

# Zur Anatomie des Gehörorgans der Monotremata.

Von

Dr. Alfred Denker

in Hagen i. W.

---

Mit Tafel XXI und XXII und 2 Figuren im Text.

---



Durch die eingehenden Untersuchungen deutscher, österreichischer, englischer und niederländischer Anatomen und Zoologen sind die complicirten Fortpflanzungsvorgänge, der anatomische Bau des Skelets, die makroskopische Anatomie des Gehirns und das Gefässsystem der sowohl in ontogenetischer als auch phylogenetischer Beziehung so ausserordentlich interessanten Klasse der Monotremata descriptiv und vergleichend-anatomisch erforscht worden. Auch das Gehörorgan der Kloakenthiere ist von verschiedenen Autoren anatomisch bearbeitet worden: aus der älteren Zeit seien die Arbeiten von J. F. MECKEL, E. HOME, HYRTL und IBSEN erwähnt, während in den letzten Jahrzehnten einzelne Theile des Monotremenhohes durch RÜDINGER, ZUCKERKANDL, PRITCHARD, RUGE, ESCHWEILER, TANDLER und HOCHSTETTER eine sorgfältige Bearbeitung erfahren haben.

Die Aufgabe der nachstehenden Ausführungen soll es sein, an der Hand von Präparaten, deren Zeichnungen der Arbeit beigelegt sind, einen Beitrag zur makroskopischen Anatomie des Gehörorgans der beiden Repräsentanten der Promammalier zu liefern und die gewonnenen Untersuchungsergebnisse zu vergleichen mit den anatomischen Verhältnissen des Gehörs der Säugethiere und der Reptilien. Das für meine Studien erforderliche werthvolle Material gehört zum grössten Theile zu den Sammlungen des Herrn Prof. Dr. SEMON und wurde mir durch Herrn Geh. Hofrath Prof. Dr. FÜRBRINGER in Jena zur Verfügung gestellt. Das Schläfenbein des Schnabelthieres, welches zum Ausguss des inneren Ohres benutzt wurde, stammt aus der Sammlung des holländischen Zoologen Herrn Dr. VAN BEMMELEN im Haag, der so liebenswürdig war, mir für meine Studien an Gehörorgan des genannten Thieres eine Schädelhälfte zu überlassen. Es sei mir gestattet, den drei genannten Herren auch an dieser Stelle für das gezeigte freundliche Entgegenkommen meinen herzlichsten Dank auszudrücken.

## **Echidna hystrix.**

### **I. Das äussere Ohr.**

Während bei den meisten Säugethieren das äussere Ohr sich aus drei Bezirken: der Ohrmuschel, dem knorpeligen und dem knöchernen Gehörgange zusammengesetzt, fehlt der Meatus auditorius externus osseus wie bei *Pteropus edulis*, *Erinaceus europaeus*, *Phocaena phocaena* auch bei *Echidna hystrix*. Die Ohrmuschel des Ameisenigels ragt nach aussen nicht über ihre Umgebung hervor; ihr Knorpelgerüst ist nach den eingehenden Untersuchungen RUGE's als eine directe Fortsetzung des Gehörgangknorpels zu betrachten. Der medialwärts gelegenen, flach ausgehöhlten Ohrmuschel gegenüber befindet sich lateral eine nur schwach entwickelte Ohrklappe. Der knorpelig-häutige Gehörgang stellt eine etwa  $4\frac{1}{2}$  cm lange, cylindrische Röhre dar, welche von ihrer medialen Befestigung aus sich zunächst ventralwärts wendet, dann nach vorn

und aussen bis über die Hälfte ihrer Länge hinaus umbiegt und schliesslich ca. 2 cm weit dorsalwärts und caudalwärts verläuft. Die ganze Länge des Gehörganges durchzieht als Gerüst ein einheitlicher Knorpelstreifen, der von RUGE als eigentliche Stammplatte des Meatus bezeichnet wird. Dieser Knorpelstreifen entsendet senkrecht zu seiner Längsrichtung eine grosse Anzahl von Knorpelfortsätzen, durch welche ein Collabiren der Gehörgangswandungen verhindert wird. Abweichend von der bei den Säugethieren üblichen Befestigungsart des knorpeligen Gehörganges am Os tympanicum und Os squamosum ist die Fixation des Meatus cartilagineus bei beiden Monotremenfamilien. RUGE hat nachgewiesen, dass bei *Echidna hystrix* der äussere Gehörgang sich nicht am Annulus tympanicus befestigt, sondern hervorgeht aus einer am innern concaven Rande des Paukenringes angehefteten, annähernd horizontal gestellten Knorpelplatte; diese Platte (tympanale Schlussplatte) ist nach Ansicht des genannten Forschers unzweifelhaft ein Product des zweiten primären Bogens des Visceralskelets, und da sich aus derselben der Gehörgang entwickelt, dürfte das ganze Knorpelskelet des äusseren Ohres beim Ameisenigel als ein Derivat des Hyoidbogens aufzufassen sein. Bezüglich der genaueren Einzelheiten über diese interessanten genetischen Beziehungen des Zungenbeinbogens zu dem äusseren Ohr verweise ich auf die ausführliche Arbeit RUGE's, deren Ergebnisse ich, soweit es an dem mir zur Verfügung stehenden Material möglich war, bestätigen konnte.

## 2. Das Mittelohr.

Für die Erforschung der Höhlenanatomie des Gehörorgans giebt es keine bessere Methode als das Studium eines sämtliche Hohlräume umfassenden Ausgusses des Schläfenbeins resp. der Schädelknochen, welche sich an der knöchernen Umgrenzung des akustischen Organs betheiligen. Die Herstellung eines derartigen Knochenkorrosionspräparates war bei dem Gehörorgan von *Echidna hystrix* aus dem Grunde nicht möglich, weil ein knöcherner äusserer Gehörgang nicht existirt, und weil die Paukenhöhle nicht an allen Wänden knöchern, sondern zum Theil durch Weichtheile abgeschlossen ist. Ich habe mich deswegen auf einen Ausguss des inneren Ohres beschränken müssen und werde versuchen, das Wesentlichste der makroskopischen Anatomie des Mittelohres an der Hand von Knochenpräparaten, Trockenpräparaten nach SEMPER-RIEHM und nach histologischen Schnitten zu beschreiben.

### Das Cavum tympani.

Eine knöcherne Paukenhöhle existirt eigentlich beim Ameisenigel nicht, sondern es befindet sich bei diesem Thiere an Stelle des menschlichen Cavum tympani eine flache, dreiseitige Grube mit umgestülpten Rändern, die nach unten und aussen abgeschlossen ist durch den bindegewebig mit ihr verbundenen Annulus tympanicus, den Processus longus mallei und das Trommelfell mit den Manubrium mallei. Obgleich diese Grube an der Schädelbasis liegt und fast gänzlich nach unten und nur wenig nach aussen schaut, werde ich der leichteren Orientirung wegen, wie wir es auch beim menschlichen Schläfenbein gewöhnt sind, bei der folgenden Beschreibung der Räumlichkeiten des Mittelohres und der Gehörknöchelchen die Bezeichnungen so wählen, als ob die mediale Paukenhöhlenwand und das Trommelfell sich in einer Verticalebene befänden. Die drei Ränder der Paukengrube sind nach vorn-oben (oralwärts), nach hinten (occipital) und nach unten (medial) und wenig nach vorn gerichtet; am höchsten erhebt sich der untere Rand, während der vordere obere am niedrigsten bleibt. In der hinteren unteren Ecke befindet sich ein Spalt, durch welchen Gefässe und Nerven von der Basis cranii her in die Paukenhöhle eintreten. In der vorderen Ecke entsteht durch die Umstülpung des unteren (medialen) Randes ein kleines Grübchen. Am wichtigsten

ist die obere Ecke, wo sich durch das Zusammentreten und die Umstülpung des hinteren (occipitalen) und des vorderen oberen (oralen) Randes ein Recessus epitympanicus bildet, der den grössten Theil der Gehörknöchelchen, das Vorhofsfenster und den Facialiskanal aufnimmt. Derselbe ist durch eine bindegewebige Scheidewand von der eigentlichen Paukenhöhle getrennt und communicirt mit derselben nur durch eine im vorderen Theil des Cavum tympani gelegene Oeffnung. Von der hinteren (occipitalen) Wand des Recessus führt in der Richtung nach hinten, innen und etwas nach unten ein weiterer Kanal in die obere Schädelgrube (entsprechend der menschlichen hinteren Schädelgrube), in dessen medialer Wand sich die Fenestra cochleae befindet. Bei der Beschreibung des oberen Paukenhöhlenraumes werde ich auf diese eigenartige Localisation des Schneckfensters noch zurückkommen.

#### a) Der Annulus tympanicus und die Membrana tympani.

Während der Annulus tympanicus beim Menschen und den meisten Säugethieren (eine Ausnahme macht das Schläfenbein von *Pteropus edulis*, *Phocaena phocaena* und *Erinaceus*) sich in den späteren Lebensjahren sowohl medianwärts als auch lateralwärts stark entwickelt — nach innen zum knöchernen Abschluss des Mittelohres beitragend, nach aussen allein oder in Verbindung mit dem Os squamosum den Meatus auditorius externus osseus bildend — bleibt der Trommelferring des Ameisenigels auf der anfänglichen Entwicklungsstufe stehen und verharrt in diesem Zustand während des ganzen Lebens (cf. Tafel XXI, Fig. 3a und b). Er liegt fast vollständig horizontal, und das in ihm ausgespannte Trommelfell schaut nach unten und nur ganz wenig nach aussen. Der Annulus tympanicus stellt einen oben (lateralwärts) offenen, annähernd ovalen Ring dar, dessen spitzeres Ende vorn-unten (innen) liegt; die Lücke in der oberen Partie hat eine Breite von 2,7 mm. Der von hinten-oben (aussen) nach vorn-unten (innen) verlaufende Längsdurchmesser misst 6,3 mm, der senkrecht auf demselben stehende Querdurchmesser 5,7 mm. Der vordere Schenkel verläuft etwas geradliniger als der hintere. Man kann an dem Ringe eine laterale und eine mediale (eigentlich eine obere und untere) Wand unterscheiden, die eine nach dem Centrum des Ovals offene, zur Befestigung des Trommelfells dienende Furche einschliessen. Die Breite dieses Sulcus ist am vorderen Schenkel erheblich grösser als am hinteren, sie nimmt von den oberen Enden beider Schenkel allmählich nach unten zu, so dass die Furche an dem vorderen unteren Pole die grösste Weite aufweist. An dem hinteren Schenkel ist die laterale Wand des Sulcus gerade so breit wie die mediale, so dass bei der Besichtigung von aussen die letztere von der ersteren vollständig gedeckt wird. An dem vorderen Schenkel verbreitert sich die mediale Wand, während die laterale schmaler wird, es lässt sich daher hier die laterale Fläche der inneren Wand zum grossen Theil frei überblicken. Beide Wände dieses Schenkels nehmen nach dem oberen Ende zu allmählich an Breite ab, ihre Ränder treten dichter zusammen und vereinigen sich schliesslich in einer Spitze (Spina tympanica anterior). An dem hinteren Schenkel zeigt sich etwa  $1-1\frac{1}{2}$  mm unterhalb des oberen Endes eine mächtige, kolbige Verbreiterung beider Sulcuswände; oberhalb dieser Verbreiterung laufen dieselben unter starker Verjüngung ihrer Breitendurchmesser in eine scharfe Spitze aus. Der Annulus tympanicus, welcher in seiner hinteren oberen Partie mit dem Tubenknorpel in Zusammenhang steht, ist hinten und unten mit den angrenzenden Knochen theilen der Paukenhöhle, nach vorn und zum Theil nach oben mit dem Hammer (Processus longus) bindegewebig verbunden. Die Pars tensa des Trommelfells ist von der Pars flaccida durch eine vorspringende bindegewebige Falte abgegrenzt. Die Pars flaccida besteht, wie ESCHWEILER<sup>1)</sup> nachgewiesen hat, nicht wie beim Menschen

1) Zur vergleichenden Anatomie der Muskeln und der Topographie des Mittelohres verschiedener Säugethiere. Arch. f. mikr. Anatomie u. Entwicklungsgesch. Bd. LIII, 1899.

aus Mucosa und Gehörgangscutis, sondern aus musculären Elementen, die theils circular, theils radiär zum Trommelfell angeordnet sind. Die Membrana tympani setzt sich wie bei den übrigen Säugethieren aus einem Stratum cutaneum, einer Membrana propria und einem Stratum mucosum zusammen.

#### b) Die Gehörknöchelchen.

(Taf. XXI, Fig. 3.)

Der Hammer des Ameisenigels weist im Verhältniss zu den beiden übrigen Gehörknöchelchen ausserordentlich grosse Dimensionen auf; durch die laterale Kante seines Griffes ist er an dem Trommelfell, durch den sehr stark ausgebildeten Processus folii an dem vorderen Schenkel des Annulus tympanicus befestigt; sein Kopf ist an der oberen Partie der hinteren Fläche mit dem Amboss verbunden und ausserdem durch Ligamente am Felsenbein fixirt. Man kann einen Kopf, einen Griff, einen Processus longus und einen Processus brevis unterscheiden. Der Kopf wird gebildet durch eine vierkantige Knochenplatte, deren Ecken vorn, oben, hinten und unten liegen und deren Kanten nach vorn-oben (1,6 mm lang), nach hinten oben (1,8 mm lang), nach hinten (2,5 mm lang) und nach vorn unten (4,2 mm lang) schauen. Die vordere obere Kante schliesst mit der hinteren oberen einen fast gestreckten Winkel, die hintere obere mit der hinteren einen stumpfen Winkel ein, während die vordere untere Kante mit der vorderen oberen und der hinteren einen spitzen Winkel bildet. Die den Hammerkopf darstellende Knochenplatte liegt nicht in einer Ebene, sondern sie tritt in ihrer vorderen Gegend etwas lateralwärts aus derselben heraus und buchtet sich in der centralen und hinteren Gegend medialwärts etwas vor; ausserdem schlägt sich die vordere Ecke leicht medialwärts um. In der oberen Hälfte der medialen Wand, an welcher der Amboss seine Befestigung findet, ist die Fläche des Hammerkopfes rau.

Von der am weitesten nach unten gelegenen Partie der vorderen unteren Kante erstreckt sich der Hammergriff nach abwärts und vorn; die Längsaxe desselben verläuft demnach im Trommelfell, nicht wie beim Menschen von vorn-oben nach hinten-unten, sondern von hinten-oben nach vorn-unten. In seinem oberen, an den Kopf angrenzenden Verlauf zeigt das Manubrium mallei eine hintere und vordere Fläche und eine laterale und mediale Kante, von der Mitte an jedoch erfährt es eine von aussen nach innen gerichtete Compression; diese untere spatelförmig abgeplattete Hälfte ist an ihrem unteren Ende leicht lateralwärts umgekrümmt. Die Länge des Hammergriffes beträgt ca. 3 mm; seine Längsaxe liegt annähernd in derselben Ebene, wie die Axe des Kopfes. An der Grenze zwischen Hammergriff und Kopf erhebt sich kegelartig der Processus brevis; seine Längsaxe steht nicht senkrecht auf der Basis, sondern ist schräg nach vorn gerichtet.

Von ihrem oberen Ende sendet die vordere untere Kante des Hammerkopfes nach vorn und unten den gewaltigen Processus longus, derselbe verläuft annähernd parallel dem Hammergriff, liegt aber nicht in derselben Ebene wie der letztere, sondern tritt mit seinem vorderen unteren Ende mehr lateralwärts hervor als die Superficies umbilicalis des Hammergriffes. Durch das Auseinandertreten der medialen und lateralen Platte des Kopfes wird die vordere untere Kante in einen Sulcus umgewandelt, der sich noch eine kurze Strecke lang auf den Processus folii fortsetzt; im Uebrigen besteht der lange Hammerfortsatz bei *Echidna hystrix* nicht aus einem massiven Knochen, sondern aus einer nach innen offenen und nach unten sich erweiternden Furche mit einer breiten hinteren und einer schmaleren vorderen Wand, er legt sich in dem ersten Theile seines Verlaufes nach vorn-unten tangential an den vorderen Schenkel des Annulus tympanicus an; alsdann biegt er direct nach vorn um und läuft in eine scharfe Spitze aus.

Der Amboss (cf. Tafel XXI, Fig. 3 a und c), welcher durch ein kleines dreiseitiges Knochenplättchen repräsentirt wird, liegt mit seiner ganzen lateralen Fläche der vorderen oberen Partie der

medialen Wand des Hammerkopfes auf. Er befindet sich nicht in einer Ebene, sondern folgt in seiner Form der Configuration der entsprechenden Gegend des Kopfes, in dem er sich leicht convex nach aussen vorwölbt. Die Verbindung zwischen Hammer und Amboss stellt kein eigentliches Gelenk dar, sondern ist, wie man sich an histologischen Schnitten (Taf. XXI, Fig. 5 und 6) überzeugen kann, als eine Syndesmose zu bezeichnen. Eine Beweglichkeit des Hammers oder des Ambosses für sich dürfte bei dieser festen Verbindung kaum im Bereich der Möglichkeit liegen. Die Kanten des Ambosses schauen nach vorn-oben, nach hinten-oben und annähernd genau nach unten. Die hintere obere Kante verläuft in einer flach nach hinten-oben concaven Linie und bildet mit der vorderen oberen Kante eine scharfe Ecke. Die Ecke, an der die vordere obere und die untere Kante zusammentreffen, ist abgerundet. An der Ecke, in welcher sich die hintere obere und die untere Kante vereinigen, entwickelt sich ein kurzer, medialwärts gerichteter Fortsatz für die Verbindung mit dem Stapes. Der Amboss ist ähnlich wie der Hammerkopf ligamentös in dem Felsenbein befestigt.

Der Steigbügel (Taf. XXI, Fig. 3e) stellt ein ausserordentlich feines, rundliches Säulchen dar, das an seinem lateralen Ende eine Verdickung als Köpfchen aufweist und nach innen zu auf einer verhältnissmässig grossen Fussplatte steht; die Länge der Columella beträgt etwa 1,25 mm, der Durchmesser der annähernd kreisrunden Fussplatte ca. 1,0 mm. In Bezug auf die Dimensionen des Stapes kann ich nach den angeführten Maasszahlen ESCHWEILER nicht beistimmen, der die Ansicht äussert, der Steigbügel sei im Verhältniss zu den übrigen Gehörknöchelchen beim Ameisenigel „sehr stark entwickelt“, er ist im Gegentheil sowohl relativ, besonders wenn man ihn mit dem Hammer vergleicht, als auch absolut als ein ganz besonders kleines Knöchelchen zu betrachten. Die irrthümliche Meinung ESCHWEILER's resultirt, wie ich glaube, daraus, dass er bei seinen mikroskopischen Frontalschnitten den Stapes in der Längsrichtung, die flache Ambossplatte dagegen auf Querschnitten und den Hammer ebenfalls wahrscheinlich nur auf Schrägschnitten getroffen vor Augen hatte. Die Columella, welche aus der Spitze eines sich auf der Fussplatte aufbauenden flachen Kegels heraustritt, steht senkrecht auf der letzteren; da der Musculus stapedius fehlt, ist auch keine Spur eines Sehnenansatzes zu sehen. Auch die Verbindung zwischen dem Stapesköpfchen und dem Fortsatz des Ambosses stellt kein eigentliches Gelenk dar; eine Gelenkspalte ist nicht vorhanden, sondern es besteht zwischen den beiden Gehörknöchelchen, wie aus der Zeichnung (Taf. XXI, Fig. 7) ersichtlich ist, eine knorpelig-fibröse Befestigung.

### c) Die mediale Paukenhöhlenwand und der Recessus epitympanicus.

Die relativ grosse innere Wand der Paukenhöhle liegt nicht in einer Ebene, sondern weist bedeutende Niveaudifferenzen auf; während sie sich in der vorderen oberen Gegend medianwärts hineinbuchtet, wölbt sie sich in der centralen und hinteren Partie in mässigem Grade nach aussen vor und bildet hier ein flaches Promontorium; das letztere senkt sich nach vorn-unten herab in die oben erwähnte kleine Grube und fällt nach hinten-unten steil ab zu der zwischen der hinteren und unteren Umrandung frei bleibenden tiefen Knochenspalte. Ein grosser Theil der medialen Wand, besonders in deren unterer Hälfte, wird bedeckt von dem flach sich ausbreitenden, vom unteren Rande entspringenden Musculus tensor tympani, dessen Fasern die Richtung von unten nach vorn-oben nehmen. Die aus dem Muskel hervorgehende Sehne verläuft in der bindegewebigen Scheidewand, welche die Paukenhöhle von dem Recessus epitympanicus trennt, und befestigt sich an der hinteren unteren Ecke der medialen Wand des Hammerkopfes. Nach den Untersuchungen ESCHWEILER's ist der Musculus tensor tympani ein ausschliesslich auf den Felsenbeinbauch beschränkter Muskel, der mit der Tuba Eustachii in keinerlei Verbindung steht. Die eigentliche Paukenhöhle ist von dem nach oben und hinten zu gelegenen Recessus epitympanicus, wie schon oben

erwähnt, getrennt durch eine bindegewebige Scheidewand, die sich von dem oberen Rande der Pars tensa des Trommelfells nach der medialen Wand hinüberspannt; ausser diesem häutigen Septum trägt in dem vorderen Theil der untere Rand des Hammerkopfes und in geringem Maasse auch noch der Processus longus zur Trennung der beiden Hohlräume mit bei. Die mediale Paukenhöhlenwand ist gegen die innere Wand des oberen Paukenhöhlenraumes abgesetzt durch einen nach vorn-unten concaven, knöchernen Rand. Unterhalb der Mitte des Randes befindet sich ein etwa  $1\frac{1}{2}$  mm langes und 1 mm breites Loch, durch das man mit der Haarsonde in einen Kanal hineingelangt, der im innern Gehörgang mündet; es ist dieser Defect eine Dehiscenz in dem in dieser Gegend verlaufenden Canalis Fallopii.

Während die mediale Wand des Recessus epitympanicus dem Os petrosum angehört, wird das Dach desselben und der obere Theil der lateralen Wand durch den Processus zygomaticus ossis squamosi gebildet; den unteren Abschluss nach aussen übernimmt die Membrana flaccida des Trommelfells. In der medialen Wand des Recessus verläuft in einer nach hinten-unten offenen Rinne der Nervus facialis, er durchzieht den Raum in einem nach hinten-unten concaven Bogen und tritt durch eine kreisrunde, etwa 1 mm im Durchmesser haltende Oeffnung der hinteren oberen Wand an die äussere Schädeloberfläche (cf. Tafel XXI, Fig. 4). Sein Halbkanal scheidet im Recessus einen oberflächlicher gelegenen vorderen oberen Theil, dessen Niveau der lateralen Wand des Kanals entspricht, von einem tiefer gelegenen hinteren unteren Theil, der in derselben Ebene liegt wie die mediale Wand der Facialisrinne. In dieser tiefer gelegenen Partie befindet sich dicht an dem die mediale Paukenhöhlenwand von der medialen Recessuswand abgrenzenden, oben erwähnten Knochenrande das Vorhofsfenster. Dasselbe hat eine ziemlich oberflächliche Lage, so dass man kaum von einer Fensternische sprechen kann. Seine Gestalt ist annähernd die einer Ellipse, deren 1,3 mm messender Längsdurchmesser von unten-hinten nach oben-vorn verläuft und dessen Querdurchmesser eine Länge von ca. 1,0 mm aufweist; der vordere untere Fensterrand erscheint etwas abgeflacht. Die Steigbügelfussplatte ist ligamentös mit dem Fensterrahmen verbunden.

An der Stelle, wo der Halbkanal für den Nervus facialis sich umwandelt in den geschlossenen Kanal, etwa  $1\frac{1}{2}$  mm vor dem vorderen Rande der Fenestra vestibuli, zweigt sich in der Richtung nach innen-oben und vorn, das Schläfenbein durchbohrend, ein Kanal ab, der im Schädelinnern in einer zunächst sehr tiefen Furche nach aufwärts weiter verläuft und zur Aufnahme eines Gefässes dienen dürfte. Ueber die Kopfarterien bei den Mammalia ist im vorigen Jahr in den Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien eine vortreffliche, ausführliche Arbeit von TANDLER<sup>1)</sup> erschienen, in welcher besonders auch der interessante Verlauf der Paukenhöhlengefässe eine eingehende Würdigung findet. Unter der Arteria stapedia ist nach diesem Autor die aus der Carotis interna stammende, beim Embryo die Stapesanlage durchbrechende, späterhin zwischen den Stapes-Schenkeln durchziehende Arterie zu verstehen, gleichgültig, ob diese im speciellen Falle vollständig erhalten, rudimentär geworden oder abschnittsweise verschwunden ist. An der Arteria stapedia werden 2 Aeste, ein Ramus superior und ein Ramus inferior, unterschieden, von denen der erstere für die Entwicklung der Arteria meningea media und der Orbitalvenen von Bedeutung ist, während der Ramus inferior die Arteria maxillaris interna aufbauen hilft. TANDLER hat den Verlauf der arteriellen Kopfgefässe bei einem oder mehreren Repräsentanten fast sämtlicher Säugethierordnungen erforscht; während ihm für seine Untersuchungen an den Monotremen ein Kopf von *Ornithorhynchus paradoxus* zur Verfügung stand, konnte er wegen Mangels an Material bei *Echidna* nur die Untersuchungsergebnisse HYRTL's reproduciren und aus denselben seine Schlüsse ziehen. Nach der Beschreibung HYRTL's gelangt er dabei zu folgendem Resultat: „Bei *Echidna* ist der proximale

1) JUL. TANDLER, Zur vergleichenden Anatomie der Kopfarterien bei den Mammalia. Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Bd. LXVII, Wien 1899.

Abschnitt der Arteria stapedia völlig geschwunden; dagegen wurde der distale Theil des Ramus inferior der Arteria stapedia unverändert von der Carotis externa übernommen. Der Ramus superior ist secundär über die Schläfenpyramide hinweg mit der aus der Arteria occipitalis stammenden Arteria mastoidea in Verbindung getreten; das eigenthümliche Verhältniss schliesst direct an das bei den Edentaten häufig vorkommende Verhalten an.“

Der Verlauf des oben beschriebenen Kanales, der, das Felsenbein durchbohrend, von dem Recessus epitympanicus in das Endocranium übertritt, legte mir nun den Gedanken nahe, dass ausser den von HYRTL beschriebenen Arterien noch ein anderer Ramus superior vorhanden sei, der sich in der Paukenhöhle vielleicht von einem doch vorhandenen stapedialem Gefäss abzweigt. Die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins dieses Ramus superior schien mir um so grösser, als ich mich erinnerte, dass sich fast genau an derselben Stelle wie bei *Echidna* auch bei *Erinaceus europaeus* der Ramus superior der Arteria stapedia abzweigt und in analoger Weise zum Endocranium zieht. Da mir ein injicirtes Präparat leider nicht zur Verfügung stand, habe ich mit Herrn Dr. TANDLER über diese Angelegenheit correspondirt und ihn unter Hinweis auf den beschriebenen Kanal, der, wie ich später fand, ebenfalls bei *Ornithorhynchus* vorhanden ist, gebeten, die Lösung der Frage über den Inhalt dieses Kanales in die Hand nehmen zu wollen. Ueber die gewonnenen Untersuchungsergebnisse, welche mir Herr College TANDLER in freundlichster Weise zur Publikation an dieser Stelle überlassen hat, werde ich bei Beschreibung der medialen Wand des Recessus epitympanicus von *Ornithorhynchus paradoxus* berichten.

In der occipitalen Wand des Recessus erblickt man ausser der Apertura externa canalis facialis (Foramen faciale) noch eine zweite Oeffnung, die in einen weiten Kanal hineinführt, welcher in der Richtung nach hinten, innen und wenig nach unten zu der oberen Schädelgrube zieht. Nahe dem der Paukenhöhle zugewendeten Ende dieses Kanales, und zwar in der medialen Wand desselben, befindet sich die Nische des Schneckfensters, auf deren Form und Gestalt ich bei der Beschreibung des Corrosionspräparates noch zurückkomme. Es existirt also bei *Echidna hystrix* eine weite knöcherne Communication zwischen dem Mittelohr und der oberen Schädelgrube. Der genaue Inhalt dieses Kanales lässt sich nur durch histologische Schnitte, die von anderer Seite ausgeführt werden sollen, feststellen. Nach der makroskopischen Untersuchung ist es mir in hohem Grade wahrscheinlich, dass der Aquaeductus cochleae in demselben verläuft und dass er ausserdem vielleicht venöse Gefässe enthält, welche den Venen entsprechen, die beim Menschen den Inhalt des COTUGNO'schen Kanales und des Canalis aquaeductus cochleae accessorius secundus (SIEBENMANN) ausmachen. Der letztere Kanal, welcher zuerst von BEZOLD<sup>1)</sup> gesehen und später von SIEBENMANN<sup>2)</sup> an einer Reihe von Metallcorrosionspräparaten bestätigt worden ist, stellt bekanntlich beim Menschen eine feine Verbindung zwischen der Paukenhöhle und der hinteren Schädelgrube her; er erinnert seinem Verlauf nach am meisten an den bei *Echidna hystrix* vorhandenen weiten Kanal. Den zweiten accessorischen Kanal des Schneckenaquäducts konnte SIEBENMANN beim Menschen an der Hälfte seiner Präparate nachweisen; derselbe mündete an der hinteren medialen Kante der Schneckfensternische und verlief in einigen Fällen als selbständiger Kanal zur Apertura externa aquaeductus cochleae, bei 2 Präparaten jedoch zweigte er sich, wie es auch von BEZOLD beobachtet worden war, von der Mitte des COTUGNO'schen Kanales ab, um von hier aus für sich zu der Schneckfensternische zu ziehen.

Die Länge des beim Ameisenigel das Mittelohr mit der oberen Schädelgrube verbindenden weiten Kanales, für den ich die Bezeichnung Canalis cranio-tympanalis (cf. Tafel XXI, Fig. 1 und 2) vorschlagen möchte, beträgt ca. 6,5 mm, bei einer Weite von 1—2 mm. Er ist beim lebenden Thier an seinem tympanalen

1) BEZOLD, Die Corrosionsanatomie des Ohres, München 1882.

2) SIEBENMANN, Die Corrosionsanatomie des knöchernen Labyrinths des menschlichen Ohres, Wiesbaden 1890.

Ende membranös geschlossen. Sein dem oberen Paukenhöhlenraum nahe liegender Theil, der ein nach aussen und oben vorgebuchtetes Diverticulum aufweist, wird von IBSEN als Antivestibulum beschrieben und mit dem gleichnamigen Raume bei den Vögeln verglichen. In der vorderen Hälfte seines Verlaufes weist der Kanal ein nach aussen und unten gerichtetes, etwa 2 mm langes und  $1\frac{1}{2}$  mm breites Fenster auf, und kurz vor seinem Eintritt in die Schädelhöhle sendet er einen kurzen, etwa 1 mm weiten Kanal nach oben an die äussere Schädeloberfläche (Taf. XXI, Fig. 1). Jedoch ist die Grösse und die Zahl der Oeffnungen in diesem Kanal, (wie ich mich an anderen Präparaten überzeugen konnte, variabel; sie dienen zum Durchtritt der drei letzten Gehirnnerven und der Vena jugularis.

#### Die Tuba Eustachii.

Wie bei *Pteropus edulis* und *Erinaceus europaeus* fehlt auch beim Ameisenigel eine Tuba Eustachii ossea; die Ohrtrumpete wird hier durch eine knorpelig-fibröse Röhre dargestellt, welche im Gegensatz zu allen anderen von mir untersuchten Säugethier-Gehörorganen nicht im vorderen Theil, sondern in der unteren Gegend der hinteren Umgrenzung der Paukenhöhle, und zwar dicht über der hinteren unteren Paukenhöhlenecke in das Mittelohr eintritt. Ihr Verlauf ist nicht, wie beim Menschen, nach vorn-innen und unten, sondern nach hinten-innen und etwas nach unten gerichtet. Nach den Untersuchungen ESCHWEILER's ist die Tube nur in ihrer distalen Hälfte von Knorpel umgeben, der sich aus mehreren Stücken zusammensetzt und sich auf der lateralen Seite der Röhre stärker entwickelt hat als auf der medialen.

### 3. Das innere Ohr.

Die Untersuchungsergebnisse am inneren Ohr des Ameisenigels sind zum grössten Theile gewonnen worden an einem Metallcorrosionspräparat, welches in ähnlicher Weise, wie es SIEBENMANN in seiner Corrosionsanatomie des inneren Ohres angiebt, angefertigt wurde. Nach gründlicher Maceration im Brutapparat wurden sämtliche Oeffnungen des gut ausgetrockneten Schläfenbeins mit Ausnahme des Meatus auditorius internus mit Leinwand überzogen. Der Canalis Fallopii wurde an der Stelle, wo der Nerv in der Paukenhöhle zu Tage tritt, verschlossen. Auch die Paukenhöhlenöffnung des vom Recessus epitympanicus zur oberen Schädelgrube ziehenden Canalis cranio-tympanalis erhielt einen Leinwandüberzug, so dass die Füllung dieses Kanales nur von der Fenestra cochleae aus erfolgen konnte. Als Eingussöffnung diente der innere Gehörgang, in welchem der aus Carton angefertigte und mit Leinwand überzogene, etwa 10 cm lange Trichter fest eingeleimt wurde. Als Ausgussmasse habe ich das WOOD'sche Metall verwendet, dessen einzelne Ingredientien (100—160 Gewichtstheile Wismuth, 40 Theile Zinn, 80 Theile Blei und 30—40 Theile Cadmium) ich mir in einer Gelbgiesserei zusammenschmelzen liess; es ermässigte sich dadurch der Preis von 16 Mark für das Kilogramm des käuflich fertigen WOOD'schen Metalles auf weniger als 10 Mark. Bekanntlich bedient man sich des WOOD'schen Metalles zum Ausgiessen knöcherner Hohlräume, weil es bereits bei 65° aus dem festen in den flüssigen Aggregatzustand übergeht. Da das flüssige Metall beim Einguss den durch den Leinwandüberzug bewirkten schwachen Verschluss durchbrechen würde, wird das ganze Präparat eingegypst, der Gypsklotz vorsichtig getrocknet und vor dem Beginn des Eingiessens im Trockenofen auf 70—100° erwärmt. Nachdem das im heissen Wasserbade flüssig gemachte Metall durch den Trichter in breitem Strom hineingeschüttet ist, stellt man das Präparat direct in kaltes Wasser, wodurch die Ausgüsse glattwandiger und glänzender werden. Die Gypshülle wird darauf entfernt und der Knochen durch das von SIEBENMANN angegebene Kalilauge-Salzsäureverfahren corrodirt. Das Präparat wird dabei zunächst mit 10-proc. Kalilauge überschüttet und 14 Tage lang bei einer Temperatur von 50° C in den Brutapparat gestellt. Darauf wird die Lauge abgesondert, der Ausguss zunächst mit warmem und dann

mit kaltem destillirtem Wasser abgespült und schliesslich mit einer möglichst kalten Mischung von 6 Theilen Wasser und 1 Theil reiner Salzsäure übergossen. In wenigen Stunden lösen sich nach dem Uebergiessen mit der Salzsäure die anorganischen Theile des Knochens, dem die organischen Bestandtheile durch die Kalilauge vorher entzogen worden sind, unter Kohlensäureentwicklung auf. Ist nach vierstündiger Säureeinwirkung das Corrosionspräparat noch nicht völlig vom Knochen befreit, so muss die Kalilaugebehandlung für einige Tage wiederholt und die Salzsäure in derselben Weise noch einmal in Anwendung gebracht werden. Nach diesem Verfahren ist es mir gelungen, ein brauchbares, sämtliche Räume des inneren Ohres von *Echidna* umfassendes Metallcorrosionspräparat herzustellen. Da man so kleine Präparate nicht gut auf Nadeln aufstecken kann, habe ich den Ausguss mittelst Syndetikons auf einer in einem durchsichtigen Glaskästchen drehbar angebrachten Glasplatte befestigt, auf welcher man es von allen Seiten besichtigen kann.

#### Der Meatus auditorius internus und der Canalis Fallopii.

Der innere Gehörgang nimmt bei *Echidna hystrix* die Richtung von hinten nach vorn-aussen und wenig nach oben; sein Querschnitt hat annähernd die Form einer Ellipse, deren innerer Rand etwas abgeflacht erscheint. Die von unten nach oben verlaufende Längsaxe des Querschnittes hat eine Länge von ca. 2,5 mm, während sein Querdurchmesser etwa 1,8 mm misst. Der Eingang in den Meatus liegt nicht in einer Ebene, da die innere Umrandung, welche einen nach hinten concaven Bogen beschreibt, besonders in ihrer mittleren Partie erheblich weiter nach vorn tritt als der äussere Rand. In Folge dessen beträgt die Länge des inneren Gehörganges an der lateralen hinteren Wand ca. 3,5 mm, an der medialen vorderen Wand nur ca. 2,25 mm. Im Fundus meati auditorii interni ist oben-vorn das scharf umrandete Loch, durch welches der Nervus facialis den inneren Gehörgang verlässt, durch eine Crista falciformis von der unteren Hälfte, aber auch gegen die hintere Partie der oberen Hälfte abgegrenzt. Nach hinten-oben von dem Loch für den Nervus facialis befinden sich am Grunde einer grubigen Vertiefung mehrere feine Oeffnungen für den Durchtritt des Ramus utricularis (Area cribrosa superior). In der vorderen Partie der unteren Hälfte bemerkt man nach vorn und unten zu eine grössere Oeffnung und lateralwärts und nach hinten von diesem Foramen eine grosse Anzahl feinsten Oeffnungen (Tractus spiralis foraminulentus), durch welche der Nervus cochleae und der Nervus sacculi sich zur Schnecke resp. zum Sacculus begeben. Oberhalb der unteren Hälfte des Fundus tritt (an der hinteren lateralen Wand) noch ein Loch zu Tage, welches, an der oberen Umgrenzung des Tractus foraminosus gelegen, einem für die Ampulle des hinteren Bogenganges bestimmten Ramus zur Aufnahme dient. Derselbe tritt von unten her an der Grenze zwischen Sacculus und Ampulle an die Ampulla posterior heran. An dem Corrosionspräparat (Taf. XXI, Fig. 2) sind die Ausgüsse des Tractus foraminulentus, des Ramus utricularis und des Ramus ampullae posterior gut gelungen. Der Ramus sacculi, welcher von unten her an den Sacculus herantritt, ist an dem Corrosionspräparat wegen des darüber liegenden Gehörgangsausgusses nur schwer zu sehen und ist auf der Zeichnung nicht mit zur Darstellung gelangt. Direct vom Meatus auditorius internus in besonderen Kanälchen zu den Ampullen des äusseren und oberen Bogenganges hinziehende Nervenzweige sind bei *Echidna hystrix* scheinbar nicht vorhanden. Mit dem Ausguss des inneren Gehörganges stand eine vielfach durchlöchernte Platte in Verbindung, die als Ausguss flacher pneumatischer Hohlräume aufzufassen ist. Dieselben erstreckten sich von hinten nach vorn und communicirten mit dem Meatus an dessen innerer vorderer Wand, dicht am Porus acusticus internus. Der Verlauf des Nervus facialis erfolgt bis zu seinem Knie in einem sanften, nach innen-oben convexen Bogen in der Richtung nach vorn und wenig nach aussen und oben. Die Entfernung vom Porus acusticus internus bis zu dieser Abbiegungsstelle beträgt 5—6 mm. In seinem weiteren Verlauf wendet sich der Facialiskanal von seiner bisherigen Richtung unter einem stumpfen Winkel nach oben-aussen und hinten

ab und erreicht die Paukenhöhle in einem geschlossenen Kanal. Bevor er im Recessus epitympanicus den letzteren verlässt, um, in seinem nach hinten-unten offenen Halbkanal weiter verlaufend, durch ein rundliches Loch (Foramen faciale) in der hinteren oberen Wand des oberen Paukenhöhlenraumes an die äussere Schädeloberfläche herauszutreten, weist er in seiner äusseren Wand den oben beschriebenen Defect auf. Dicht oberhalb der Stelle, wo der Canalis Fallopii in den Halbkanal übergeht, befindet sich eine Oeffnung; diese Oeffnung führt in den oben beschriebenen Kanal, welcher in einem nach innen concaven Bogen nach vorn-innen zu der mittleren Schädelgrube hinzieht. Wir haben hier demnach eine zweite, relativ weite directe knöcherne Communication zwischen Cavum tympani und Endocranium vor uns.

#### Die Cochlea und der Aquaeductus cochleae.

Die Endorgane des Nervus acusticus breiten sich bei *Echidna* nicht wie bei den übrigen Säugethieren in einem schneckenartigen Hohlraum, sondern in einer gekrümmten Röhre aus, deren Längsaxe einen Bogen von ca. 180° beschreibt. Das die Cochlea darstellende cylindrische Rohr verläuft vom Vestibulum aus zunächst in sanftem, nach vorn concavem Bogen nach innen und abwärts, biegt dann aber kurz vor seinem unteren Ende annähernd senkrecht zu seiner Anfangsrichtung nach vorn um. Die Längsaxe misst ca. 7,5 mm. Der Querschnitt der Schnecke erscheint oval mit nach vorn gerichtetem, spitzerem Ende; die Längsaxe des Querschnittes, die während des ganzen Verlaufes ungefähr gleich bleibt, ist ca. 2 mm lang; die Länge seiner Queraxe dagegen verjüngt sich etwas nach unten zu, sie beträgt oben etwa 1,8 mm und nimmt nach dem unteren Ende hin bis zu 1,5 mm ab. An der inneren oberen Wand des Schneckenrohres bemerkt man am Corrosionspräparat die zahlreichen feinen Ausgüsse der Oeffnungen des Tractus foraminulentus. Als Ausdruck einer Lamina spiralis secundaria ist an der hinteren Wand des Schneckenkanals, parallel mit der Längsaxe verlaufend, eine relativ tiefe und breite Furche zu constatiren; dieselbe reicht nach abwärts nur bis zu der Stelle, wo der Kanal nach vorn umbiegt. In der oberen Partie der hinteren Wand des Schneckenrohres, direct vor dem Uebergang in das Vestibulum befindet sich die Oeffnung für die Nische der Fenestra cochleae. Dieselbe hat die Form eines kurzen cylindrischen Kanälchens, dessen Querschnitt sich nach dem Heraustreten aus der Schnecke erweitert, um vor dem Uebergang in den oben beschriebenen, vom Recessus epitympanicus zur oberen Schädelgrube führenden Kanal wieder kleiner zu werden. Das Schneckenfenster des Ameisenigels hat ebenso wie der Schneckenaquäduct dieses Thieres im Laufe der Jahre ein sehr eigenthümliches Schicksal erfahren; nachdem dasselbe von J. F. MERKEL und E. HOME zuerst gesehen und beschrieben war, wurde sein Vorhandensein von HYRTL auf das entschiedenste in Abrede gestellt. HYRTL führt aus, dass die Cochlea von *Echidna hystrix* auf ein einfaches Diverticulum am Vestibulum reducirt sei und dass sowohl die doppelte Scala als auch die Fenestra cochleae und der Schneckenaquäduct nicht vorhanden seien. Obgleich bald nach dem Erscheinen der HYRTL'schen Monographie über das innere Gehörorgan der Säugethiere durch IBSEN<sup>1)</sup> die in dieser Arbeit enthaltenen irrthümlichen Ansichten über das innere Ohr des Ameisenigels durch Wort und Bild widerlegt wurden, ist die Darstellung HYRTL's doch in sämtliche Lehrbücher über die vergleichende Anatomie des Ohres übergegangen. Es dürfte dies seinen Grund darin haben, dass die Arbeit IBSEN's nur in dänischer Sprache erschienen und deswegen den meisten deutschen Anatomen und Zoologen unbekannt geblieben ist. Nachdem nun vor kurzem durch ESCHWEILER an histologischen Schnitten und durch mich am Corrosionspräparat die Fenestra cochleae bei *Echidna hystrix* als absolut sicher vorhanden nachgewiesen ist, steht zu hoffen, dass seine Existenz für die Zukunft dauernd gesichert ist.

1) I. IBSEN, Anatomiske Undersøgelser over Ørets Labyrinth, Kopenhagen 1846.

Was den *Aquaeductus cochleae* betrifft, der ebenso wie das Schneckfenster von HYRTL irrthümlich als fehlend bezeichnet wurde, so existirt für die Aufnahme desselben ein eigenes, von der Cochlea direct zur oberen Schädelgrube führendes Kanälchen nicht. Wahrscheinlich verläuft er in einem Sulcus resp. einem Halbkanälchen, das sich in seiner mittleren Partie zu einem vollständigen Kanal schliesst und das enthalten ist in dem weiten *Canalis cranio-tympanalis*. An dem Corrosionspräparat (Taf. XXI, Fig. 2) lässt sich der ganze Verlauf dieses Kanals resp. Halbkanals gegen den übrigen Inhalt des die Paukenhöhle mit der Schädelhöhle verbindenden Kanals sehr gut abgrenzen. Die Einmündung in die Schnecke erfolgt an der hinteren Wand derselben dicht an der *Fenestra cochleae*. Die Entscheidung der Frage über den genauen Inhalt des weiten Kanals ist mir an dem makroskopischen Präparate nicht möglich gewesen; dieselbe muss der Untersuchung durch histologische Schnitte überlassen werden.

#### Das Vestibulum und der *Aquaeductus vestibuli*.

Das im Verhältniss zu den übrigen Theilen des Labyrinthes recht kräftig entwickelte Vestibulum liegt bei *Echidna hystrix* nach oben und aussen von dem Schneckrohr. Durch eine stark vorspringende, von hinten-oben nach vorn-unten verlaufende *Crista* entstehen an der medialen unteren Wand des Vorhofes 2 dem *Recessus sphaericus* und *ellipticus* beim Menschen entsprechende Grübchen zur Aufnahme des *Sacculus* und *Utriculus*. Während beim Menschen die *Fenestra vestibuli* die übrigen Oeffnungen im Vestibulum an Ausdehnung erheblich überragt, stehen beim Ameisenigel die Oeffnungen für den Eintritt der relativ sehr weiten Ampullen dem Vorhofsfenster an Grösse nicht nach. Die *Canales semicirculares* treten durch 5 Oeffnungen in das Vestibulum ein; das *Crus commune* tritt an der hinteren Ecke der ungefähr in der Horizontalebene von hinten nach vorn, in schwachem, nach oben concavem Bogen verlaufenden oberen Kante in das Vestibulum; die Ebenen des oberen und hinteren Bogenganges bilden mit einander nicht wie beim Menschen einen nach hinten-aussen, sondern nach vorn-aussen offenen Winkel; aus der vorderen Partie der oberen Kante tritt die Ampulle des oberen Bogenganges heraus. Die Ampulle des hinteren halbzirkelförmigen Kanals mündet von aussen und wenig von hinten in den oberen Theil der hinteren Kante in den Vorhof ein. Dicht unterhalb der Einmündungsstelle für die *Ampulla posterior* begiebt sich in der hinteren oberen Partie der lateralen Wand das *Crus simplex* des äusseren Bogenganges zum Vestibulum, während der Eintritt seines ampullären Schenkels in der hinteren, oberen Gegend der äusseren Vorhofswand erfolgt. Die Mündungsstellen der feinen Verzweigungen des *Nervus sacculi* und des *Nervus utriculi* sind oben beschrieben worden. Die *Apertura interna aquaeductus vestibuli* befindet sich in der hinteren Partie der medialen Wand kurz unterhalb der Einmündungsstelle des gemeinsamen Schenkels; sie stellt einen kleinen, von aussen-oben nach innen-unten flachgedrückten Kegel dar, aus dessen Spitze der Aquäduct heraustritt, um in sanftem, nach unten-innen concavem Bogen in der Richtung nach hinten-innen-oben zur oberen Schädelgrube zu verlaufen. Die *Apertura externa* ist eine schlitzförmige Oeffnung, deren Längsdurchmesser von unten nach oben und etwas nach vorn zieht. Die ganze Länge des in seinem mittleren Theile ausserordentlich engen Kanals beträgt ca. 3 mm.

#### Die *Canales semicirculares*.

Der *Canalis semicircularis superior* (anterior) befindet sich fast genau in der Sagittalebene; er weist eine ziemlich bedeutende Flächenkrümmung auf, indem die Ampulle und der über der Ampulle gelegene Theil des Bogenganges nach aussen, der Scheitel nach innen und das *Crus commune* wiederum etwas nach aussen aus der Bogengangsebene heraustreten, so dass man eine ausgeprägte S-förmige Schlingelung constatiren kann. Er verläuft nicht halbkreisförmig, sondern beschreibt zusammen mit der oberen Vorhofskante

annähernd die Bahn einer Ellipse, deren Längsaxe von hinten nach vorn gerichtet ist. Die kräftig entwickelte Ampulle hat an ihrer medialen Wand eine Länge von ca. 2,5 mm, während die laterale Wand etwas kürzer ist. Die Längsaxe des elliptisch geformten Querschnittes des oberen halbzirkelförmigen Kanals liegt in der Bogengangsebene, während die Queraxe senkrecht auf derselben steht. Sein Lumen erweitert sich von hinten nach vorn (nach der Ampulle) zu allmählich nach allen Richtungen hin. Dicht neben der Austrittsstelle aus dem Crus commune misst die Längsaxe des Querschnittes 0,7 mm, die Queraxe 0,5 mm, kurz vor der Ampulle dagegen 1 mm, resp. 0,8 mm. Auch der Querschnitt der Ampulle hat elliptische Form; die von vorn nach hinten verlaufende Längsaxe ist hier 1,5 mm, die Queraxe 1,25 mm lang. Die Entfernung der Bifurcationsstelle von dem Beginn der Ampulle beträgt 4,7 mm, die Entfernung des Scheitels von der oberen Vorhofskante 2,9 mm. Das Crus commune stellt einen ca. 2,2 mm langen, in der Mitte seines Verlaufes sich etwas verengenden, cylindrischen Kanal dar, dessen annähernd kreisförmiger Querschnitt einen Durchmesser von 1—1,2 mm aufweist; er steigt aus dem Vorhof in der Richtung nach hinten-innen und oben heraus. Der *Canalis semicircularis posterior* ist erheblich kleiner als der obere Bogengang, doch überragt er den letzteren nicht nur relativ, sondern auch absolut an Weite des Lumens; der überall fast gleichmässig grosse elliptische Querschnitt weist eine in der Bogengangsebene liegende Längsaxe von 1,0 mm und einen Querdurchmesser von ca. 0,85 mm Länge auf. Der hintere Bogengang hat die Form eines Halbkreises; die Bifurcationsstelle ist von dem Anfang der Ampulla posterior 3,3 mm, der Scheitel des Bogens vom Vestibulum 2,4 mm entfernt. Die an der hinteren Wand 1,8 mm lange Ampulle tritt, in der Horizontalebene direct von aussen nach innen verlaufend, an die hintere Vorhofskante heran. Der hintere Bogengang liegt nicht genau in einer Verticalebene, sondern er weicht mit seinem Scheitel etwas nach hinten aus derselben heraus. Die Ebenen des oberen und des hinteren halbzirkelförmigen Kanals schliessen einen nach vorn-aussen offenen stumpfen Winkel ein. Auch der hintere Bogengang weist in seinem Verlaufe eine sanfte S-förmige Schlingelung auf. Der äussere Bogengang befindet sich nicht genau in der Horizontalebene, sondern sein vorderer Theil und die Ampulle liegen etwas höher als sein hinterer Schenkel; er zeigt eine mässige Flächenkrümmung, indem sein Scheitel ein wenig aus der Bogengangsebene nach unten heraustritt. Sein Lumen nimmt von der Eintrittsstelle des einfachen Schenkels in die laterale Vorhofswand bis zum Anfang der Ampulle allmählich zu. Die Längsaxe des elliptischen Querschnittes misst am Scheitel des Bogens 1,2 mm, der Querdurchmesser 0,7 mm. Die Entfernung der Einmündungsstelle des Crus simplex vom Beginn der Ampulle beträgt 2,3 mm, die Entfernung des Scheitels vom Vestibulum 2,2 mm. Auch die Ampulle des äusseren Bogenganges ist in Bezug auf Länge und Umfang gut entwickelt; ihre Längsaxe misst 2 mm, und der grösste Durchmesser ihres Querschnittes, der von vorn nach hinten verläuft, hat eine Länge von ca. 1 mm. Die Ebene des *Canalis semicircularis externus* schneidet nicht wie beim Menschen die Ebene des hinteren Bogenganges, sondern liegt unterhalb derselben.

## **Ornithorhynchus paradoxus.**

### **1. Das äussere Ohr.**

Wie bei *Echidna hystrix*, *Erinaceus* und *Pteropus* fehlt auch bei *Ornithorhynchus* ein knöcherner äusserer Gehörgang gänzlich. Der knorpelig-fibröse Gehörgang ist theils am Annulus tympanicus, hauptsächlich aber durch feste Bandmassen am Hyoidbogen befestigt. Nach RUGE geht das Knorpelskelet des Meatus cartilagineus beim Schnabelthier nicht wie beim Ameisenigel aus einer dem Hyoidbogen entstammenden tympanalen Knorpelplatte hervor, sondern die Verbindung zwischen dem zweiten primären

Bogen des Visceralskelets und dem Gehörgang wird bei dem im Wasser lebenden Kloakenthier bewirkt durch zwei starke Bänder und ferner durch Muskeln, welche vom Processus styloideus her an das tympanale Ende des Gehörganges herantreten. Durch die Contraction dieser Muskeln wird eine Verengerung des tympanalen Gehörgangstheiles ermöglicht, die das Hereindringen von Wasser bis an das Trommelfell erheblich erschweren dürfte. Der Gehörgang hat bei dem von mir untersuchten Thier eine Länge von 42,5 mm, ist demnach etwas kürzer als der Meatus auditorius externus von *Echidna hystrix*. Er verläuft vom Trommelfell aus zunächst ventralwärts und wenig nach aussen, wobei seine Längsaxe in derselben Frontalebene verbleibt; dann wendet er sich lateralwärts, um kurz darauf dorsalwärts umzubiegen. Sobald er seine tiefste (am weitesten ventralwärts gelegene) Stelle erreicht hat, tritt er mit seiner Längsaxe aus der Frontalebene, in welcher er sich in dem ersten Theil seines Verlaufes befand, heraus und nimmt die Richtung nach vorn-aussen und schliesslich nach vorn-oben (rostralwärts und dorsalwärts).

Das Skelet des Gehörganges wird bei *Ornithorhynchus* gebildet durch eine von aussen nach innen abgeplattete, vorn offene, relativ dünne Knorpelrinne, deren Ränder vorn membranös geschlossen werden. Die mediale und die laterale Wand lassen nur einen schmalen Spaltraum zwischen sich offen; sehr passend vergleicht RUGE den collabirten Gehörgangsschlauch des Schnabelthiers mit einem venösen Gefäss, während das starrwandigere Gehörgangsrohr des Ameisenigels einer Arterie ähnlich ist. Die einfachen Knorpelplatten, welche als Fortsetzung der medialen und lateralen knorpeligen Gehörgangswand bei *Ornithorhynchus* an die Stelle der Ohrmuschel der höheren Thiere treten, liegen ebenfalls dicht an einander und können nach RUGE durch die an sie herantretenden Muskeln geöffnet und geschlossen werden. Aus der innigen Nachbarschaft des Processus styloideus zu dem tympanalen Abschnitt des Gehörganges, aus dem durch straffe Bindegewebszüge bewirkten engen Zusammenhang zwischen Hyoidbogen und Meatus auditorius externus und endlich aus der musculären Verbindung zwischen diesen beiden Skelettheilen zieht RUGE den Schluss, dass wie bei *Echidna* auch bei dem Schnabelthier der Hyoidbogen als der Mutterboden für das ganze äussere Ohr zu betrachten ist.

## 2. Das Mittelohr.

Soweit ich aus der mir zur Verfügung stehenden Litteratur entnehmen konnte, ist es, abgesehen von den älteren Autoren MECKEL (De Ornithorhyncho), OWEN (Monotremata) und HYRTL (Vergl. anatomische Untersuchungen über das innere Gehörorgan des Menschen und der Säugethiere), RÜDINGER gewesen, der sich zuerst wieder mit der anatomischen Erforschung eines Theiles des Mittelohres vom Schnabelthier beschäftigt hat. In seinen im Jahre 1870 erschienenen „Beiträgen zur vergleichenden Anatomie und Histologie der Ohrtrompete“ hat er festgestellt, dass bei *Ornithorhynchus* eine Tuba Eustachii nicht vorhanden ist. Die Untersuchungsergebnisse RÜDINGER's sind später von ZUCKERKANDL<sup>1)</sup> im Ganzen und Grossen bestätigt worden, der ebenfalls constatiren konnte, dass die Rachenhöhle dieses Thieres frei mit der Paukenhöhle communicirt und dass die Rachenschleimhaut sich continuirlich in die Schleimhaut des Mittelohres fortsetzt. Eine sehr bedeutende Förderung hat im vorigen Jahre unsere Kenntniss von der Anatomie des Schnabelthierohres erfahren durch die sorgfältige Arbeit ESCHWEILER's<sup>2)</sup>, die sich mit der vergleichenden Anatomie der Binnenmuskeln des Ohres sowie mit den äusserst complicirten topographischen Verhältnissen des Mittelohres dieses Thieres eingehend befasst. Ausser der Aufklärung über den Ursprung, den Verlauf und die Insertion des Musculus tensor tympani verdanken wir ESCHWEILER vor allen Dingen

1) ZUCKERKANDL, Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Ohrtrompete. Archiv für Ohrenheilkunde, Bd. XXIII.

2) ESCHWEILER, Zur vergleichenden Anatomie der Muskeln und der Topographie des Mittelohres verschiedener Säugethiere. Archiv für mikroskopische Anatomie und Entwicklungsgeschichte, Bd. LIII, Bonn 1899.

den Nachweis, dass die Rachenhöhle nicht mit der ganzen Paukenhöhle, sondern nur mit einem unteren Abschnitt derselben (Recessus tympanicus pharyngis) in offener Verbindung steht, der von dem oberen und mehr lateral gelegenen Paukenhöhlenraum (Recessus epitympanicus) abgetrennt ist und mit dem letzteren nur durch eine kleine Oeffnung communicirt. Es sei an dieser Stelle noch einmal darauf aufmerksam gemacht, dass auch bei der Beschreibung des Mittelohres und der Gehörknöchelchen von *Ornithorhynchus* die Raumbezeichnungen so gewählt sind, als ob die mediale Paukenhöhlenwand und das Trommelfell in einer sagittalen Ebene lägen; es treten dabei an die Stelle der eigentlich richtigen Bezeichnungen lateral, medial, dorsal, ventral die Bezeichnungen oben, unten, medial und lateral. Der untere Paukenhöhlenraum wird nach aussen und unten begrenzt durch die in einem Annulus tympanicus gespannte Pars tensa des Trommelfelles und den Hammergriff; die sämtlichen übrigen, für die Hörfunktion wichtigen Organe des Mittelohres (Hammerkopf, Amboss, Steigbügel und beide Fenster) befinden sich im Recessus epitympanicus. Die Trennung der beiden Paukenhöhlenräume erfolgt nicht wie bei *Echidna* durch die Ausspannung einer bindegewebigen Membran, sondern wird hauptsächlich durch eine sackuhrförmige Abschnürung bewirkt, welche an der oberen Umrandung der Pars tensa des Trommelfelles durch das Zusammenrücken der Wandungen beider Hohlräume zu Stande kommt. Der Raum an dieser engsten Stelle wird noch weiterhin beschränkt durch die hier verlaufende Tensorsehne und durch Schleimhautduplicaturen; es bleibt nur eine stecknadelknopfgrosse, nahe dem vorderen oberen Trommelfellquadranten liegende Oeffnung (Ostium atticum tympanicum, ESCHWEILER) übrig, durch welche die Communication und Ventilation zwischen beiden Räumen unterhalten wird.

Während der Musculus tensor tympani bei *Echidna* nur einen Felsenbeinbruch aufweist, hat der Trommelfellspanner bei *Ornithorhynchus*, wie ESCHWEILER zuerst nachgewiesen hat, zwei Ursprungsstellen: nämlich einen direct aus der Rachenmuskulatur stammenden Rachenbauch und einen von der Labyrinthwand entspringenden Felsenbeinbauch, die beide mit einer gemeinsamen Endsehne am Hammergriff inseriren.

#### Der Annulus tympanicus und die Gehörknöchelchen.

(Taf. XXII, Fig. 11a, b, c.)

Der Trommelfellring des Schnabelthieres ist mit dem Processus folii des Hammers in ähnlicher Weise, wie dies bei *Pteropus edulis* der Fall ist, fest verwachsen; er stellt einen nach oben (aussen) offenen Halbring dar, welcher vorn und oben geschlossen wird durch den langen Fortsatz des Hammers und die untere Kante des Hammerkopfes. Der Annulus tympanicus ist nicht knöchern, sondern bindegewebig mit dem Os petrosum und Os pterygoideum verbunden. Während sein unterer (medial gelegener) Theil sich stark verbreitert und verdickt, verjüngt sich sowohl der vordere als auch der hintere Schenkel sehr schnell, indem besonders der von vorn nach hinten verlaufende Durchmesser des Querschnittes abnimmt. Zur Befestigung des Trommelfelles dient am Annulus tympanicus eine feine, an der inneren Fläche sichtbare Furche.

Wie bei *Echidna* ist auch der Hammer bei *Ornithorhynchus* im Verhältniss zu den übrigen Gehörknöchelchen als sehr gross zu bezeichnen. Er besteht aus Kopf, Griff und dem langen Fortsatz; ein Processus brevis ist nicht vorhanden. Der Kopf hat die Gestalt eines flachen vierseitigen Knochenstückes, dessen Ecken vorn-unten, hinten-unten, vorn-oben und hinten-oben liegen. Die nach aussen gekehrte Fläche des Kopfes befindet sich nicht in einer Ebene, sondern ihre Ränder springen nach aussen vor, während die centrale Partie nach innen eingesunken erscheint. Von der unteren vorderen Ecke erstreckt sich der lange Fortsatz, von der unteren hinteren Ecke der Hammergriff nach abwärts; beide Fortsätze laufen jedoch nicht wie beim Ameisenigel annähernd parallel, sondern divergiren von ihrer Ursprungsstelle an, indem das

Manubrium mallei fast direct nach abwärts zieht, während der Processus folii die Richtung nach unten und vorn nimmt. Auch beim Schnabelthier treten an der Abgangsstelle des langen Hammerfortsatzes die beiden Lamellen des Hammerkopfes auseinander, und der erstere verläuft als nach vorn und aussen offener Sulcus nach abwärts und vorn, wobei er sich eng an die äussere und hintere Fläche des vorderen Schenkels des Annulus tympanicus anschmiegt und mit demselben verwächst. Die grösste Querschnittsaxe des Hammergriffes, der im Trommelfell in ähnlicher Weise wie beim Menschen befestigt ist, verläuft von vorn nach hinten.

Der Amboss, welcher sich mit seiner lateralen, nach aussen leicht concaven Fläche der medianwärts vorgewölbten inneren Fläche des Hammerkopfes anlegt, erinnert in seiner Form nur wenig an das gleichnamige Knöchelchen der meisten Säugethiere. Er stellt ein flaches Knochenplättchen dar in der Gestalt eines Dreieckes, dessen nach hinten gerichtete Grundlinie nicht geradlinig verläuft, sondern einen schwachen, nach hinten convexen Bogen beschreibt. An seiner vorderen Ecke befindet sich eine nach innen vorspringende Papille, welche der Verbindung mit dem Stapes dient. Zur Verbindung mit dem Schläfenbein springt von der oberen Ecke ein relativ kräftiger Fortsatz nach oben vor; die kräftige Befestigung zwischen dem Schläfenbein und dem Amboss an dieser Stelle ist besonders deutlich zu erkennen in der Zeichnung des histologischen Schnittes durch die Gehörknöchelchen und die angrenzenden Schläfenbeinpartien (Taf. XXII, Fig. 8). Die Befestigung zwischen Hammer und Amboss ist bei *Ornithorhynchus paradoxus* eine andere als bei *Echidna hystrix*; während es sich beim Ameisenigel um eine bindegewebige Verbindung, um eine Syndesmose handelt, wiegt beim Schnabelthier das knorpelige Element vor; nur in der Mitte befindet sich faseriges Bindegewebe. Ferner wurde bei *Ornithorhynchus* eine deutlich sichtbare Gelenkspalte (Taf. XXII, Fig. 8 und 9) constatirt, die ich bei *Echidna* nicht wahrnehmen konnte; sehr schön sieht man bei der starken Vergrösserung des mikroskopischen Schnittes den Uebergang des Knorpels in den Knochen.

Der Steigbügel, welcher wie beim Ameisenigel aus einer Fussplatte, einer Columella und einem Köpfchen besteht, ist mit dem Amboss knorpelig verbunden (Taf. XXII, Fig. 8). Die Columella hat eine Länge von ca. 1 mm und steht senkrecht auf der im ovalen Fenster knorpelig befestigsten Fussplatte; die letztere hat die Form einer Ellipse, deren Längsdurchmesser von oben nach unten verläuft. Eine Stapessehne ist nicht vorhanden.

#### Die mediale Paukenhöhlenwand und der Recessus epitympanicus.

Die mediale Wand des Cavum tympani schaut bei *Ornithorhynchus* ebenso wie das Trommelfell fast gänzlich nach unten und nur ganz wenig nach aussen. Während sich bei *Echidna hystrix* die innere Paukenhöhlenwand nicht nur nach oben, sondern auch nach hinten, vorn und unten durch eine knöcherne Umwallung gegen die Umgebung abgrenzt, ist beim Schnabelthier vorn, hinten und unten eine knöcherne Differenzirung gegen die benachbarten Partien nicht zu erkennen (Taf. XXII, Fig. 13).

Auch nach oben zu fehlt die scharfe knöcherne Absetzung, welche wir beim Ameisenigel zwischen den inneren Wänden der eigentlichen Paukenhöhle und des Recessus epitympanicus constatiren konnten; nur an dem hinteren Ende der Grenzlinie zwischen den medialen Wänden der beiden genannten Hohlräume springt ein feines Knochenplättchen etwa  $\frac{1}{2}$  mm nach hinten und aussen vor und schafft hier eine deutliche Abgrenzung. In der Richtung von oben nach unten wölbt sich die innere Paukenhöhlenwand nach aussen convex vor und fällt in ihrer Mitte von hinten nach vorn sanft ab. Sie wird gebildet von der lateralen Wand des Petrosium, das nach unten (medialwärts) sich mit dem Occipitale basilare verbindet. Vorn und hinten wird das Felsenbein zum grössten Theile begrenzt von 2 grossen Foramina, von denen das hintere nach den Untersuchungen VAN BEMMELLEN's dem Foramen pro nervo vago, dem Foramen praecondyloideum und

der Fenestra occipitalis entspricht; dasselbe wird umgrenzt von dem Occipitale laterale, dem Mastoid, dem Petrosum und dem Occipitale basilare<sup>1)</sup>. Das vordere Loch ist das Foramen ovale und dient dem 3. Ast des Trigemini zum Durchschnit. Nach vorn unten verbindet sich das Petrosum mit dem Basisphenoid. Während die mediale Wand des Recessus epitympanicus von dem Petrosum gebildet wird, ist die obere, äussere und zum Theil auch die vordere und die hintere Wand ein Product des Mastoids, das sich von dem unteren Rande der dem Squamosum angehörigen Unterkiefergelenkfläche nach abwärts und hinten erstreckt und sich als flache Knochenplatte wie ein überhängendes Dach dem Felsenbein vorlagert. Gegenüber der Stelle, an welcher sich von der medialen Paukenhöhlenwand das oben erwähnte feine Knochenplättchen lateralwärts vorstreckt, entsendet das Mastoideum von seinem unteren Rand einen kurzen, kräftigen Fortsatz nach innen und unten, der sich jenem Knochenplättchen fast bis zur Berührung nähert, so dass in dieser Gegend der Recessus epitympanicus bis auf einen kleinen Spalt knöchern abgeschlossen ist. Da an diesem Fortsatz der obere Theil des Hyoidbogens inserirt, ist derselbe von VAN BEMMELEN als Processus hyoideus bezeichnet worden.

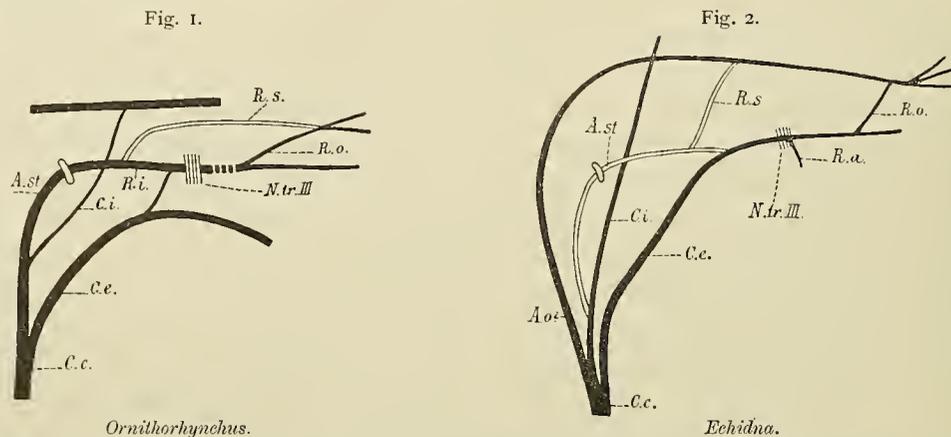


Fig. 1 und 2. Schemas der Kopfarterien der Monotremen nach TANDLER. — persistirende Gefässe, --- zurückgebildete Gefässe. *A.st.* Arteria stapedia, *C.c.* Carotis communis, *C.i.* Carotis interna, *C.e.* Carotis externa, *R.s.* Ramus superior art. staped., *R.i.* Ramus inferior art. staped., *R.o.* Ramus orbitalis art. staped., *R.a.* Ramus alveolaris art. staped., *N.tr.III.* 3. Ast des Nervus trigeminus, *A.o.*? Arteria occipitalis?

Der obere Paukenhöhlenraum nimmt den Hammerkopf, den Amboss und den Steigbügel auf und wird durchzogen von dem Nervus facialis und der Arteria stapedia. An der medialen Wand des Recessus epitympanicus befindet sich nahe an der hinteren Kante die Fenestra vestibuli; dieselbe hat ovale Gestalt mit nach unten gerichtetem, spitzerem Ende. Ihr Längsdurchmesser hat eine Länge von 1,2 mm, während ihr grösster Querdurchmesser 0,9 mm misst. Kurz vor dem oberen Rande des Vorhofsfensters bemerkt man eine Oeffnung, durch welche der Nervus facialis in den oberen Paukenhöhlenraum eintritt. Der Nerv durchzieht den Raum in der Richtung nach hinten-oben in einer nach aussen offenen Rinne und tritt in der hinteren oberen Ecke desselben an die Schädelbasis heraus. Unterhalb der Austrittsstelle des Nervus facialis gelangt nach den Untersuchungen TANDLER's und VAN BEMMELEN's die Arteria stapedia in den Recessus epitympanicus, durchläuft denselben oberhalb des Vorhofsfensters in nach oben convexem Bogen, zieht dann an der medialen Paukenhöhlenwand hinter dem Foramen ovale nach vorn-unten und wendet sich schliesslich durch den

1) Herr VAN BEMMELEN war so lebenswürdig, an dem mir zur Verfügung stehenden halben Schädel die einzelnen Knochen des Schädel skelets abzugrenzen und zu bezeichnen, da es mir an dem einen Knochenpräparat nicht möglich war, mit Sicherheit die Suturen festzustellen.

Canalis pterygoideus nach vorn. Nach TANDLER ist bei *Ornithorhynchus* der Ramus superior der Arteria stapedia mit Ausnahme seines orbitalen Abschnittes, der durch Anastomose Anschluss an den Ramus inferior findet, zurückgebildet. Auf Grund meiner eigenen, am Knochenpräparat und an mikroskopischen Schnitten vorgenommenen Untersuchungen ist es mir wahrscheinlich, dass der obere Ast des stapediale Gefäßes nicht, wie TANDLER ausführt, zurückgebildet ist, sondern wenigstens als Arteria meningea vorhanden ist.

In der vorderen Wand des Recessus epitympanicus befindet sich direct neben der Eintrittsstelle des Nervus facialis in den oberen Paukenhöhlenraum (Apertura tympanica canalis Fallopii), also an derselben Stelle wie bei *Echidna hystrix* und *Erinaceus europaeus*, der Zugang zu einem Kanal, der, das Petrosum durchbohrend, in der hinteren Gegend der mittleren Schädelgrube an der Grenze des Squamosum und Petrosum wieder zum Vorschein kommt. Es lag sehr nahe, daran zu denken, dass sich durch den beschriebenen Kanal von der Paukenhöhle zur mittleren Schädelgrube ein Gefäß von der den oberen Paukenhöhlenraum durchziehenden Arteria stapedia abzweigt, daß es sich hier um einen Kanal für den Ramus superior arteriae stapediae handelt. Die Furche für diesen Ramus biegt, im Schädelinnern angelangt, nicht wie beim Igel in der Hauptsache nach vorn zur Orbita um, sondern verläuft wahrscheinlich als Sulcus für die Arteria meningea zuerst nach oben und wendet sich dann bald in nach unten innen concavem Bogen nach hinten. Bevor der beschriebene Kanal jedoch in die Schädelhöhle eintritt, weist er in seiner vorderen Wand ein feines Loch auf, durch welches möglicherweise ein Gefäß zur Augenhöhle verläuft und dort mit dem Ramus inferior anastomosirt.

Wie weit meine Vermuthung bezüglich des Verlaufes des Ramus superior arteriae stapediae durch die Untersuchung TANDLER's am injicirten Präparat ihre Bestätigung gefunden hat, ist aus dem folgenden Bericht zu ersehen, den der Verfasser desselben so freundlich war, mir mit der Erlaubniss zur Publication an dieser Stelle zu übergeben:

„Bei *Ornithorhynchus* und bei *Echidna* findet sich an der medialen Paukenhöhlenwand oberhalb der Fenestra ovalis ein feiner Kanal, der in das Schädelinnere führt und daselbst in Form einer seichten Furche an der lateralen Wand der Schädelkapsel weiterzieht.

Diese Furche hat die gewöhnlichen Characteristica einer Venenfurche, mehr noch bei *Ornithorhynchus* als bei *Echidna*. Der Anfang des Sulcus und damit das obere Ende des Kanals liegt bei beiden Thieren vor dem lateralen Ende der Pyramidenkante, dort, wo die Pars squamosa sich dem Petrosum anschliesst, rostral von den Bogengängen, bei *Ornithorhynchus* noch besonders markirt durch den freien Verlauf des sagittalen Bogenganges. Der Sulcus ist sowohl bei *Ornithorhynchus* als auch bei *Echidna* der Abdruck des vorderen Abschnittes des Sinus transversus, während der Kanal die bei diesen Thieren persistirende Vena capitis lateralis, (HOCHSTETTER) enthält<sup>1)</sup>. Bei *Echidna* ist der gesammte rückwärtige Theil der Arteria stapedia spurlos zurückgegangen, es ist daher kaum denkbar, dass vom Ramus superior ein Theil in der Paukenhöhle persistiren könnte.

Anders bei *Ornithorhynchus*; hier persistirt die Arteria stapedia in vollem Umfang. Bei der neuerlichen jetzt vorgenommenen Untersuchung meines Objectes, das ich vor Jahren für meine Publication benutzte, fand ich bei Lupenpräparation, dass vom Stamme der Arteria stapedia unmittelbar nach der Passage des Stapes ein kleines Gefäß abgeht. Dieses wendet sich sofort bei seinem Ursprung aufwärts und verläuft ein Stück mit dem Nervus facialis. Weiterhin verlässt die Arterie den Facialis genau so wie die hier vorhandene Vena capitis lateralis (HOCHSTETTER), um, wie es scheint, mit der Vena schädelwärts zu ziehen.

1) HOCHSTETTER, Beiträge zur Anatomie und Entwicklung des Blutgefäßsystems der Monotremen.

Jenaische Denkschriften. VI.

16

Se mon, Zoolog. Forschungsreisen. III.

84

Leider war es mir unmöglich, die Arterie an meinem Exemplar weiter zu verfolgen, da nicht weiter injicirt war.

Die Arterie ist nach ihrem Ursprung der typische Ramus superior der Arteria stapedia, der in Folge der Persistenz des Stapediastammes erhalten geblieben ist. Bei *Echidna* ist natürlich mit dem Zugrundegehen der Stapedia auch der Ramus superior verschwunden, da ich nach meinen bisherigen Erfahrungen auch für *Echidna* eine vollständige Arteria stapedia embryonalis postuliren muss.

Nach alledem ist es klar, dass der Kanal, um dessen genauere Bestimmung es sich hier handelt, zweifellos die Vena capitis lateralis (HOCHSTETTER) und wahrscheinlich den embryonalen Rest des Ramus superior arteriae stapediae enthält, der bei *Echidna* kaum mehr nachweisbar, bei *Ornithorhynchus* innerhalb bescheidener Grenzen erhalten blieb. An Wahrscheinlichkeit gewinnt die Sache noch durch die Befunde meines Collegen GROSSER<sup>1)</sup>. Er konnte nämlich nachweisen, dass an einem  $9\frac{1}{4}$  mm langen Embryo von *Vespertilio murin*, die Vena capitis lateralis, der Facialis und der Ramus superior arteriae stapediae nebeneinander die Schädelanlage passiren. Ausserdem liegt der Ramus meningeus des Ramus superior arteriae stapediae an erwachsenen Chiropteren ein Stück mitten im vorderen Ende des Sinus transversus.“

Aus den vorstehenden Ausführungen geht hervor, dass sich meine Annahme bezüglich eines sich in der Paukenhöhle abzweigenden Ramus superior arteriae stapediae bei *Ornithorhynchus* bestätigt hat, dass bei *Echidna* dagegen der in Frage kommende Kanal wenigstens bei den entwickelten Individuen in Folge des Zugrundegehens der Arteria stapedia nicht mehr zur Aufnahme eines Astes derselben dient, sondern ausschliesslich für den Durchtritt der Vena capitis lateralis (HOCHSTETTER) bestimmt ist. In der Embryonalanlage jedoch dürfte nach den Untersuchungen GROSSER's über das Gefässsystem der Chiroptera auch beim Ameisenigel der Kanal von einem Ramus superior arteriae stapediae passirt werden. Sehr wünschenswerth wäre es, durch weitere Untersuchungen an injicirten Präparaten den Nachweis zu liefern, ob sich durch das in der vorderen Wand des Kanals befindliche Loch in der That ein Gefäss zur Orbita abzweigt. Das der früheren TANDLER'schen Arbeit über die Kopfarterien der Mammalier entnommene Schema des Gefässsystems am Kopfe von *Ornithorhynchus* bedarf demnach einer kleinen Modification insofern, als der Ramus superior art. stap. nicht als gänzlich zurückgebildet, sondern mindestens in seinem Anfangstheil als persistirend gezeichnet werden muss.

In der hinteren Wand des Petrosium, welche zu dem grossen, an der Schädelbasis am weitesten nach hinten gelegenen Foramen abfällt, befindet sich annähernd in gleicher Höhe mit dem Vorhofsfenster, und nur durch eine schmale Knochenspanne von demselben getrennt, die Nische zum Schneckenfenster. Die äussere Umrandung derselben hat die Gestalt einer Ellipse, deren ca.  $1\frac{1}{4}$  mm lange Längsaxe von aussen nach innen verläuft; der Querdurchmesser beträgt 0,9 mm. Von der unteren Umrandung der Schneckenfensternische zieht nach unten eine seichte Furche, welche zu dem oben erwähnten grossen Foramen hinführt und den aus der Fensternische herauskommenden Aquaeductus cochleae aufnimmt.

### 3. Das innere Ohr.

In derselben Weise wie bei *Echidna hystrix* wurde das innere Ohr des Schnabelthieres durch einen Metallausguss zur Darstellung gebracht, und zwar wurde das flüssige Metall auch hier durch den Meatus auditorius internus nach Verschluss aller übrigen Foramina in das Labyrinth hineingeschüttet.

1) O. GROSSER, Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Gefässsystems der Chiropteren. Anat. Hefte, 1901.

### Der Meatus auditorius internus und der Canalis Fallopii.

An die Stelle eines inneren Gehörganges tritt bei *Ornithorhynchus* eine grubige Vertiefung, an deren Boden sich die Foramina für den Durchtritt der einzelnen Aeste des Nervus octavus befinden. In diesem Fundus trennt eine von hinten-oben nach vorn-unten ziehende Crista eine vordere obere Hälfte von einer hinteren unteren; die vordere obere Hälfte zerfällt durch eine senkrecht zur Crista falciformis verlaufende, etwas tiefer liegende Knochenleiste in einen vorderen unteren Bezirk, in welchem sich das Foramen für den Nervus facialis befindet, und in einen vorderen oberen Bezirk, der fast ganz eingenommen wird von der Area cribrosa superior, die dem Durchtritt des Ramus utricularis dient. In der hinteren unteren Hälfte des Fundus erkennt man deutlich die zahlreichen feinen Oeffnungen des Tractus spiralis foraminulentus und ferner in der unteren Ecke ein grösseres Loch, durch welches sich der Nervus sacculi zum Sacculus begiebt. Auch in dem oberen Winkel der hinteren unteren Fundushälfte tritt noch ein grösseres Loch zu Tage, durch welches der von unten her an die hintere Ampulle herantretende Ramus ampullae posterioris den Meatus auditorius internus verlässt. Der Canalis Fallopii verläuft vom Fundus aus annähernd in der Horizontalebene in schwach nach vorn convexem Bogen nach aussen und gelangt vor dem oberen Rande des Vorhofsfensters in den oberen Paukenhöhlenraum; an dieser Stelle tritt der Nervus facialis aus dem geschlossenen Kanal heraus und durchzieht, wie oben beschrieben, in einem Halbkanal die mediale Wand des Recessus epitympanicus, aus dem er durch das in der hinteren Ecke gelegene Foramen faciale austritt. Auf der Strecke vom Fundus meatus auditorii interni zur Paukenhöhle weist der Canalis Fallopii in seiner vorderen, das Foramen ovale begrenzenden Wand eine grössere Oeffnung auf, einen grossen Hiatus canalis Fallopii, in welchem der Nerv zum Ganglion geniculatum anschwillt und von wo aus er die Nervi petrosus superficialis major und minor nach vorn sendet. Oberhalb des oberen Randes der für den Eintritt des Nervus octavus ins Felsenbein bestimmten grubigen Vertiefung und ein wenig nach hinten befindet sich der Eingang zu einer sich lateralwärts ausbuchtenden, geräumigen Höhle; in der äusseren Umrandung dieser Höhle, welche bei einer grossen Reihe von Säugethieren als Fossa subarcuata bekannt ist, verläuft der Canalis semicircularis superior (Taf. XXII, Fig. 12).

### Die Cochlea und der Aquaeductus cochleae.

(Taf. XXII, Fig. 10.)

Wie bei *Echidna hystrix* breiten sich auch bei *Ornithorhynchus* die feinsten Verzweigungen des Gehörnerven nicht in einem schneckenartig aufgewundenen Hohlraum, sondern in einem schwach gekrümmten cylindrischen Rohr aus. Dasselbe zieht sich in schwach nach vorn concavem Bogen nach innen und wenig nach abwärts und vorn, wendet sich aber kurz vor seinem medialen Ende stärker nach vorn, so dass die Längsaxe dieses medialen Endes mit der Längsaxe des übrigen Schneckenrohres einen Winkel von  $270^{\circ}$  bildet. Die annähernd 4 mm messende Längsaxe der Cochlea liegt nicht genau in derselben Ebene, während sie sich im Anfang etwas ventralwärts vorwölbt, tritt sie in ihrer mittleren Partie ein wenig dorsalwärts aus ihrer Ebene heraus, um an ihrem medialen, nach vorn umgebogenen Ende von neuem etwas ventralwärts hervorzutreten; sie weist also in ihrem Verlaufe eine schwache S-förmige Schlingelung auf. Die ca. 1,75 mm lange Längsaxe des elliptischen Querschnittes wächst an dem peripheren nach vorn sich wendenden Ende um ein Weniges, während umgekehrt der Querdurchmesser des Querschnittes, der nahe dem Vestibulum ca. 1,2 mm misst, im weiteren Verlauf des Schneckenrohres sich etwas verkürzt. Eine Furche, wie sie sich beim Ameisenigel an der hinteren Wand des Ausgusses des Schneckenkanales als Abdruck der Lamina spiralis secundaria fand, konnte ich an dem Corrosionspräparat vom Schnabelthier auch bei Betrachtung

mit der Lupe nicht constatiren, so dass das Fehlen der Lamina wohl mit Sicherheit angenommen werden darf. Deutlich erkennt man an der oberen inneren Wand des ausgegossenen Schneckenrohres die zahlreichen feinen, zum Fundus sich hinziehenden Abgüsse des Tractus spiralis foraminulentus. Auf gleicher Höhe mit dem Vorhofsfenster befindet sich an der hinteren Wand der Cochlea nahe dem Vestibulum die relativ grosse Nische der Fenestra cochleae. An dem Corrosionspräparat sieht man, dass die ventrale Wand der Nische erheblich niedriger ist als die dorsale. Der Aquaeductus cochleae nimmt für sich keinen eigenen Knochenkanal in Anspruch, sondern verläuft an der inneren Wand der Schneckenfensternische und zieht nach dem Heraustreten aus derselben in einer flachen Furche nach unten und abwärts zu dem an der Schädelbasis gelegenen grossen Foramen jugulare praecondyloideum.

#### Das Vestibulum und der Aquaeductus vestibuli.

Der Vorhof des Schnabelthieres, welcher viel geringere Dimensionen aufweist als das Vestibulum des Ameisenigels, liegt nach aussen und oben vom Schneckenkanal. Die Furche, welche bei dem anderen Repräsentanten der Monotremen als Ausdruck einer in den Innenraum vorspringenden, den Recessus sphaericus von dem Recessus ellipticus abgrenzenden Crista deutlich hervortrat, konnte ich bei *Ornithorhynchus paradoxus* nicht constatiren. Abgesehen von den feinen Foramina, durch welche der Ramus sacculi und Ramus utriculi an den Vorhof von unten her herantreten, communicirt das Vestibulum durch 4 Oeffnungen mit dem Bogengangapparat, durch die Fenestra vestibuli mit dem Mittelohr und durch den Aquaeductus vestibuli mit dem Endocranium. Auch beim Schnabelthier sind die Oeffnungen für die Ampullen sehr weit im Vergleich zu der Fenestra vestibuli; der einfache Schenkel des Canalis semicircularis externus beansprucht keinen eigenen Kanal für sich, sondern biegt sich zur vorderen Wand der hinteren Ampulle und betritt mit dieser zugleich den Vorhof; es existirt demnach bei *Ornithorhynchus* zwischen Bogengängen und Vestibulum eine Communicationsöffnung weniger als beim Menschen und den meisten Säugethieren; jedoch bildet dies Vorkommniss keine allein dastehende Ausnahme, da ich denselben Befund bei *Ursus maritimus*, *Felis pardus* und *Equus caballus* constatiren konnte. Der gemeinsame Schenkel des oberen (vorderen) und hinteren Bogenganges biegt sich an der hinteren Ecke der ungefähr in der Horizontalebene von hinten nach vorn und ein wenig nach innen verlaufenden oberen Kante zum Vestibulum, während der ampulläre Schenkel des Canalis semicircularis superior (anterior) in die vordere Ecke der oberen Vorhofskante eintritt. An der hinteren oberen Ecke der lateralen Wand des Vestibulums befindet sich die Eintrittsöffnung für den ampullären Schenkel des hinteren und den einfachen Schenkel des äusseren Bogenganges; die Ampulle des Canalis semicircularis externus endlich biegt sich in der vorderen oberen Ecke dicht unter der Eintrittsstelle der oberen Ampulle in den Vorhof. — Die Apertura interna des Aquaeductus vestibuli befindet sich an der inneren Vorhofswand, aber nicht wie bei *Echidna* direct unterhalb der Einmündungsstelle des Crus commune, sondern etwas nach vorn von dieser Stelle. Der knöcherne Kanal für den Aquäduct, welcher in der Richtung nach innen und aufwärts verläuft, hat eine Länge von nur 1—2 mm, die schlitzförmige nach hinten-oben offene Apertura externa befindet sich etwa 2 mm hinter der oberen Umrandung des Meatus auditorius internus.

#### Die Canales semicirculares.

Der Bogenapparat ist bei *Ornithorhynchus* viel graciler gebaut als bei *Echidna*, da die Lumenweite im Verhältniss zu der Bogenweite beim Schnabelthier viel geringer ist als beim Ameisenigel. Dagegen sind die Ampullen bei *Ornithorhynchus* relativ sehr kräftig entwickelt. Der obere Bogengang überragt die beiden anderen halbzirkelförmigen Kanäle bei weitem an Grösse; er liegt annähernd in einer

Verticalebene, welche die Sagittalebene unter einem nach vorn-innen offenen, sehr spitzen Winkel schneidet, und weist eine sehr ausgeprägte Flächenkrümmung auf. Während der Scheitel des Bogens sich etwas nach innen zu neigt, tritt sowohl der ampulläre Schenkel als auch der dem Crus commune sich zuwendende Theil des Kanals ziemlich erheblich nach aussen aus der Bogengangsebene heraus, so dass eine deutlich hervortretende S-förmige Schlängelung zu Stande kommt. Die Entfernung der Bifurcationsstelle vom Anfang der Ampulle beträgt bei dem oberen Bogengang 4,5 mm, die Entfernung des Scheitels von der oberen Vorhofskante 4,0 mm. Die mediale Wand der von vorn-oben in das Vestibulum eintretenden Ampulle hat eine Länge von 1,4 mm, während die laterale Wand derselben 1,3 mm misst. Auf dem Querschnitt zeigt die Ampulle des oberen halbzirkelförmigen Kanals die Gestalt einer Ellipse mit einem Längsdurchmesser von 1,3 mm und einem Querdurchmesser von 1,1 mm. Auch der Querschnitt durch den oberen Bogengang selbst ist elliptisch geformt; jedoch verläuft die 0,7 mm lange Längsaxe des Querschnittes nicht, wie es meistens der Fall ist, in der Bogengangsebene, sondern steht senkrecht auf derselben. Die Länge der Queraxe beträgt 0,55 mm. Die Lumenweite des Bogenganges ist nahe am Crus commune die gleiche wie in der Nähe der Ampulle. Der 3,7 mm messende gemeinsame Schenkel des oberen (vorderen) und hinteren Bogenganges steigt in sanftem, nach vorn und aussen concavem Bogen in der Richtung nach oben und wenig nach hinten aus dem Vorhof heraus; der Querschnitt des Crus commune, der nach der Theilungsstelle zu etwas wächst, ist kreisförmig mit einem Durchmesser von 0,7 mm Länge.

Der *Canalis semicircularis posterior* tritt an keiner Stelle wesentlich aus seiner Bogengangsebene heraus; die Ebenen des oberen (vorderen) und hinteren Bogenganges schliessen einen nach aussen und vorn offenen Winkel von ca. 100° ein. Der hintere halbzirkelförmige Kanal, der an Umfang zwischen dem äusseren und oberen Bogengang steht, zeichnet sich durch die Grösse seiner Ampulle aus; dieselbe tritt von hinten-aussen an den Vorhof heran und hat an der hinteren Wand eine Länge von 1,7 mm, während die vordere Wand 1,35 mm misst. Die Längsaxe des elliptischen Querschnittes ist 1,6 mm, die Queraxe 1,25 mm lang. Die Entfernung der Bifurcationsstelle vom Anfang der Ampulle beträgt 3,36, die Entfernung des Scheitels vom Vestibulum 3,4 mm. Der Querschnitt des Kanals ist beim Austritt aus der Ampulle kreisförmig mit einem Durchmesser von 0,56 mm; im weiteren Verlauf jedoch wird der senkrecht auf der Bogengangsebene stehende Durchmesser etwas länger, während der in der Bogengangsebene liegende Durchmesser sich ein klein wenig verkürzt, so dass der erstere kurz vor der Gabelungsstelle des Crus commune 0,6 mm, der letztere 0,55 mm misst.

Der *Canalis semicircularis externus* liegt fast genau in der Horizontalebene und zeigt keine Flächenkrümmung; sein einfacher Schenkel geht bereits in den hinteren Bogengang über, bevor derselbe sich zur Ampulle erweitert. Die Entfernung dieser Eintrittsstelle von dem Anfang der Ampulle beträgt 3,4 mm, die Entfernung des Scheitels von der lateralen Vorhofswand 2,74 mm. Am Corrosionspräparat lässt sich der weitere Verlauf des Crus simplex an der vorderen Wand der Ampulla posterior deutlich abgrenzen. Die Ampulle des äusseren Bogenganges ist an der oberen Wand 1,4 mm, an der unteren 1,15 mm lang. Der elliptische Querschnitt hat eine Längsaxe von 1,6 mm, eine Queraxe von 1,15 mm Länge. Der Querschnitt des äusseren Bogenganges ist am Eintritt in den *Canalis semicircularis posterior* elliptisch mit einem Längsdurchmesser von 0,65 mm und einem Querdurchmesser von 0,54 mm, wird jedoch am Uebergang in die Ampulle kreisrund mit einem Durchmesser von 0,6 mm. Wie bei *Echidna hystrix* wird auch bei *Ornithorhynchus* die Ebene des hinteren Bogenganges von der Ebene des äusseren Bogenganges nicht geschnitten, sondern die letztere liegt unterhalb des *Canalis semicircularis superior*.

## Vergleichend-anatomische Schlussbemerkungen.

In den nachstehenden Ausführungen soll kurz hingewiesen werden auf die Merkmale, welche das Gehörorgan der Monotremata bei makroskopischer Betrachtung einerseits mit dem Säugethierohr, andererseits mit dem Saurierohr gemeinsam hat.

An dem äusseren Ohr des Menschen und der meisten Säugethiere unterscheiden wir bekanntlich 3 Bezirke: die Ohrmuschel, den knorpeligen und den knöchernen Gehörgang. Von diesen drei Theilen fehlt bei beiden Repräsentanten der Monotremen der Meatus auditorius externus osseus; wir wissen aber, dass ebenfalls bei einer Reihe von Mammaliern der Annulus tympanicus sich auch im späteren Leben nicht lateralwärts entwickelt, dass der knorpelig-häutige Gehörgang sich bei *Erinaceus europaeus*, *Pteropus edulis*, *Phocaena phocaena* und anderen direct lateral vom Trommelfell am Os tympanicum befestigt. In der Art der medialen Befestigung des Meatus cartilagineus jedoch unterscheidet sich das Monotremenoehr auch von dem Gehörorgane der Säugethiere ohne knöchernen Gehörgang, indem der knorpelige Gehörgang der Kloakenthiere sich in der Hauptsache nicht am Annulus tympanicus anheftet, sondern nach den Untersuchungen RUGE's sich bei *Echidna* befestigt an der mit dem inneren concaven Rande des Annulus tympanicus verbundenen, dem Hyoidbogen entstammenden tympanalen Schlussplatte, während bei *Ornithorhynchus* die Verbindung zwischen dem inneren Ende des Meatus cartilagineus und dem 2. primären Bogen des Visceralskelets durch 2 starke Bänder und durch Muskelzüge hergestellt wird.

Was die Ohrmuschel betrifft, die von früheren Forschern bei den Kloakenthiere vielfach als fehlend bezeichnet wurde, wohl hauptsächlich aus dem Grunde, weil sich dieselbe nicht über das Niveau der umgebenden Kopfhaut erhebt, so kann die Existenz derselben bei beiden Monotremenfamilien nach den Feststellungen RUGE's, deren Richtigkeit ich an dem mir zur Verfügung stehenden Material bestätigen konnte, nicht in Abrede gestellt werden, wenn auch die Auricula besonders bei *Ornithorhynchus* die denkbar einfachste Form aufweist. Wenn man sich vor Augen hält, dass bei den Sauriern eine Ohrmuschel und ein Meatus auditorius externus nicht vorhanden sind, so darf man wohl sagen, dass dem äusseren Ohre nach die Monotremen auf der Entwicklungsstufe der Mammalia stehen.

Das Trommelfell des Ameisenigels und des Schnabelthieres besteht wie beim Menschen und den Säugethiere aus 3 Schichten: der Gehörgangsepidermis, der Membrana propria und der Mucosa der Paukenhöhle, während bei den Sauriern die Membrana propria fehlt. Bei beiden Monotremenfamilien grenzt sich ebenfalls eine Pars tensa von einer Pars flaccida ab; nur besteht die letztere bei *Echidna* nicht wie die Membrana Shrapnelli des Menschen aus Mucosa und Epidermis, sondern aus musculären Elementen. Auch bezüglich der Befestigung des Trommelfelles liessen sich ähnliche Verhältnisse wie bei den Mammalia constatiren; dasselbe ist bei *Echidna* und *Ornithorhynchus* gerade so wie bei *Pteropus edulis* in einem Annulus tympanicus ausgespannt, der nicht knöchern, sondern bindegewebig mit dem Os petrosum verbunden ist. Bekanntlich ist bei den Sauriern ein eigener knöcherner Trommelfelling für die Insertion der Membrana tympani nicht vorhanden, sondern dieselbe ist befestigt vorn und oben am Os quadratum, unten an dem die Gelenkfläche nach hinten überragenden Theil des Unterkiefers und hinten an den von der hinteren-oberen Partie des Quadratus zu dem caudalen Ende des Unterkiefers sich herabziehenden Weichtheilen.

Nach der im vorigen Jahr im „Zoologischen Anzeiger“ erfolgten Publication SIXTA's<sup>1)</sup> sollte den Monotremen ein Os quadratum zukommen. Die Unrichtigkeit dieser Darstellung ist an derselben Stelle bereits durch VAN BEMMELEN<sup>2)</sup>, dem ich auf Grund der Betrachtung des mir zur Verfügung stehenden Materials vollkommen beipflichten muss, dargethan worden. VAN BEMMELEN wies vor allem zunächst darauf hin, dass die Knochenpartie, welche SIXTA bei *Ornithorhynchus* als Os quadratum bezeichnet hatte, durchaus nicht dem bei *Echidna* als Quadratbein von ihm aufgefassten Knochenstück entsprach; während beim Schnabelthier nach SIXTA die nach aussen concav ausgehöhlte Gelenkfläche für den Unterkiefer dem Quadratrum der Saurier entsprechen sollte, wurde beim Ameisenigel die ventrale Wand des vorderen Theiles jenes vom Recessus epitympanicus zur oberen Schädelgrube ziehenden Kanals als Quadratrum aufgefasst. Mit VAN BEMMELEN spreche ich bei *Ornithorhynchus* die Gelenkfläche für den Unterkiefer als die äussere untere Fläche des Squamosum an und halte das bei *Echidna* als Quadratrum bezeichnete Knochenstück für denjenigen Theil des Mastoids, welches beim Schnabelthiere ungefähr dem Processus hyoideus ossis mastoidei entspricht. Den Gründen, welche VAN BEMMELEN gegen die Richtigkeit der Ausführungen SIXTA's anführt, füge ich hinzu, dass die von letztgenanntem Autor als Os quadratum angesprochenen Knochentheile bei den Monotremen in keiner unmittelbaren Verbindung mit dem Trommelfell stehen, während das Quadratbein bei den Sauriern in erster Linie für die Fixation des Trommelfelles in Betracht kommt. Nach dem Gesagten bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, dass das Os quadratum der Monotremen ausschliesslich als ein Product der Combinationsgabe des Herrn Professor V. SIXTA zu betrachten, in Wirklichkeit aber nicht vorhanden ist.

Durch W. PETERS<sup>3)</sup> ist im Jahre 1867 darauf hingewiesen worden, dass der Annulus tympanicus der Monotremen sich an den Temporalflügel des Os pterygoideum unmittelbar anlegt; da nun der mit dem Trommelfelling verwachsene Hammer und der Amboss bei *Ornithorhynchus* an dem Temporale befestigt sind, so stellen der Annulus tympanicus und die Gehörknöchelchen — wie das Os quadratum der Saurier — eine Verbindung her zwischen dem Pterygoid und dem Temporale. Dass aber die vorübergehende Articulation des Tympanicum mit dem Os pterygoideum und dem inneren Winkelfortsatz des Unterkiefers, wie sie PETERS am Embryo der Monotremen gefunden hat, genügt, um die Homologie des Tympanicum mit dem Quadratrum darzuthun, davon bin ich mit GAUPP<sup>4)</sup> nicht überzeugt, da eine ganze Reihe von Gründen, deren Darlegung hier zu weit führen würde, gegen diese Auffassung spricht.

Die Zahl der Gehörknöchelchen bei den Monotremen ist wie bei den Säugethieren 3, jedoch finden sich in ihrer Gestalt und in ihrer gegenseitigen Befestigung nicht zu leugnende Anklänge an die Saurier-Columella. Das den Amboss darstellende flache Knochenplättchen des Ameisenigels und des Schnabelthieres, welches in seiner Gestalt nur sehr wenig an den Amboss des Menschen und der Säugethiere erinnert, ist mit dem entsprechenden Theile des Hammerkopfes durch Syndesmose resp. Synchondrose so fest verbunden und verwachsen, dass eine Bewegung des Ambosses oder des Hammerkopfes für sich kaum denkbar ist, so dass beide Knöchelchen functionell als ein Ganzes betrachtet werden müssen. An der Stelle des Steigbügels der Mammalia finden wir eine Columella, die mit ihrer Fussplatte bindegewebig resp. knorpelig im Vorhofsfenster befestigt ist und mit ihrem verdickten lateralen Ende sich knorpelig verbindet mit dem Fortsatz des Ambosses. Die Columellaform des Stapes ist jedoch ebenfalls bei den Säugethieren beobachtet und zwar bei

1) SIXTA, Vergleichend-osteologische Untersuchungen über den Bau des Schädels von Monotremen und Reptilien. Zoolog. Anzeiger, Bd. XXIII, No. 613.

2) VAN BEMMELEN, Ueber den Schädel der Monotremen. Zoolog. Anzeiger, Bd. XXIII, No. 622.

3) W. PETERS, Ueber das Os tympanicum und die Gehörknöchelchen des Schnabelthieres in Bezug auf die Frage von der Deutung des Quadratbeines bei den Vögeln. Monatsberichte der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1867.

4) E. GAUPP, Ontogenese und Phylognese des schalleitenden Apparates bei den Wirbelthieren. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte, Bd. VIII, 1898.

beiden Species von *Manis* (Edentaten). Auch die Verwachsung des Processus folii des Hammers mit dem Os tympanicum, wie sie bei *Ornithorhynchus* oben beschrieben und von anderer Seite auch bei *Echidna* constatirt worden ist, kommt nach meinen eigenen Beobachtungen vor bei *Pteropus edulis*, *Phocaena phocaena* und älteren Exemplaren von *Erinaccus*, sowie ferner nach HYRTL bei *Halmaturus*, *Hypsiprymnus*, *Didelphys* und *Petaurista*. Dagegen erinnert der von hinten-oben nach vorn-unten gerichtete Verlauf des Hammergriffes bei *Echidna* an den in derselben Richtung im Trommelfell verlaufenden Theil der Columella bei den Sauriern (*Varanus*, *Lacerta*).

Während beim Menschen und den meisten Säugethieren die Paukenhöhle sich präsentirt als ein nach innen, oben, unten, hinten, vorn und zum Theil auch nach aussen knöchern abgeschlossener Hohlraum, ist bei *Echidna* anstatt einer eigentlichen Höhle nur eine flache grubige Vertiefung (Fossa tympanica) vorhanden mit nur wenig erhabenen, umgestülpten Knochenrändern. Bei *Ornithorhynchus* fehlt in der eigentlichen Paukenhöhle selbst diese knöcherne Umrandung der medialen Paukenhöhlenwand, und die letztere wird nach vorn von dem Foramen ovale, nach hinten von dem grossen Foramen jugulare-praecondyloideum begrenzt; nur der Recessus epitympanicus ist nach oben (eigentlich lateral), nach innen (dorsal), nach vorn (rostral), und zum Theil nach aussen (ventral) und hinten (caudal) knöchern umschlossen. Ausserordentlich ähnliche Verhältnisse wie bei *Ornithorhynchus* finden wir in Bezug auf den knöchernen Befund des Cavum tympani unter den Mammalia bei *Pteropus edulis* (Chiroptera). Auch bei diesem Thier liegt die mediale Paukenhöhlenwand ganz offen dar, und nur der obere Paukenhöhlenraum wird zum Theil knöchern überdacht; bei beiden Thieren erkennen wir in der oberen Partie der inneren Wand das Vorhofsfenster, in dem nach hinten abfallenden Theile derselben die Fenestra cochleae. Sowohl bei den Monotremen, als auch bei dem fliegenden Hunde lassen sich in der vorderen Gegend des Recessus epitympanicus die Apertura tympanica canalis Fallopii und der Eingang in jenen das Schläfenbein durchbohrenden, zur mittleren Schädelgrube ziehenden Kanal constatiren, der zur Aufnahme der Vena capitis lateralis (HOCHSTETTER) und des Ramus superior arteriae stapediae dient. Fast genau an derselben Stelle geht dieser Kanal in dem Schädelinnern beim Schnabelthier und beim fliegenden Hund in eine breite und tiefe Furche über. Auch die weite Oeffnung (Hiatus canalis Fallopii), welche oben in der vorderen Wand des Canalis facialis bei *Ornithorhynchus* beschrieben wurde, tritt bei *Pteropus* deutlich zu Tage. Und ganz ähnlich liegen die soeben geschilderten Verhältnisse im Mittelohr bei *Erinaceus europaeus*; ausser den angeführten übereinstimmenden Punkten finden wir bei diesem Thier auch noch den Processus tympanicus ossis mastoidei des Schnabelthieres. Beiden Vertretern der Monotremen fehlt der Musculus stapedius wie den Sauriern, bei denen er im embryonalen Stadium vorkommt; dagegen besitzt sowohl *Echidna* als auch *Ornithorhynchus* einen wohl ausgebildeten Musculus tensor tympani, der als ein ausschliessliches Attribut des Säugethierohres zu betrachten ist.

Während bei *Ornithorhynchus* anstatt einer Tuba Eustachii eine breite Communication zwischen Rachen und Paukenhöhle besteht, findet sich bei *Echidna* eine knorpelig-häutige Röhre, welche von der hinteren Partie der Paukenhöhle in der Richtung nach innen und etwas caudal- und ventralwärts zum Rachen hinzieht. Dieser von dem Befunde beim Menschen und den meisten Säugethieren abweichende Verlauf der Ohrtrompete des Ameisenigels hat zweifellos seine Ursache in der durch die Lebensweise des Thieres (Ameisenfang) bedingten Verlängerung des Gaumens nach hinten, wodurch der Nasenrachenraum im Schädel weiter nach hinten rückt als die Paukenhöhle. Das Fehlen der Pars ossea tubae Eustachii, welches auch bei den Insectivora (*Erinaceus*) und Chiroptera (*Pteropus*) vorkommt, kann nicht als ein ausschliesslich für das Saurierohr charakteristisches Merkmal betrachtet werden. In seinen vergleichend-osteologischen Untersuchungen über den Bau des Schädels von Monotremen und Reptilien sagt SIXTA,

dass die *Fenestra vestibuli* der Monotremen in der Naht der verbundenen Knochen Oto-sphenoideum (Petrosum, Prooticum) und Pleuro-occipitale (Occipitale laterale) liegt. An dem mir zur Verfügung stehenden Material ist es mir nicht möglich gewesen, für diese Behauptung irgend welche Anhaltspunkte zu finden; ich habe keine Spur von einer Naht, wie sie bei den Sauriern zwischen dem Petrosum und Occipitale laterale deutlich zu Tage tritt (cf. Taf. XXII, Fig. 15), entdecken können und bin überzeugt, dass das Vorhofsfenster der Kloakenthiere ausschliesslich vom Petrosum umgrenzt wird.

Ferner behauptet SIXTA an derselben Stelle, dass die Monotremen fast dasselbe knöcherner Gehör-labyrinth besitzen wie die Saurier; auch dieser Behauptung vermag ich nach meinen Untersuchungen nicht beizustimmen. Was zunächst die Labyrinthkapsel anbetrifft, so werden die Wandungen derselben nicht wie bei den Sauriern (Taf. XXII, Fig. 14) gebildet durch das Petrosum (Otosphenoid, Prooticum), das Occipitale superius und das Opisthoticum. Bei der Betrachtung der verschiedenen mir vorliegenden Präparate konnte ich weder auf der lateralen noch auf der medialen Seite des das Labyrinth umgebenden Knochens irgend welche Nähte constatiren, und es ist für mich nicht zweifelhaft, dass das Labyrinth der Monotremen von einem einheitlichen Knochen, dem *Os petrosum*, umschlossen wird.

Wenn man die morphologischen Verhältnisse des Monotremenlabyrinths betrachtet, wie es am besten an einem Corrosionspräparat geschieht, so ist zunächst bezüglich der Cochlea zu bemerken, dass kein Säugethier existirt, dessen Schnecke so wenig aufgewunden ist — die wenigsten Schneckenwindungen (1,311) hat nach HYRTL *Oricetus frumentarius* — wie die Monotremenschnecke; sie weist ihrer äusseren Form nach eine nicht zu verkennende Aehnlichkeit mit der Cochlea der Saurier auf. Andererseits kommt bei keinem Reptil und bei keinem Vogel eine derartige Abbiegung des medialen unteren Endes des Schneckenrohres vor, wie wir es oben bei *Echidna* und *Ornithorhynchus* beschrieben haben. Dass die Monotremen noch im Besitz der allen Säugethieren fehlenden Papilla lagenae sind, ist aus früheren Forschungen bekannt; dagegen erinnert wiederum der Umstand, dass ihre Macula acustica nach den Untersuchungen U. PRITCHARD's mit CORTI'schen Pfeilen und Tunneln versehen ist, an den Bau der Mammalier-Cochlea. Durch eine zwischen zwei Knorpelprismen ausgespannte häutige Zone wird das Schneckenrohr der Kloakenthiere in eine untere vordere und eine hintere obere Scala getheilt. Eine Lamina spiralis secundaria fand ich nur bei *Echidna*, während sie bei *Ornithorhynchus* fehlt.

Die den Recessus ellipticus von dem Recessus sphaericus abgrenzende Crista vestibuli, wie sie uns beim Menschen und den Säugethieren bekannt ist, konnte ich nur bei *Echidna*, dagegen nicht bei *Ornithorhynchus* constatiren. Sämmtliche Ampullenöffnungen im Vorhof sind bei beiden Monotremen absolut und im Vergleich zu dem Umfange der *Fenestra vestibuli* sehr weit.

An Stelle der beim Menschen und den meisten Mammalia vorhandenen 5 Einmündungsstellen finden sich im Vorhof des Schnabelthieres in ähnlicher Weise wie beim Eisbären, Pferde und Leoparden nur 4 Foramina für die Aufnahme der Bogengänge, da der einfache Schenkel des äusseren halbcirkelförmigen Kanals zugleich mit der Ampulle des hinteren Bogenganges einmündet.

Die Canales semicirculares der Monotremen erinnern in ihrer Kantenkrümmung mehr an den Typus der Mammalierbogengänge als an die fast geradlinig in ganz flachem Bogen verlaufenden Kanäle des Gehörorgans der Saurier.

Zur Aufnahme des Ductus endolymphaticus dient bei dem Ameisenigel und dem Schnabelthier ein kurzer knöcherner Kanal, der aus der medialen Vorhofswand dicht unterhalb der Eintrittsstelle der Crus commune entspringt und mit einer schlitzförmigen Apertur in der oberen Schädelgrube mündet.

Der Ductus perilymphaticus nimmt nicht wie bei den Säugethieren einen eigenen knöchernen Kanal für sich in Anspruch, sondern kommt bei beiden Monotremenfamilien aus der Nische des Schnecken-

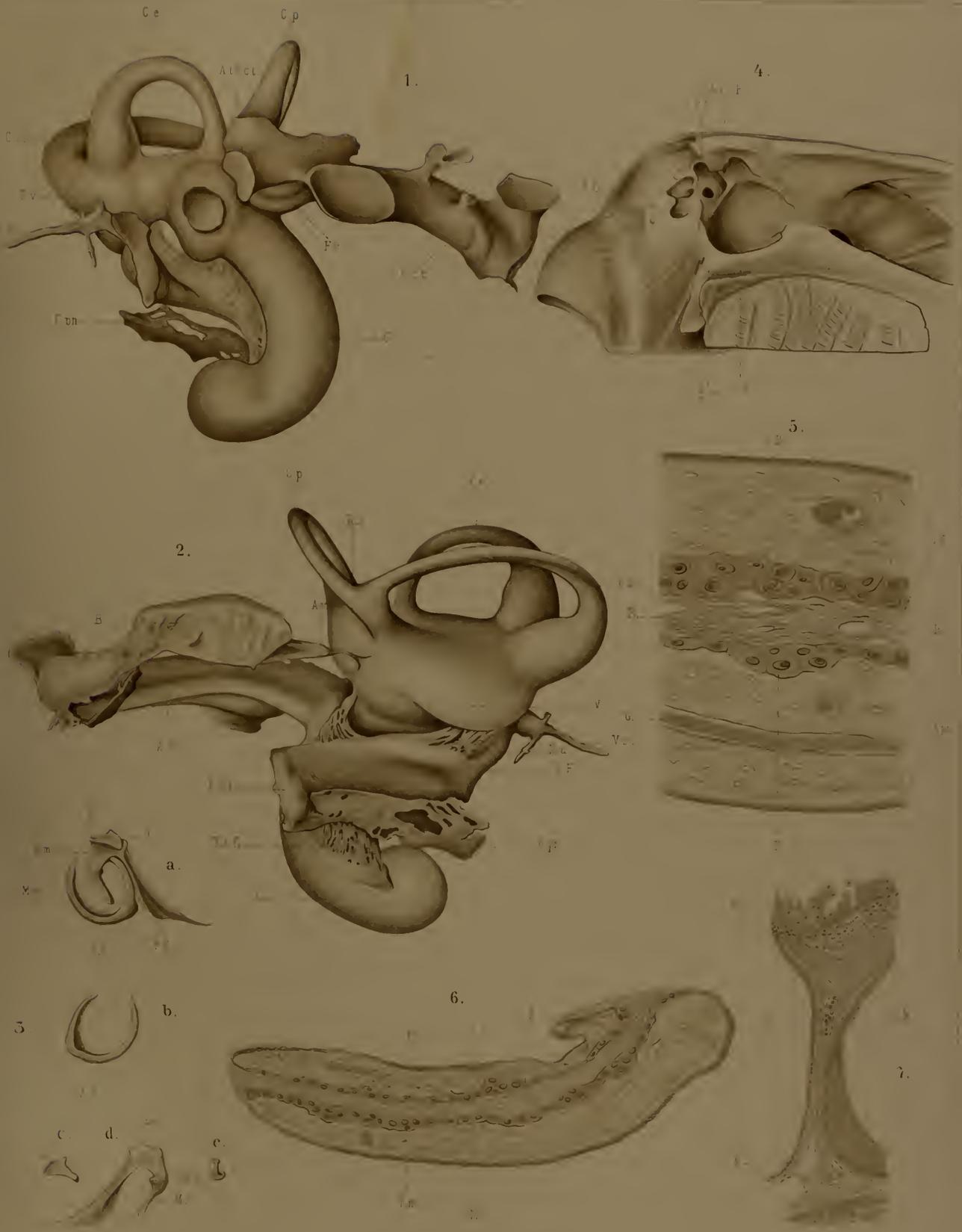
fensters heraus und verläuft bei *Echidna* in dem von der hinteren Wand des Recessus epitympanicus zur oberen Schädelgrube führenden weiten Kanal zum Foramen jugulare; bei *Ornithorhynchus* zieht der Aqueductus cochleae nach dem Verlassen der Nische für die Fenestra cochleae in einer kurzen flachen Furche nach innen zum Foramen jugulare-praecondyloideum.

Eine Fossa subarcuata, wie sie bei vielen Säugethieren sowie beim menschlichen Schläfenbein der Neugeborenen vorkommt, fand sich bei *Ornithorhynchus*, sie fehlt dagegen bei *Echidna*. Ein eigentlicher Meatus auditorius internus zur Aufnahme des Nervus acusticus und des Nervus facialis kommt nur dem Ameisenigel zu, während sich bei *Ornithorhynchus*, ähnlich wie bei den Chiroptera und Insectivora, an Stelle des Meatus eine Fossa auditoria befindet, durch die der Nervus octavus in das Felsenbein eintritt.

Wenn man den Inhalt der vorstehenden vergleichend-anatomischen Bemerkungen kurz zusammenfassen will, so lässt sich sagen, dass das Gehörorgan der Monotremata bei makroskopischer Betrachtung mancherlei Anklänge an den Bau des Saurierohres aufweist, dass dasselbe aber noch mehr übereinstimmende Merkmale mit dem Säugethierohre und ganz besonders mit dem Gehörorgane der Chiroptera und Insectivora gemeinsam hat. Das Monotremenohr stellt nach meiner Ansicht eine Uebergangsform zwischen dem Gehörorgane der Mammalia und der Saurier dar, steht jedoch, soweit es sich durch makroskopische Untersuchung feststellen lässt, dem Säugethierohr näher als dem Reptilienohre.

## Tafel XXI.

- Fig. 1. Corrosionspräparat des inneren Ohres von *Echidna hystrix*, von unten und aussen gesehen. *C.s.* Canalis semicircularis superior, *C.p.* Canalis semicircularis posterior, *C.e.* Canalis semicircularis externus, *A.t.c.c.-t.* Apertura tympanica canalis cranio-tympanalis, *C.c.-t.* Canalis cranio-tympanalis, *F.c.* Fenestra cochleae, *F.v.* Fenestra vestibuli, *C.* Cochlea, *C.pn.* Cellulae pneumaticae, *V.c.l.* Vena capitis lateralis (HOCHSTETTER).
- „ 2. Ausgusspräparat des inneren Ohres von *Echidna hystrix*, von oben und innen gesehen. *B.* künstliche Brücke zur Erhaltung des Ausgusses vom Aquaeductus vestibuli, *A.v.* Aquaeductus vestibuli, *C.p.* Canalis semicircularis posterior, *C.e.* Canalis semicircularis externus, *C.s.* Canalis semicircularis superior, *R.s.* Ramus sacculi, *R.u.* Ramus utriculi, *V.* Vestibulum, *C.F.* Canalis Fallopii, *C.pn.* Cellulae pneumaticae, *C.* Cochlea, *T.s.f.* Tractus spiralis foraminulentus, *P.a.i.* Porus acusticus internus, *A.c.* Aquaeductus cochleae, *V.c.l.* Vena capitis lateralis.
- „ 3. Gehörknöchelchen und Annulus tympanicus von *Echidna hystrix*. a Mediale obere Ansicht vom Annulus tympanicus, Hammer und Amboss. *M.m.* Manubrium mallei, *C.m.* Caput mallei, *P.* Processus für die Verbindung mit dem Stapes, *I.* Incus, *P.F.* Processus Folii, *A.t.* Annulus tympanicus. — b Annulus tympanicus, von aussen-unten gesehen. *A.t.* Annulus tympanicus. — c Laterale Fläche des Ambosses. *I.* Incus. — d Hammer, von aussen-unten gesehen. *P.F.* Processus Folii, *C.M.* Caput mallei, *P.b.* Processus brevis, *M.m.* Manubrium mallei. — e Stapes.
- „ 4. Hinterer Theil der Schädelbasis von *Echidna hystrix*; der vordere Theil der unteren Wand des Canalis cranio-tympanalis ist fortgebrochen, um die Fenestra cochleae sichtbar zu machen. *F.c.* Fenestra cochleae, *F.v.* Fenestra vestibuli, *C.t.* Cavum tympani, *F.f.* Foramen faciale, *A.t.c.F.* Apertura tympanica canalis Fallopii.
- „ 5. Sagittaler Schnitt durch die Hammer-Ambossverbindung bei *Echidna hystrix*. *P.* Periost, *I.* Incus, *M.* Malleus, *G.* längsgetroffenes Blutgefäss, *B.* grobmaschiges, zum Theil faseriges Bindegewebe.
- „ 6. Sagittaler Schnitt durch die Hammer-Ambossverbindung bei *Echidna hystrix*. *M.* Hammerkopf, *I.* Amboss, *P.i.* Periost des Ambosses, *P.m.* Periost des Hammers, *B.* grossmaschiges Bindegewebe.
- „ 7. Amboss-Steigbügelverbindung bei *Echidna hystrix*. *St.* Knochenzellen des Stapesköpfchens, *K.* Knorpelzellen, *C.* von einer Kapsel eingeschlossene Knorpelzellen, *b.* Bindegewebe, *h.* Hohlräume im Knorpel, *I.* Amboss.





Tafel XXII.

## Tafel XXII.

- Fig. 8. Sagittaler Schnitt durch Hammer, Amboss und Steigbügel bei *Ornithorhynchus*. *St.* Stapesfussplatte, *M.* Mastoideum, *b.* bindegewebige Verbindung des Mastoids mit Hammer und Amboss, *G.* Gelenkspalte, *Ma.* Hammer, *I.* Amboss, *H. A. V.* Hammer-Ambossverbindung, *A. St. V.* Amboss-Steigbügelverbindung, *C. st.* Steigbügelköpfchen, *C.* Columella des Stapes.
- „ 9. Sagittaler Schnitt durch die Hammer-Ambossverbindung bei *Ornithorhynchus* (starke Vergrößerung). *I.* Amboss, *M.* Hammer, *G.* Gelenkspalte, *b.* bindegewebige Verbindung mit dem Mastoid, *K. V.* knorpelige Verbindung zwischen Hammer und Amboss.
- „ 10. Corrosionspräparat des inneren Ohres von *Ornithorhynchus*, von unten gesehen. *C.* Cochlea, *F. v.* Fenestra vestibuli, *V.* Vestibulum, *A. e.* Ampulla externa, *C. e.* Canalis semicircularis externus, *C. s.* Canalis semicircularis superior (anterior), *C. p.* Canalis semicircularis posterior, *A. p.* Ampulla posterior, *F. c.* Fenestra cochleae, *K.* Kunstproduct im Zusammenhang mit dem Ausguss des inneren Gehörganges.
- „ 11. Gehörknöchelchen und Annulus tympanicus von *Ornithorhynchus*. *a* Annulus tympanicus, Hammer und Amboss, von oben gesehen. *M. m.* Hammergriff, *P.* Fortsatz für die Verbindung mit dem Stapes, *A. t.* Annulus tympanicus, *I.* Amboss. — *b* Amboss. — *c* Stapes.
- „ 12. Rechte Schädelhälfte von *Ornithorhynchus paradoxus*, von innen gesehen. *A. sp.* Alisphenoid?, *M.* Mastoid (Pteroticum), *Pa.* Parietale, *O. s.* Occipitale superius, *F. s.* Fossa subarcuata, *Pe.* Petrosium, *F.* Foramen pro nerv. vago + For. praecondyloideum + Fenestra occipitalis, *O. l.* Occipitale laterale, *O. b.* Occipitale basale, *M. a. i.* Meatus auditorius internus, *F. o.* Foramen ovale.
- „ 13. Rechte Schädelhälfte von *Ornithorhynchus*, von unten und wenig von hinten gesehen. *S.* Squamosum, *M.* Mastoideum, *A. t. c. F.* Apertura tympanica canalis Fallopii, *F. o.* Foramen ovale, *Ma.* Maxillare, *Pal.* Palatinum, *Pe.* Petrosium, *F. v.* Fenestra vestibuli, *O. b.* Occipitale basilare, *O. l.* Occipitale laterale, *F.* Foramen pro nerv. vago + For. praecondyloideum + Fenestra occipitalis, *F. c.* Fenestra cochleae, *P. h.* Processus hyoideus ossis mastoidei (VAN BEMMELEN).
- „ 14. Linke Schädelhälfte von *Varanus salvator*, von innen gesehen. *O. l.* Occipitale laterale, *O. s.* Occipitale superius, *Pa.* Parietale, *F.* Frontale, *Sph.* Sphenoideum, *P.* Petrosium (Prooticum, Otosphenoid), *M. a. i.* Meatus auditorius internus, *Op.* Opisthoticum.
- „ 15. Linke Schädelhälfte von *Varanus salvator*, von unten und wenig von vorn gesehen. *M.* Maxilla, *I.* Jugale, *Tr.* Transversum, *P. o.* Postorbitale, *Pt.* Pterygoideum, *Sph.* Sphenoideum, *Qu.* Quadratum, *S. t.* Supratemporale, *C.* Columella, *Pe.* Petrosium (Prooticum, Otosphenoid), *O. l.* Occipitale laterale, *O. b.* Occipitale basale.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Denkschriften der medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Jena](#)

Jahr/Year: 1897-1901

Band/Volume: [6\\_1](#)

Autor(en)/Author(s): Denker Alfred

Artikel/Article: [Zur Anatomie des Gehörorgans der Monotremata. 635-662](#)