Okajima, K.: Die Entwicklung des Gehörorgans von *Hynobius*. Anatomische Hefte, Bd. 45, 1912.

- Perovic und Aust<sup>1)</sup>: Zur Entwicklungsgeschichte des Ductus endolymphaticus beim Menschen. *Anatom. Hefte*, Bd. 52, 1915.
- Peter, Karl: Der Schluss des Ohrgrübchens der Eidechse. *Archiv für Ohrenheilkunde*. Bd. 51, 1901.
- Poli, Camillo: Zur Entwicklung der Gehörblase bei den Wirbeltieren. *Arch. f. mikr. Anatomie*, Bd. 48, 1897.
- Rabinowitsch, Alexis: Über die Entwicklung des häutigen Labyrinthes von *Emys Europaea* (Eutraria). *Med. Diss.*, Berlin 1903.
- Roethig und Brugsch: Die Entwicklung des Labyrinthes beim Huhn. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 59, 1902.
- Schwalbe, G.: Studien zur Vorgeschichte des Menschen. *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie*. Bd. 9, 1906. Sonderheft.
- Streeter, G. L.: On the development of the membranous labyrinth and the acoustic and facial nerves in the human embryo. *Americ. Journ. of Anat.*, vol. 6. 1906/1907.
- Villy, Francis: Development of the ear and accessory organs in the common frog. *Quart. Journ. mic. Sc.*, vol. 30, 1890.
- Weber, E. H.: *De aure et auditu hominis et animalium*. Lipsiae. 1820.
- Wenig, Jaromír: Die Entwicklung des Ductus endolymphaticus bei den Knochenfischen. *Anat. Anz.*, Bd. 38, 1911.
- Wiedersheim, Robert: Zur Anatomie und Physiologie des *Phyllo-dactylus europaeus* mit besonderer Berücksichtigung des *Aquaeductus vestibuli* der Ascalaboten im allgemeinen. *Morpholog. Jahrb.*, Bd. 1, 1876.
- Derselbe: Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. 7. Aufl. 1909.

## Figurenerklärung.

### A. Textfiguren.

- Textfig. 1a—1m. Die Figuren stellen 12 aufeinanderfolgende Schnitte durch die Ohrgegend eines Embryo von *Chrysemys marginata* (Bez. v. G. 6) dar. Schnittdicke: 7,5  $\mu$ . Vergrößerung: 100:1. Die Lage der Kernteilungen ist durch Punkte angegeben.
- Textfig. 2a—2g'. Die Figuren stellen 32 aufeinanderfolgende Schnitte durch die Ohrgegend eines Embryo von *Chrysemys marginata* (Bez. v. G. 1)

<sup>1)</sup> In einer Mitteilung im *Anat. Anz.* (Bd. 49, S. 29, 1916) weist Hochstetter darauf hin, dass sein Schüler Perovic auf der Naturforscherversammlung in Wien 1913 unter Vorzeigen von 25 Modellen über die Entwicklung des Labyrinthes von *Emys lutaria* vorgetragen hat. Mir war das entgangen. Ich entnehme der Hochstetterschen Mitteilung, dass Perovic im wesentlichen zu den gleichen Resultaten gekommen ist wie ich, in manchen Dingen sogar an seinem reichen Material weiter vordrang. So glaubt er sicher erkannt zu haben, dass der untere Abschnitt des Ductus endolymphaticus durch Abschnürung aus der medialen Wand entsteht, eine Frage, die ich nicht entscheiden konnte. Die Frage, ob das Material für den Ductus endolymphaticus primär in der lateralen Wand liegt, wurde im Texte genügend erörtert.

dar. Schnittdicke:  $7,5 \mu$ . Vergrößerung: 100:1. Die Lage der Kernteilungen ist durch Punkte angegeben.

- Textfig. 3. Schnitt durch das rechte Ohrgrübchen eines Embryo von *Chrysemys marginata* (Bez. v. G. 2). Das Modell des Ohrgrübchens ist in Tafelfig. 2a dargestellt. Die Umrahmungsstriche am rechten und linken Rande der Tafel geben die Schnittrichtung an. Schnittdicke:  $7,5 \mu$ . Vergrößerung 100:1.
- Textfig. 4. Schnitt durch die beiden Ohrbläschen eines Embryo von *Chrysemys marginata* (Bez. v. G. 3). Der Schnitt hat die Ohrbläschen kaudal von der Verbindung mit der Epidermis getroffen; lateral sieht man an ihnen Vorwölbungen, aus denen die vertikalen Bogengangtaschen hervorgehen (vgl. Tafelfig. 3a u. b und 4a u. b). Die Umrahmungsstriche am rechten und linken Rande der Tafel geben die Schnittrichtung an. Schnittdicke:  $7,5 \mu$ . Vergrößerung: 100:1.
- Textfig. 5, 6, 7. Schnitte durch die Ohranlagen eines Embryo von *Chrysemys marginata* (Bez. v. G. 4). In Fig. 5 ist die Öffnung des linken, in Fig. 6 fünf Schnitte weiter kaudal die des rechten Ohrbläschens getroffen. Der Schnitt Fig. 7 liegt acht Schnitte weiter kaudal als der Fig. 6 (vgl. Tafelfig. 5a u. b und 6a u. b). Die Umrahmungsstriche am rechten und linken Rande der Tafel geben die Schnittrichtung an. Schnittdicke:  $7,5 \mu$ . Vergrößerung: 100:1.
- Textfig. 8—16. Schnitte durch die Ohranlagen eines Embryo von *Chrysemys marginata* (Bez. 0); abgesehen von Textfig. 8 ist nur die linke Ohranlage dargestellt. Man beachte die Anlage der Bogentaschenfalte und die Einmündungsstelle des Recessus labyrinthi. Die Schnitte folgen in kranio-kaudaler Richtung. Der Schnitt der Fig. 9 liegt fünf Schnitte kaudal von dem der Fig. 8; die übrigen Schnitte der übrigen Figuren folgen aufeinander. Schnittdicke:  $10 \mu$ . Vergrößerung: 50:1.
- Textfig. 17—20. Schnitte durch die Ohranlagen eines Embryo von *Chrysemys marginata* (Bez. B). Die Schnittbilder sind in kranio-kaudaler Richtung wiedergegeben. Der Schnitt von Fig. 18 liegt  $40 \mu$  weiter kaudal als der von Fig. 17, weitere  $50 \mu$  kaudalwärts liegt der Schnitt von Fig. 19 und noch  $80 \mu$  weiter kaudal der von Fig. 20. Schnittdicke:  $10 \mu$ . Vergrößerung 75:1.
- Textfig. 21—23. Schnitte durch die Ohranlagen eines Embryo von *Chrysemys marginata* (Bez. D). Die Schnitte folgen in kaudo-kranialer Richtung aufeinander, der Schnitt der Fig. 22 liegt  $60 \mu$  weiter kranial als der Schnitt der Fig. 21, der Schnitt der Fig. 23 wieder  $60 \mu$  weiter kranial. Schnittdicke  $10 \mu$ . Vergrößerung 50:1.
- Textfig. 24—30. Schnitte durch die Ohranlagen eines Embryo von *Aromochelys odorata* in kranio-kaudaler Reihenfolge. Die Schnitte der Textfig. 24 und 25 folgen unmittelbar aufeinander. Der Schnitt der Textfig. 26 liegt  $70 \mu$  weiter kaudal, dann folgen die Schnitte in den Entfernungen von  $20 \mu$ ,  $40 \mu$ ,  $60 \mu$  und  $90 \mu$ . Schnittdicke:  $10 \mu$ . Vergrößerung: 50:1.

### B. Tafelfiguren.

Alle Figuren sind nach Plattenmodellen bei 100 facher Vergrößerung dargestellt. Sie wurden mit dem Diopetrograph entworfen. Die untere Einrahmung der Tafeln deutet die Grundebene an, die seitlichen Grenzen der Tafeln die senkrecht darauf stehenden Ebenen der Platten, also auch die Schnittrichtung. Man wird sich mit Hilfe dieser Linien die Schnittbilder leicht in die Modelle hinein denken können. Dort, wo die Epidermis dargestellt wurde, ist sie durchsichtig gezeichnet.

#### Doppeltafel IX.

- Fig. 1a u. 1b. Das linke Ohrbläschen von *Chrysemys marginata* v. G. 2., 1a von der lateralen, 1b von der medialen Seite gesehen.  
 Fig. 2a u. 2b das rechte Ohrbläschen entsprechend.  
 Fig. 3a u. 3b. Das rechte Ohrbläschen von *Chrysemys margin.* v. G. 3.  
 Fig. 3a von der lateralen, Fig. 3b von der medialen Seite gesehen.  
 Fig. 4a u. 4b das linke Ohrbläschen entsprechend.  
 Fig. 5a u. 5b das rechte Ohrbläschen von *Chrysemys margin.* v. G. 4.  
 Fig. 5a von der lateralen, Fig. 5b von der medialen Seite gesehen.  
 Fig. 6a u. 6b das linke Ohrbläschen entsprechend.  
 Fig. 7a, 7b u. 7c. Die linke Labyrinthanlage von *Chrysemys marginata* v. G. O. Fig. 7a von lateral; Fig. 7b von medial gesehen. Fig. 7c zeigt die Labyrinthanlage von lateral her eröffnet. Man blickt auf die Einmündungsstelle des Recessus labyrinthi.  
 Fig. 8a, 8b u. 8c. Die rechte Labyrinthanlage von *Chrysemys margin.* B.  
 Fig. 8a von lateral, Fig. 8b von medial gesehen. In Fig. 8c ist das Labyrinthbläschen von lateral und ventral her zum grossen Teil entfernt, man sieht auf die Einmündungsstelle des Recessus labyrinthi.

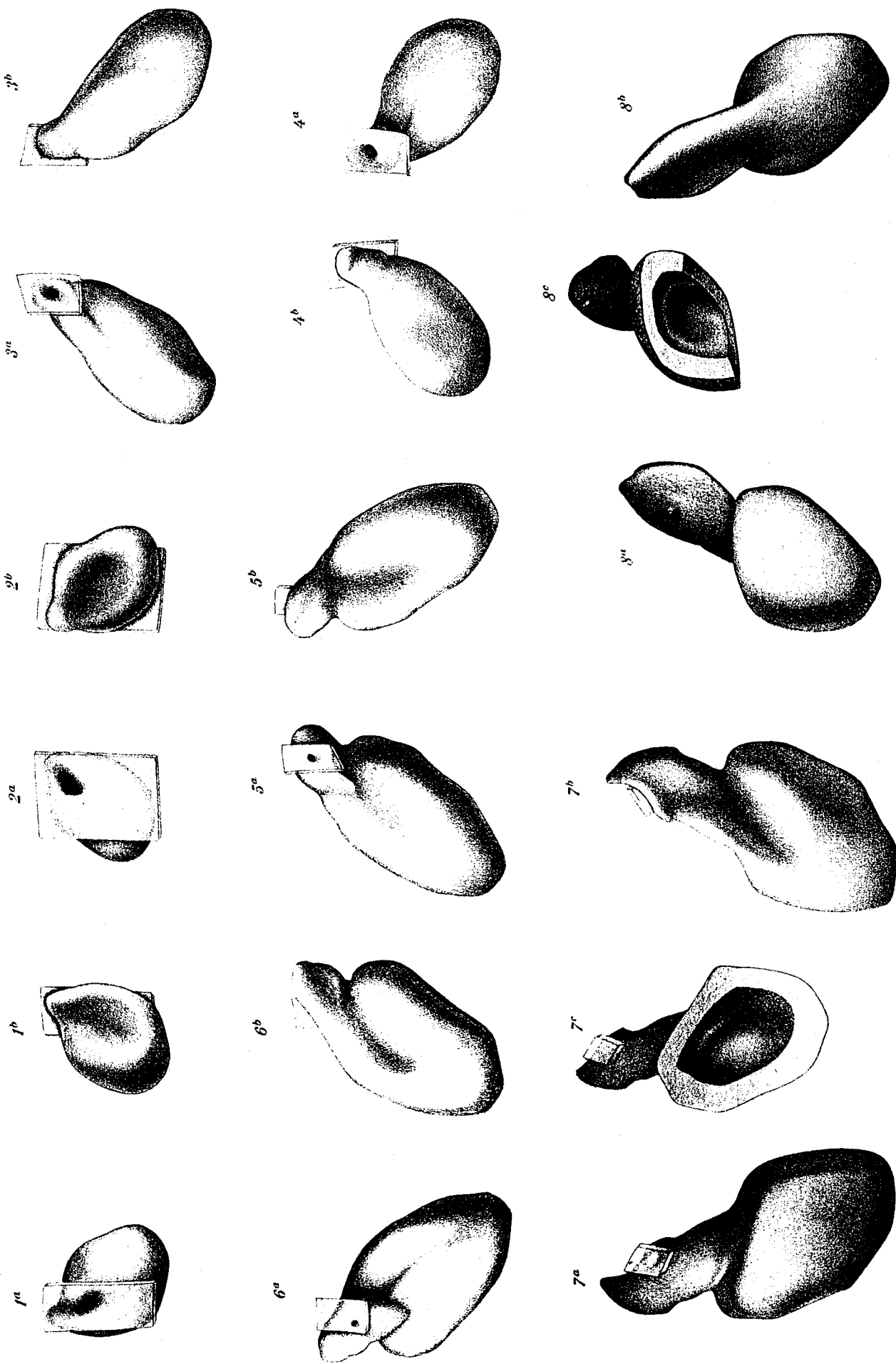
#### Doppeltafel X.

- Fig. 9a, 9b u. 9c. Die rechte Labyrinthanlage von *Chrysemys margin.* D.  
 Fig. 9a von lateral, Fig. 9b von medial gesehen. In Fig. 9c ist die Labyrinthanlage von lateral her eröffnet dargestellt, so dass man auf die Einmündungsstelle des Recessus labyrinthi blickt.  
 Fig. 10a, 10b und 10c. Die linke Labyrinthanlage von *Chrysemys E.*, entsprechend dargestellt wie in den Figuren 9a, 9b und 9c.  
 Fig. 11a u. 11b die rechte Labyrinthanlage von *Aromochelys odorata* F.  
 Fig. 11a von der lateralen, Fig. 11b von der medialen Seite gesehen.

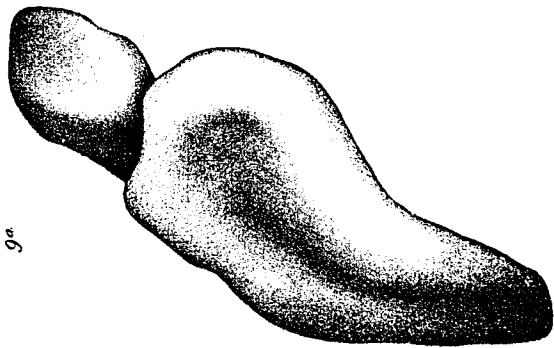
#### Tafel XI.

- Fig. 11c. Die rechte Labyrinthanlage von *Aromochelys odorata* von lateral her eröffnet dargestellt, so dass man auf die Einmündungsstelle des Recessus labyrinthi blickt.  
 Fig. 12a, 12b und 12c die linke Labyrinthanlage von *Aromochelys odorata* F. in entsprechender Weise dargestellt, wie die rechte in den Fig. 11a, 11b und 11c.

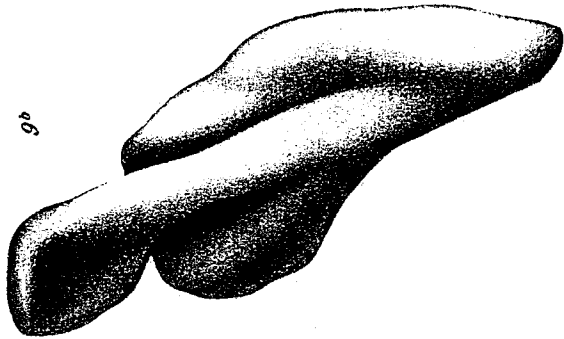




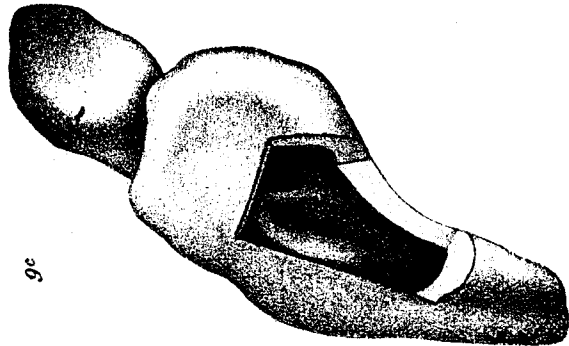
9<sup>a</sup>



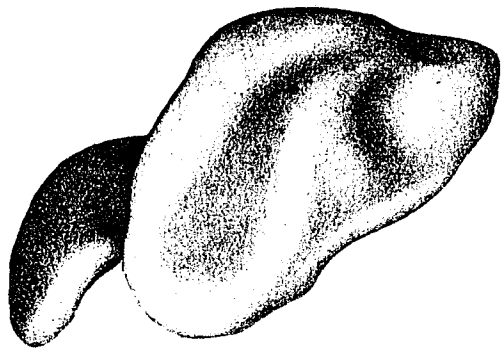
9<sup>b</sup>



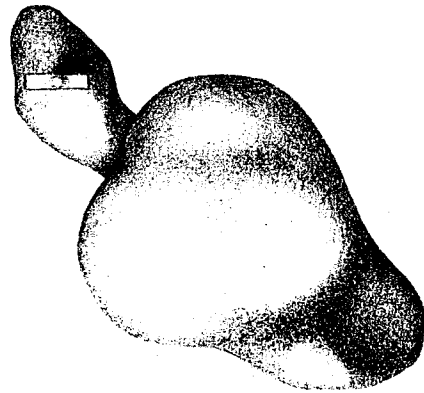
9<sup>c</sup>



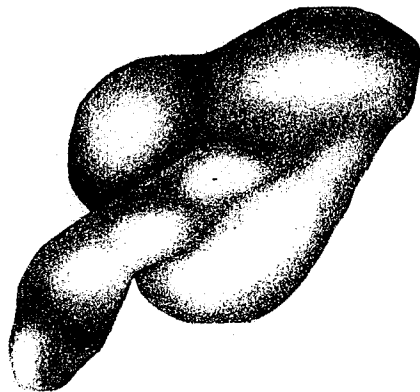
10<sup>a</sup>



11<sup>a</sup>



11<sup>b</sup>



10<sup>b</sup>



10<sup>c</sup>

