

der Gebilde. Ich erachte es deswegen für vollständig überflüssig, auf diese Veröffentlichung von Kölliker's einzugehen, da unsere Untersuchungen sich auf ganz verschiedene Dinge beziehen. Ich sehe in der Veröffentlichung von Kölliker's nur eine Bestätigung der von mir gelegentlich meiner zweiten Publikation über das Corpus luteum (l. c.) S. 180/181 Anmerk. gemachten Bemerkungen, nicht aber einen Beitrag zur Entstehung des Corpus luteum.

(Aus dem anatomischen Institut zu Bonn.)

Zur vergleichenden Anatomie der Muskeln und der Topographie des Mittelohres ver- schiedener Säugethiere.

Von

Dr. R. Eschweiler,

Privatdocent und Assistenzarzt der Universitäts-Poliklinik für Ohren-
und Nasenkrankhe zu Bonn.

Hierzu Tafel XXV—XXVIII und 4 Figuren im Text.

Die vergleichende Anatomie des innern Ohrs ist fast erschöpfend bearbeitet. Der schallzuleitende Apparat mit seinen Adnexen ist dagegen selten Gegenstand der vergleichend-anatomischen Untersuchung gewesen, und wo das Mittelohr der Thiere mit seinem Inhalt und die Tube eine Besprechung erfahren haben, da handelt es sich weniger um vergleichende, als vielmehr um deskriptive Thieranatomie. Ganz besonders geringe Beachtung haben die Muskeln der Gehörknöchelchen erfahren, obschon doch gerade sie ein interessantes Objekt der vergleichend anatomischen Untersuchung sind, zumal, da ihre Funktion noch sehr strittig ist, und vielleicht auf dem Wege der vergleichenden Anatomie eine Lösung der Frage gefunden werden kann.

Von den älteren Anatomen, welche genaue Untersuchungen auch bei Thieren gemacht haben, ist besonders E. Hagenbach¹⁾ zu nennen. Er beschreibt indessen nur die betreffenden Muskeln bei verschiedenen Säugethieren. Die ersten wirklich vergleichend anatomischen Untersuchungen sind von Zuckerkandl²⁾ ausgegangen. Er sowohl, wie Hagenbach legen hauptsächlich Werth auf die Structurverhältnisse des Muskelbauchs. Zuckerkandl hat neben diesen zum ersten Mal auch auf die Verschiedenheiten aufmerksam gemacht, welche der Tensor tympani der Thiere in seinem Zusammenhang mit der Tuba Eustachii besitzt, und daraus eine vergleichend anatomische Deutung für den Tensor des Menschen herzuleiten versucht. Während er zum Studium der Structur des Muskelbauchs das Mikroskop herangezogen hat, sucht er den Zusammenhang des Muskels mit der Tube makroskopisch zu demonstrieren. Die nachfolgende Darstellung wird aber zeigen können, dass die Analyse von dünnen Serienschnitten noch eine Reihe von Eigenthümlichkeiten zu Tage fördert, die bei makroskopischen Präparationen verborgen bleiben müssen.

Diese Untersuchung muss nämlich umso mehr auf grosse Genauigkeit Anspruch machen dürfen, als gerade im Zusammenhang mit der Tuba Eustachii und in etwaigen Lageänderungen des Muskelbauchs der Schwerpunkt der vergleichend anatomischen Untersuchung des Tensor tympani zu suchen ist; es ist ja die Zugehörigkeit des Tensors zur Tube viel inniger, als zum Mittelohr, weil der Muskel erst sekundär in den Dienst des Gehörorgans gestellt ist. Es wurde daher in den folgenden Untersuchungen besonders auf diesen Punkt die Aufmerksamkeit gelenkt und damit eine Betrachtung der Tuba Eustachii verknüpft. Da die Gehörorgane in Serienschnitte zerlegt wurden, konnten nicht nur die Structurverhältnisse des Muskelbauchs, sondern auch andere wichtige Verhältnisse der Paukenhöhle und ihres Inhalts studirt werden, z. B. die Gehörknöchelchen, der Musculus stapedius, vor allem aber die wechselnde Gestaltung der Trommelhöhle.

1) E. Hagenbach, Disquisitiones anatomicae circa musculos auris internae. Basileae 1833.

2) E. Zuckerkandl, Zur Morphologie des Musculus tensor tympani. Archiv f. Ohrenheilkunde Bd. 20, S. 104.

Ehe zur Beschreibung der makroskopischen und mikroskopischen Untersuchung übergegangen wird, mögen einige Bemerkungen über die Technik einen Platz finden.

Nach Durchsägung des betreffenden Thierschädels in sagittaler Richtung wurde das Gehirn herausgenommen. Darauf wurde der äussere Gehörgang nahe dem Trommelfell abgeschnitten und letzteres in der unteren Hälfte mit einem Messerchen perforirt, um der Härtingsflüssigkeit den Eintritt in die Paukenhöhle zu gestatten. Wie sich nachher noch ergeben wird, war es oft nicht möglich, die Luft völlig aus dem Mittelohr zu entfernen, obgleich das Präparat stets mit der Trommelfellperforation nach oben gerichtet in der Härteflüssigkeit lag. Zu Anfang habe ich versucht, durch Ausspritzen der Tuba vom Rachen her die Luft aus der Pauke durch die Trommelfellöffnung hinauszudrängen. Es gelang das zwar, aber die Tubenschleimhaut wurde dabei so stark verletzt, dass späterhin von dem Verfahren Abstand genommen wurde. Augenblicklich mache ich den Versuch, durch Auspumpen die Luft zu entfernen: ich stelle das Präparat mit durchstochenem Trommelfell, völlig bedeckt von 80% Alcohol, unter den Recipienten einer Luftpumpe. Man sieht dann deutlich bei der Vacuumbildung die Luftblasen entweichen. Ob man mit diesem Verfahren wirklich zum Ziele kommt, und ob nichts dabei zerrissen wird, muss sich noch herausstellen, wenn die betreffenden Präparate geschnitten werden.

Als Härtingsflüssigkeit diene der Alcohol in steigender Concentration. Die Präparate — bei kleinen Thieren der halbe Kopf, bei grössern das in weiterem Umkreis ausgesägte Gehörorgan — wurden am ersten Tag in 50 und 70% Alcohol, am zweiten Tag in 80%, am dritten und vierten in 96% Alcohol gebracht.

Der Alcohol hat sich uns ausserordentlich gut bewährt: ein mit Zenker'scher Flüssigkeit fixirtes Präparat gab weniger schöne Bilder.

Nach der Härtung wurde die Entkalkung in einer Mischung von 4 Theilen Salpetersäure v. spec. Gew. 1,33 und 100 Theilen Aqua destillata vorgenommen.

Die Entkalkung dauerte verschieden lange. Eine Norm lässt sich auch für gleiche Thierspecies nicht aufstellen, da Alters- und individuelle Unterschiede in der Knochenhärte vor-

kommen. Es muss eben für jedes Präparat durch Anstechen mit einer spitzen Nadel und Anschneiden mit dem Rasirmesser der richtige Zeitpunkt zur Herausnahme aus der Säure gesucht werden. Es ist zweckmässig, die Präparate noch 48 Stunden in der Säure zu belassen, selbst wenn sie schon gut schneidbar sind, weil nämlich kleine nicht ganz und gar entkalkte Stellen nach der späteren Alcoholbehandlung einen viel höheren Härtegrad annehmen, als man an dem eben der Säure entnommenen Präparat nachweisen konnte.

Nach vollendeter Entkalkung wurde 24 Stunden lang in fliessendem Wasser ausgewaschen und dann wieder in steigendem Alcohol gehärtet. Jetzt erfolgte das Zurechtschneiden des Präparates und das Anlegen der Schnittebene. Die Lage der letzteren soll noch bei Beschreibung jeder Serie später genauer erörtert werden. Ich will hier nur bemerken, dass es zu Anfang beabsichtigt wurde, die Tubenlängsaxe, die Anheftungsstelle des Musculus tensor tympani am Felsenbein, und die Insertion seiner Sehne am Hammer möglichst in eine Ebene, d. h. in die Schnittebene zu bringen. Später habe ich auf den Rath des Herrn Prof. N u s s b a u m die Schnittebene frontal gelegt. Beide Methoden haben ihre Vorzüge. Die letztere gewährt den grossen Vortheil, dass sie eine für alle Thiere konstante Lage behält und dass somit ein Vergleich zwischen den einzelnen Thierarten erleichtert wird. Erst nach Anlegung der Schnittebene und Behandlung mit Alcohol absol. und Aether-Alcohol erfolgte die Einbettung in Celloidin.

Ueber die Herstellung der beigegebenen Tafeln sei Folgendes bemerkt. Es war zunächst beabsichtigt, alle Präparate und Schnitte zu photographiren. Bei der verschieden starken Blaufärbung (Hämalaun) der verschiedenen Gewebsarten wurden jedoch stellenweise die Contraste zu stark und andererseits die Details zu wenig ausgeprägt, so dass die meisten Präparate doch nachträglich gezeichnet wurden.

Die Aufnahmen von Figur 2 und 3 wurden nach Art von Mikrophotographien, aber bei auffallendem Sonnenlicht und bei vierfacher Lupenvergrösserung gemacht. Das Präparat — der Recessus tympanicus pharyngis — war ein ausserordentlich ungünstiges Object für die photographische Aufnahme, denn einmal war es sehr schwer, die Tiefe des Recessus genügend zu

erleuchten, zweitens konnte bei dem grossen Niveauunterschied zwischen den Theilen des Präparats immer nur auf einen kleinen Bezirk scharf eingestellt werden. Eine genügende Beleuchtung wurde dadurch erzielt, dass mit einem auf Stativ befestigten grossen Reflector, wie er zum Kehlkopfspiegeln benutzt wird, ein Streifen intensiven Sonnenlichts in die Tiefe des Recessus tympanicus geworfen wurde. Auf der Mattscheibe der Camera wurde dann bei der ersten Aufnahme das Trommelfell, bei der zweiten das Ostium attici tympanici eingestellt. Die Expositionsdauer war eine sehr kurze. Sie betrug drei bis vier Sekunden.

Die photographische Aufnahme der Serienschnitte wurde folgendermaassen vorgenommen. Als Lichtquelle diente der von der Sonne hell beleuchtete Horizont. Mit diesem Licht wurde das Bild zunächst auf der Mattscheibe der Leitz'schen Camera, dann mit der Lupe scharf auf der hellen Glasscheibe eingestellt. Darauf wurde auf die Irisblende eine Gelbscheibe gelegt und nun ohne weitere Ablendung des durchfallenden Lichtes zehn Sekunden lang exponirt.

Bei Ausführung der Zeichnungen wurden die Umrisse theils nach den Photogrammen durchgepaust, theils mit dem Zeiss'schen Prisma entworfen.

Während der Durchsicht einer Serie wurde der Befund zunächst in ein Schema eingetragen, welches die Uebersicht ausserordentlich erleichtert. Statt der näheren Beschreibung lasse ich hier einen Theil des Schemas, wie es bei Durchsicht der Schnittserie vom Gehörorgan des Schuppenthieres sich ergab, folgen. Auf Grund solcher Tabellen wurde dann unter Erweiterung der Details die genauere Beschreibung der Serie geliefert.

Nr. d. Schnittes	Tube	Pauken- höhle	Gehör- knöchelchen	Nerven	Mm. tensor tympa- ni und stapedius	Verschie- denes
5	Ost. pharyng. Lumen mehr- mals ange- schnitten.			N. facialis im Quer- schnitt. Ein Gan- glion nahe d. Schädel- höhle.		Cavernöses Gewebe und Drüsen i. der Gehörgangs- gend.

Nr. d. Schnittes	Tube	Pauken- höhle	Gehör- knöchelchen	Nerven	Mm. tensor tympani und stapedius	Verschie- denes
6	Tubulumen in fibröses Gewebe eingelagert.					
12	Tube ampullen- artig erwei- tert.					
13	Tube in ganzer Länge. Knorpel üb. dem Ost. phar. tubae.	Beginn der Paukenh. Ost. tymp. tubae erfüllt mit abge- stossenem Epithel.				
15		Die Pauken- höhle grenzt unmittelbar an caver- nöses Ge- webe.				Ceruminal- drüsen im äusseren Gehörgang.
17					M. stape- dius.	
18		Die Pauke buchtet sich nach dem Labyrinth hin aus.				
21	Knorpel auch unter dem Ost. phar. tubae			Ganglion in Schnitt 5 gibt einen Nerv ab.		
25		Fenestra ro- tunda.				Gehör- gangslumen.
28		Von der Schädel- höhle her er- streckt sich eine Aus- buchtung nach der Pauke hin.				

Nr. d. Schnittes	Tube	Pauken- höhle	Gehör- knöchelchen	Nerven	Mm. tensor tympa- ni und stapedius	Ver- schie- denes
33	Von der Tuba ent- springt ein rachenwärts verlaufen- der Muskel.					
35		Stärkere Ab- schnürung der Aus- buchtung.				
36				Ganglion am N. acu- sticus.		
41					Nur noch Spitze des M. stap. sichtbar.	
42		Der Durch- bruch der Schädel- höhle in die Pauke berei- tet sich vor.		Ganglion aus Schnitt 5 ver- schwunden. Nur noch Nerv vor- handen.		
43					Die Spitze des M. stape- dius verlässt die Knochen- höhle.	
47	Oberer und unterer Ab- schnitt des Tubenknor- pels vereint.		Stapes- platte.			
48			Drei Knochen- kerne i. d. Stapes- platte.	Eigenthüm- liche Anord- nung der Acusticus- fasern.		
49	Tubenknor- pel stark ge- rollt u. dem Rachenepi- thel anlie- gend.		Stapes- kopf.			

Die Reihe der untersuchten Thiere möge mit der untersten Species der Säugethiere eröffnet werden: mit dem *Ornithorhynchus paradoxus*.

Vom Gehörorgan des Schnabelthiers hat bis jetzt nur die *Tuba Eustachii* eine Beschreibung erfahren. Zuerst seitens *Rüdinger's*¹⁾.

Später hat *Zuckerkanndl*²⁾ die Ergebnisse der *Rüdinger'schen* Untersuchung nachgeprüft und ist dabei, von einigen unwesentlichen Berichtigungen abgesehen, zu demselben Ergebniss gekommen, welches dahin lautet, dass dem Schnabelthier die Ohrtrumpete gänzlich fehlt. „Statt eines solchen Rohrs findet man eine etwa kleinlinsengrosse Oeffnung an der Seitenwand des Rachens, beziehungsweise an der innern untern Partie des defekten Paukenhöhlenbodens, welche die Aufgabe der *Tuba* übernehmend für die Ventilation der Paukenhöhle Sorge trägt, und an welcher die Rachenschleimhaut dünner werdend in die Paukenhöhlenschleimhaut übergeht. Ein Verschluss dieser Oeffnung (welche man *Ostium pharyngo-tympanicum* nennen könnte), etwa in Form einer Falte oder Klappe existirt nicht, und somit ist der Zugang von der Rachenhöhle zur Paukenhöhle ein ganz freier, mag sich der *Pharynx* verhalten, wie er wolle. . . .“ „Von Innen her untersucht, sieht man, wie der Rachenraum gegen das *Ostium pharyngo-tympanicum* sich ein wenig trichterförmig zuspitzt, und durch die Oeffnung gewahrt man deutlich den *Hammer*. Siehe *Tafel XXV, Figur 1 (O Nasenhöhle, N Choanenrohr, PH Pharynx, K Schädelhöhle)*.

Als ich nun das Gehörorgan des Schnabelthiers behufs Untersuchung des *Musculus tensor tympani* zum Serienschnitt vorbereitete, diente mir die Beschreibung *Zuckerkanndl's* zur Grundlage der Präparation. Es musste danach angenommen werden, dass bei der weiten Communication des Mittelohrs mit dem *Pharynx* eine Durchtränkung der ganzen Paukenhöhle mit *Alcohol* und ein völliges Eindringen des *Celloidins* ohne Weiteres stattfinden würde. Es war daher eine unangenehme Ueber- raschung, dass beim Schneiden des grossen Präparats ein Theil

1) *Rüdinger*, Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Histologie der Ohrtrumpete. München 1870.

2) *Zuckerkanndl*, Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Ohrtrumpete. *Archiv f. Ohrenheilk.* Bd. 23, S. 201.

der Paukenhöhle sich als leer erwies, und dass in Folge dessen die Schnitte von einer grossen Brüchigkeit waren. Dieser Umstand liess es als unwahrscheinlich vermuthen, dass eine weite, dem „Ostium pharyngo-tympanicum“ Zuckerkandl's entsprechende Communication zwischen dem Rachen und der Paukenhöhle bestände. Es wurde deshalb die andere Kopfhälfte des Ornithorhynchus einer genauen makroskopischen Untersuchung und Präparation unterworfen. Dabei ergab sich nun Folgendes:

Wie Zuckerkandl l. c. bemerkt, ist die Nasenhöhle des Ornithorhynchus jederseits in ein langes hinteres Ansatzrohr ausgezogen, welches einer Choane gleichzusetzen ist und oberhalb des weichen Gaumens in den Pharynx mündet. Dicht hinter dem hintern Ende dieser lang ausgezogenen Choane befindet sich an der Seitenwand des Rachens eine kleinlinsengrosse, etwa zwei Millimeter tiefe runde Nische. Sie wird lateralwärts vom Trommelfell abgeschlossen, welches letzteres sammt dem Hammerstiel deutlich vom Rachen her zu sehen ist. Zuckerkandl nennt den Zugang zu dieser Nische Ostium pharyngo-tympanicum.

Die Nische selbst wird am besten mit dem Namen Recessus tympanicus pharyngis belegt. Dieser Recessus ist als ein Theil der Paukenhöhle aufzufassen, welcher mit dem Rachen durch das weite Ostium pharyngo-tympanicum communicirt. Der Recessus tympanicus (*rt* der Figur 2) mit dem Trommelfell und Hammergriff (der kleine schwarze Strich im hellen Trommelfell) ist in Figur 1, die der Zuckerkandl'schen Arbeit entnommen ist, zu sehen. Wenn die Beschreibung Zuckerkandl's vollständig wäre, so müsste der Recessus tympanicus pharyngis unmittelbar in den Theil der Paukenhöhle übergehen, welcher den Rest des Hammers und die übrigen Gehörknöchelchen enthält. Dies ist jedoch nicht der Fall, sondern es sind beide Abschnitte der Paukenhöhle von einander geschieden und communiciren nur durch eine kleine Oeffnung miteinander, welche in der Tiefe des Recessus tympanicus pharyngis und zwar nahe dem Rande des vorderen oberen Trommelfellquadranten liegt. Da sich hier der die Gehörknöchelchen bergende Raum, den ich dem Kuppelraum des Menschen gleichsetze, in den Recessus tympanicus öffnet, so soll diese Communication mit dem Namen Ostium atticum tympanicum belegt werden.

Das Ostium atticum tympanicum ist für ein kleines Stecknadel-

köpfchen durchgängig. Zur Erklärung möge Tafel XXV, Figur 2 und 3 dienen.

Figur 2 giebt die linke hintere Rachengegend des Ornithorhynchus wieder. Man sieht bei *r t* den Recessus tympanicus pharyngis, dessen Boden — das Trommelfell — in eine dunkle und eine helle Partie zerfällt. Die helle Partie ist ein Lichtkegel, hervorgerufen durch die künstliche Beleuchtung. Die Spitze dieses Lichtkegels entspricht dem Umbo des Trommelfells. *z* ist die mediane Durchschnittsfläche der Zunge. *oe* ist der losgelöste Anfangstheil des Oesophagus. Bei *ch* beginnt das lange Ansatzrohr der Choane. Der dunkle Theil des Recessus tympanicus ist nach oben hin von einem hellen Saum umgeben, welcher im Niveau der Rachenwand liegt. Unter diesem Saum liegt das Ostium atticum tympanici versteckt und wird erst dann sichtbar, wenn man das Präparat so um eine horizontale, zum Beschauer transversal stehende Axe dreht, dass man unter dem Rand des Recessus tympanicus in die Tiefe sieht. Das ist für die Aufnahme, welche in Figur 3 abgebildet ist, geschehen. In diesem Bild ist gemäss der oben angegebenen Drehung mehr vom oberen, als vom unteren Theil des Trommelfells zu sehen. Nach oben vorne erscheint als dunkler Fleck nahe dem Rand des Recessus tympanicus das Ostium atticum tympanici. Es liegt nicht im Trommelfell, sondern nahe seinem Rande in der Rachenschleimhaut. Vom Lichtkegel des Trommelfells ist nur die Spitze zu sehen. Auf beiden Bildern fällt der helle, dem Sonnenreflex entsprechende Streifen auf. Bei der makroskopischen Präparation wurde zunächst die Rachenschleimhaut in der Umgebung des Recessus tympanicus abpräparirt. Es zeigte sich, dass zwischen dem Rande des hinteren Choanenendes, also der in Figur 2 mit *ch* bezeichneten Stelle und zwischen der Circumferenz des Ostium atticum tympanici zwei Muskelbäuche ausgespannt sind, deren pharyngealer Ursprung genau zu begrenzen war, deren tympanales Ende sich jedoch in die Paukenhöhle hinein verlor. Diese Muskelbäuche liegen fast transversal, verlaufen demgemäss mediolateral. Der mediale Ursprung am Choanenrande liegt etwas mehr oralwärts, als das Sehnenende.

Nun wurde unter Schonung des Hammers das Trommelfell und der das Ostium pharyngo-tympanicum begrenzende Theil der Rachenhaut abgetragen, und somit ein weiter Zugang zur

Paukenhöhle geschaffen, wo sich jetzt die Insertion der eben erwähnten Muskelbäuche am Hammer zeigte. Dieses Präparat ist in Figur 4 wiedergegeben. Da die starke Niveaudifferenz zwischen dem Boden des Recessus tympanicus und der Rachenwand nicht mehr vorhanden war infolge Abtragung der benachbarten Schleimhaut, so brauchte keine Beleuchtung mit dem Reflektor zu erfolgen. Das Präparat wurde vielmehr dem directen Sonnenlicht ausgesetzt und ebenfalls mit sehr kurzer Expositionsdauer photographirt.

Man sieht in Figur 4 die beiden Muskelbäuche bei *m* und *m'*. Besonders deutlich ist der Ursprung des oberen an der hinteren Umrandung des Choanenrohres (*ch*). Beide Muskelbäuche spitzen sich tympanalwärts zu. Der obere entwickelt eine blinkende Sehne. Beide verschwinden dann unter dem Trommelfellrest *t*. Vor letzterem und über dem Sehnenende des Muskels liegt eine dunkle Stelle. Hier befindet sich der nun breite Zugang zur Paukenhöhle, die eine besondere Besprechung verlangt.

Die Paukenhöhle zerfällt in zwei Theile. Der eine davon ist der Recessus tympanicus pharyngis, dessen Lage vorher beschrieben wurde. In ihm befindet sich von den Gehörknöchelchen nur der Hammerstiel, soweit er in das Trommelfell verwebt ist. Der andere Theil der Paukenhöhle, welcher den Kopf des Hammers nebst Amboss und Steigbügel enthält, liegt höher, als der Recessus tympanicus, so dass sein Boden im Niveau des oberen Trommelfellrandes liegt. Gleichzeitig liegt er auch lateral vom Recessus tympanicus und erstreckt sich weiter nach vorn, als dieser. Nach vorne hin senkt sich der Boden dieses Paukenhöhlenabschnitts wieder etwas.

Denkt man sich den Recessus tympanicus pharyngis als geschlossenen Raum, so würde die gesammte Paukenhöhle einem Doppelsack ähnlich sein, von dem der untere mediale Theil dem Recessus tympanicus pharyngis, der obere laterale dagegen dem die Gehörknöchelchen bergenden Kuppelraum entspräche. Dieser dem Kuppelraum des Menschen vergleichene Theil enthält aber beim Schnabelthier weit mehr wichtige Theile, als beim Menschen, denn seine mediale Wand wird von der das ovale und runde Fenster enthaltenden Felsenbeinfläche gebildet.

An der Stelle, wo der Doppelsack eingeschnürt ist, liegt auch die Kommunikationsöffnung beider, nämlich das Ostium attici

tympanici. Diese Verhältnisse werden am besten durch die Figur 9, Tafel XXVI illustriert. Nur ist zu bemerken, dass die auf den Abbildungen der Schnabelthierserie rechts befindlichen Theile höher liegen, als die linke Seite. Es ist deshalb nöthig, die Bilder um 45° in entgegengesetztem Sinne des Uhrzeigers zu drehen, um eine der normalen entsprechende Stellung zu erhalten.

Man sieht deutlich, wie die Paukenhöhle im engern Sinne *P* zum Recessus tympanicus pharyngis resp. zur Rachenhöhle *PH* und zum Trommelfell *T* gelegen ist.

Ehe zur Beschreibung der Serienschnitte übergegangen wird, sind einige Vorbemerkungen nöthig.

Nach sagittaler Durchsägung des Schnabelthierkopfes wurde zunächst die Mündung des äussern Gehörgangs aufgesucht. Dieselbe ist spaltförmig und liegt, da eine Ohrmuschel fehlt, im Pelz verborgen, zwei cm von der Mittellinie und 2,2 cm von der Haargrenze am hintern Schnabelende des Thieres. Der äussere Gehörgang umzieht als platte Röhre von dünner, aber derber fibröser Wandung dicht unter der Haut die Seitenfläche des Kopfes. Er verläuft um die hintere Kante des Unterkiefergelenkfortsatzes herum median und senkt sich dabei zwischen den Weichtheilen in die Tiefe. Das Präparat befand sich zur Zeit der Verwendung schon seit lange in mittelstarkem Alkohol. So kommt es, dass das Epithel durchweg infolge von Maceration verschwunden und auch der Zusammenhang der Schleimhaut mit der Unterlage an einzelnen Stellen aufgehoben ist. Nach Einbettung in Celloidin geschah die Zerlegung in Schnitte von 0,04 mm Dicke. Dünnere Schnitte durften nicht gemacht werden, weil infolge Leerseins der Paukenhöhle eine grosse Brüchigkeit der Schnitte bestand. Zur Färbung wurde Hämalaun genommen. Es zeigte sich, dass die Weichtheile den Farbstoff nur sehr langsam aufnahmen, während der Knochen sich rasch intensiv färbte.

Die Schnittebene verläuft von vorne oben nach hinten unten und ist gegen die Horizontale um etwa 45° geneigt. Sie ist also eine Tangentialebene am Mittelpunkt des Kreisbogens, welcher den untern vorderen Quadranten des Trommelfells begrenzt.

Die Serie beginnt mit Schnitten, welche das Trommelfell nahe seinem vordern Falz getroffen haben. Die Membran ist hier sehr dick. Auf der einen Seite liegt die Rachenhöhle resp. der Re-

cessus tympanicus, auf der andern der äussere Gehörgang. Die Paukenhöhle im engeren Sinne, d. h. der die Ossicula grösstentheils bergende Raum ist in den ersten Schnitten noch nicht eröffnet. Der erste Schnitt, welcher ein diesem Paukentheil zugehöriges Lumen zeigt, ist Schnitt 5. Dasselbe ist zunächst durch eine membranöse Scheidewand getheilt, wird jedoch von Schnitt 8 an einheitlich. Schnitt 16 (Figur 5, Tafel XXVI) möge zur Orientierung dienen.

Zu den Seiten des Trommelfells *Tp* liegt einwärts der Recessus tympanicus pharyngis *PH*, auswärts der äussere Gehörgang *M. A. E.* Der Zugang des Recessus vom Rachen her ist dadurch verengt, dass sich ein breites Gewebepolster, bestehend aus Drüsen *D* und Muskelfasern *m* von der Unterlage abgehoben hat. Dadurch ist ein Kunstprodukt, der hohle Raum *a* entstanden, der von ziemlich grosser Ausdehnung und daher in fast allen Schnitten sichtbar ist. Ausser der mächtigen Drüsenschicht *D* liegt im Recessus tympanicus pharyngis noch die Drüsenmasse *D'*, deren beider Zusammenhang in den vorhergehenden Schnitten sichtbar ist. Die Drüsen bilden einen Doppelwulst, dessen grösserer Abschnitt im Recessus tympanicus pharyngis, dessen kleinerer im Atticus tympanicus liegt, beide sind durch einen schmalen über den Rand des Ostium attici tympanici verlaufenden Streifen von Drüsengewebe verbunden. *F* ist das Felsenbein, *C* die Schädelhöhle, *P* der vorher erwähnte, die Hauptmasse der Ossicula enthaltende Paukenhöhlenabschnitt. Er soll der Kürze halber im Folgenden nur mit dem Ausdruck „Paukenhöhle“ bezeichnet werden. Das Lumen *P* ist wie ersichtlich, von zwei Schenkeln eingefasst, von denen der eine dem äusseren Gehörgang, der andere dem Recessus tymp. phar. anliegt.

Die solitären Muskelfasern bei *t*, welche der Muskelmasse *m* angehören, sind die ersten unmittelbar als Muskelfasern des *m. tensor tympani* zu bezeichnenden Muskelelemente. In den folgenden Schnitten wird nun der Raum *P* immer grösser; dabei verdünnen sich die beiden ihn abgrenzenden Schenkel, welche sammt dem Trommelfell stark in die Länge gezogen werden. Die Zahl und die Länge der Tensorfasern wird grösser. Zugleich bereitet sich ein Uebergang derselben in das Gros der Rachenmuskulatur vor.

In Schnitt 19 ist der Zusammenhang des *Tensor tympani*

mit der Rachenmuskulatur sehr deutlich. Am unteren Trommelfellrand ist der im Querschnitt getroffene Knochenfalz desselben sichtbar. In Schnitt 21 tritt im Trommelfell nahe seinem oberen Ende eine spindelförmige Verdickung auf, welche Knorpelzellen erkennen lässt. Es ist dies die erste Andeutung des Hammers. Die Drüsen *D'* sondern sich immer deutlicher von dem Drüsencomplex *D*, indem zwischen beide der Tensor mit seiner Sehne und Schleimhautbekleidung allmählich sich einschiebt und auf den Hammer losrückt. Vorgreifend soll hier schon bemerkt werden, dass diese Verbindung des Muskels mit dem Hammer in Fig. 7 Schnitt 25 vollzogen, und damit der langgestreckte Raum *PH* der Fig. 5 in zwei Abtheilungen zerlegt ist, von denen die eine den in Figur 6 mit *b* bezeichneten Raum repräsentirt. Später wird dieser den Drüsen *D'* anliegende Raum *b* unter Schwund der pharyngealen Paukenhöhlenwand in das Paukenhöhlenlumen *P* einbezogen, und somit eine Verbindung des Pharynx mit der Paukenhöhle durch Vermittlung des Raumes *b* erzielt. Der *Musculus tensor tympani* ist im Schnitt 21 schon ziemlich ansehnlich. Der Muskelbauch enthält an seinem der Schleimhaut anliegenden Rande Sehnenfasern. In Schnitt 25 (Figur 6 Tafel XXVI) sind die vorher beschriebenen Verhältnisse am Uebergang des Pharynx in die Paukenhöhle illustriert. Man sieht, wie die den *Musc. tensor* bedeckende Schleimhautfalte schon den Hammer *M* erreicht hat. Letzterer ist in grosser Ausdehnung sichtbar. Der Raum *b* ist noch von der Paukenhöhle getrennt. In den folgenden Schnitten rückt das stumpfe Ende des *Tensor tympani* immer näher an den Hammer heran. Der Raum *b* vergrössert sich, so dass die den Muskel mit dem Hammer verbindende Schleimhautbrücke immer schmaler wird. Späterhin wird diese Brücke nur noch von der Sehne des *Tensor tympani* gebildet. Die Sehne *s* tritt in Schnitt 28 Figur 7 in grösserer Ausdehnung auf. Längs des der Schleimhaut zugekehrten Muskelrandes gehen die deutlich quergestreiften Muskelfasern in wellige Sehnenfaserbündel über. Letztere sind tingirt, während die Muskelfasern nicht gefärbt sind. Bei *L* ist das Labyrinth angeschnitten. Im Schnitt 31 liegen auch an dem dem Knochen zugekehrten Muskelrand und zwar nahe seinem Abgang aus der Muskulatur im Rachen wellige Sehnenfasern. Die Endsehne des *Tensor tympani* ist hier sehr lang

und schlank. Auch der Raum *b* ist in die Paukenhöhle *P* übergegangen. Mithin liegt hier der Anfang des Ostium atticum tympanici. Die Drüsen *D'* liegen nun ganz in der Paukenhöhle. In den folgenden Schnitten wird die Paukenhöhle immer geräumiger. Der Hammer wird in seinem untern Theil dünner, am Kopfende dicker. Auch im Innern vom Muskelbauch des Tensor tympani treten Sehnenfasern auf. In den nächsten Schnitten verändert sich das Bild nicht wesentlich. Nur wird der anfangs einheitliche Muskelbauch des Tensor in mehrere Muskelpartien von gleicher Verlaufsrichtung zerlegt. In Schnitt 56 erscheint die erste Andeutung der Stapesplatte. Die Muskulatur des Pharynx ist erheblich verdünnt, nur wenige Fasern sind mehr davon zu sehen. Der pharyngealwärts ziehende Ursprung des Musculus tensor tympani ist hier in eine fibröse Scheide eingebettet. Im Schnitt 58 (Fig. 8, Tafel XXVI) ist dies besonders deutlich. Es sind hier zwei Abschnitte des Tensor tympani zu sehen. Der eine mit *t*, der andere mit *t'* bezeichnet. *t* ist der in die Muskulatur *m* des Pharynx übergehende lange und schmale Bauch, welcher in den vorhergehenden Schnitten als einheitlicher Muskel von grosser Länge zu sehen war.

t' ist ein kurzer, aber dickerer Muskel, welcher sich immer mehr entwickelt, je mehr der Bauch *t* an Volum abnimmt. Er entspringt an der Labyrinthwand und geht in dieselbe Endsehne über, wie der Bauch *t*. Unter Einschrumpfen des Bauchs *t* wächst der Bauch *t'* bis in Nr. 66 Figur 9 ein Schnitt durch die grösste Ausdehnung dieses Muskelabschnitts erreicht ist. In diesem Präparat sind alle Gehörknöchelchen im Durchschnitt enthalten. *M* Hammer, *I* Amboss, *St* Steigbügel. Es fällt die relativ mächtige Entwicklung des Steigbügels auf, der, wie auch makroskopisch nachweisbar ist, Stäbchenform besitzt. Die Stapesplatte ist durch straffes Bindegewebe an den Rand des Vorhof fensters geheftet. Von einer Stapediussehne ist nichts zu sehen. Ebensowenig liegt auch in den folgenden und vorhergehenden Schnitten etwas, was als Musculus stapedius angesprochen werden könnte. Der Bauch des Tensor tympani hat hier Retortenform.

Er entspringt theils von der Labyrinthwand, theils von dem nahen Bindegewebe. Bei *D'* ist in dünner Schicht der Rest der Paukenhöhlendrüsen zu sehen. Ohne eine Besonderheit zu

bieten, verkleinert sich der Muskelbauch allmählich in den folgenden Schnitten, bis er in Schnitt 87 geschwunden ist.

Wenn man das Gesagte zusammenfasst, so ergibt sich Folgendes:

Der *Musculus tensor tympani* des Schnabelthiers besteht aus zwei Theilen. Der eine von diesen geht unmittelbar aus der Muskulatur hervor, welche am hintern lateralen Choanenrand entspringt. Der zweite Bauch hat sein Wurzelgebiet an der Labyrinthwand. Er ist kürzer, dicker als der Rachenbauch und am Ursprung abgerundet. Mit dem Rachenbauch steht er insoweit in naher Verbindung, als er sich unmittelbar neben ihn legt und seine Fasern in gleicher Richtung verlaufen lässt. Es muss jedoch ausdrücklich bemerkt werden, dass sein Ursprung ein selbstständiger ist. Beide Theile des *Musculus tensor tympani* gehen in dieselbe Endsehne über, welche sehr lang und schlank ist und unter spitzem Winkel am Hammer inserirt. Die Lage der Paukenhöhle wurde schon vorher besprochen. Interessant ist der unmittelbare Uebergang der Rachendrüsen in die Paukenhöhle. Diese Drüsen (*D'* der Abbildungen) liegen der Labyrinthwand an und bilden nahe dem Ostium atticum tympanicum eine dicke Schicht, welche nach oben hin immer mehr an Mächtigkeit abnimmt. Da mit wachsender Entfernung vom Rachen die Drüsen-schicht dünner wird, ist es erklärlich, dass die Paukenhöhle der höheren Säugethiere, welche eine lange Tube und damit eine grosse Entfernung der Pauke vom Rachen besitzen, nur spärliche oder keine Drüsen enthält.

Wie aus den Ergebnissen der makroskopischen Präparation hervorgeht, ist für die Ventilation der Paukenhöhle in doppelter Weise gesorgt. Die Gleichgewichtslage des Trommelfells wird dadurch erzielt, dass der Lufttritt zu dem Recessus tympanicus pharyngis durch das Ostium pharyngotympanicum ein ganz freier ist. Der andere Abschnitt der Paukenhöhle, welcher Amboss und Steigbügel enthält, wird durch das Ostium atticum tympanicum mit dem Recessus und so mit der Rachenhöhle in Kommunikation gebracht. Es erfüllt demgemäss auch das Ostium atticum die Funktion der Tuba Eustachii der höhern Thiere. Morphologisch kann dasselbe jedoch nicht mit dieser identifizirt werden, weil es eine Kommunikation von zwei Paukenhöhlenabschnitten bildet. Das Ostium pharyngo-tympanicum dagegen entspricht als Ver-

bindung zwischen Pauke und Rachenhöhle der Tube des Menschen. Da das Ostium pharyngo-tympanicum aber keine Röhre, sondern nur eine Oeffnung darstellt, so ist es gerechtfertigt, zu sagen, dass dem Schnabelthier die Tuba Eustachii fehlt. Aus diesem Grunde kann von einem Zusammenhang des Musculus tensor tympani mit der Tuba Eustachii keine Rede sein. Dagegen bestehen nähere Beziehungen zwischen dem Ostium atticum tympanici und der Sehne des Muskels. Die Sehne des Tensor tympani verläuft an der untern Peripherie des Ostium atticum und ist in der Schleimhaut eingebettet, welche den Recessus tympanicus von dem zweiten Paukenabschnitt trennt. Die Sehne ist demgemäss in gewissem Grade fixirt. Sie verläuft nicht frei in der Paukenhöhle, sondern in der Duplikatur der Schleimhaut, welche sich an der eingeschnürten Stelle des Doppelsacks gebildet hat.

Wenn man sich das Ostium pharyngo-tympanicum zu einer Röhre, d. h. zu einer wirklichen Tube ausgezogen denkt, so kommt der Rachenbauch des Musc. tensor tympani in unmittelbare Nachbarschaft der Tuba Eustachii und wird mit ihr in Verbindung treten müssen. Es besteht dann ein Tubenantheil des Tensor tympani — der Rachenbauch —, und ein Paukenhöhlenantheil — der Felsenbeinbauch. — Wenn man die Verhältnisse beim Schnabelthier als Grundform des Musc. tensor tympani betrachtet und die obenerwähnte Ausbildung des Tubenrohrs in Betracht zieht, so können folgende Schemata für den verschiedenen Bau des Musc. tensor tympani aufgestellt werden.

1. Der Muskel besitzt einen Tubenbauch und einen Felsenbeinbauch, welche beide gleichwerthig sind.
2. Diese Muskelabschnitte können sich in verschiedener Weise zurückbilden, so dass
 - a) nur noch ein Felsenbeinbauch,
 - b) nur noch ein Tubenbauch,
 - c) eine Combination des einen mit Rudimenten des andern bestehen bleibt.

II. *Echidna hystrix*.

Der knorplige, fibröse äussere Gehörgang ist sehr lang, einer abgeplatteten Röhre ähnlich, und schlingt sich wie bei *Ornithorhynchus* um die Seitenwand des Schädels herum. An seinem medialen Ende, wo er sich an die Cirkumferenz des stark

gegen die Horizontale geneigten Trommelfells ansetzt, entspricht der obere Insertionsrand des Gehörgangs nicht dem oberen Trommelfellrand, sondern es wird das Trommelfell durch die über dasselbe hinwegziehende Insertionslinie der oberen Gehörgangswand in einen kleineren oberen Theil, welcher nicht straff gespannt ist — *pars flaccida* — und einen grösseren unteren gespannten Theil — *pars tensa* — zerlegt. Der Hammergriff ist im Trommelfell deutlich zu sehen und verläuft abweichend vom Verhalten beim Menschen von oben hinten nach unten vorne.

Zuckerkandl widmet in der zu Anfang citirten Arbeit auch dem Gehörorgan von *Echidna* seine Betrachtung und beschreibt auf Grund makroskopischer Präparation und mikroskopischer Querschnitte den Verlauf und Bau der Tube dieses Thieres. Die der Zuckerkandl'schen Arbeit entnommene vorzügliche Abbildung der Rachenwand mit dem Ostium pharyngeum tubae findet sich auf Tafel XXVI, Figur 10. „Am Sagittalschnitt des Kopfes sieht man an der Seitenwand des Pharynx eine kleine, im Ruhezustand geschlossene Lücke — das Ostium pharyngeum tubae — welche wie bei vielen anderen Säugethieren von einem wulstigen Ringe umgeben ist. Dieser Wulst beginnt schon an der vorderen Peripherie der Oeffnung, schlägt sich oben um letztere herum und setzt sich hinten als leistenartiger Vorsprung weit an der seitlichen Rachenwand nach unten fort.“

Da das pharyngeale Tubenostium zum Trommelfell so zu liegen schien, dass eine Verbindungslinie beider fast in der Frontalebene verlief, so erwartete ich, auf den Frontalschnitten der Serie vertikale Längsschnitte des Tubenlumens zu erhalten. Diese Annahme erwies sich als unrichtig. Die Tube verläuft so stark von hinten innen nach vorne aussen, dass bei der angegebenen Schnittebene Schrägschnitte der Tube geliefert wurden.

Die Nummerierung der Serie beginnt mit dem am meisten caudalwärts gelegenen Schnitt. Die Schnittdicke beträgt 0,05 mm. Der Macerationszustand des Präparats von *Echidna* ist der wenigst gute von allen bearbeiteten Thieren, das Epithel infolgedessen nicht zu untersuchen. Die Serie ergiebt Folgendes:

Der erste Schnitt durch das pharyngeale Ostium der Tube ist in Nr. 6 enthalten. Hier ist sonst nichts von der Paukenhöhle sichtbar. Da die Schnittebene eine Frontalebene ist, so geht aus dem Gesagten hervor, dass entgegengesetzt dem Ver-

halten beim Menschen das pharyngeale Tubenostium caudalwärts von dem hintersten Ende der Pauke liegt. Bei allen höheren Säugethieren würde das Umgekehrte der Fall sein, indem bei der angegebenen Schnittführung zuerst die Paukenhöhle und zuletzt erst das pharygeale Tubenostium getroffen werden würde. Das Epithel des Tubenlumens ist, wie eben bemerkt, nicht erhalten. In den folgenden Schnitten rückt das nunmehr allseitig umwandete Tubenlumen von der Rachenwand ab. Die Form des Tubenquerschnitts ist höchst unregelmässig, im Ganzen ebenso hoch wie breit und erst in der Nähe der Pauke in die Form eines hohen schmalen Parallelogramms übergehend, wie Zuckerkandl bei Untersuchung der Tube von *Echidna* fand. Die Drüsen in der Umgebung der Tube zeichnen sich durch ihre Menge und ihre Anordnung aus. Die Drüsenschläuche liegen in breiten Spalten eines dichten dickfaserigen Bindegewebspolsters, welches die mediale und obere Wand der Tube begleitet und am stärksten nahe dem pharyngealen Ostium ist. Die laterale und untere Wand der Tuba ist von Muskeln umgeben, welche einerseits bis dicht an den Schleimhautüberzug des Rachens reichen, andererseits über dem Tubenlumen hinweg medialwärts in das erwähnte Drüsen bergende Bindegewebe eindringen. Figur 11, Tafel XXVI, eine Abbildung aus Schnitt 13 der Serie, bringt dies zur Anschauung. Bei *T* liegt das unregelmässig gestaltete Tubenlumen. *D* sind die in derbes fibröses Gewebe *f* eingelagerten Drüsen, *m* sind Muskelfasern, welche über dem Tubenlumen in das Bindegewebe hinein sich erstrecken, sodass Gruppen von Muskelfasern *m* entstehen, welche durch Bindegewebssepta voneinander getrennt werden.

Zwischen dem beschriebenen drüsenhaltigen Bindegewebzug, welcher die Tube begleitet, und der Schädelbasis liegt von Schnitt 25 ab ein schmaler Knorpelstreifen, der, wenn man ihn auf die Tube beziehen könnte, ihrer oberen Wand angehören würde. Er ist jedoch offenbar nicht als Tubenbestandtheil aufzufassen, weil einmal seine Entfernung vom Tubenlumen beträchtlich ist und zweitens, weil er nur eine beschränkte Ausdehnung besitzt und nicht mit dem nachher zu beschreibenden wahren Tubenknorpel in Verbindung steht. In den folgenden Schnitten entfernt sich der Tubenquerschnitt von der Rachenhöhle. Das

Bindegewebe medial von der Tube nimmt an Stärke ab und enthält weniger Drüsen.

In Schnitt 39 tritt auch lateral vom Tubenlumen eine Knorpelinsel auf, von der Muskelfasern ausgehen. Dies ist der erste Schnitt durch den Tubenknorpel. Von ihm aus verlaufen schmale Streifen von Muskelfasern nach unten, nach aussen und über dem Tubenlumen hinweg medialwärts. Diese Muskelgruppen sind die vorderen Ausläufer der in Figur 11 zum Theil wiedergegebenen grossen Muskelmasse.

In Schnitt 47 sind ausser dieser einen Knorpelinsel noch mehrere andere zu sehen, welche sich in einer von der oberen Tubenwand ausgehenden und nach aussen oben verlaufenden Reihe gruppieren. Sie zeigen den Weg an, den das Tubenlumen in den folgenden Schnitten nimmt. Diese Knorpelinseln werden immer mächtiger, bleiben aber von einander getrennt.

In Schnitt 55 beginnt die Tube in die Paukenhöhle einzumünden. In der Abtheilung des Tubenknorpels, welche am meisten paukenwärts liegt, tritt eine längliche Ossifikation auf. Dieser Knochenkern bildet die Grundlage für den hinteren Rand des Trommelfellfalzes.

In Schnitt 56 ist das Ostium tympanicum tubae zu sehen.

In Schnitt 59 sind die ersten Muskelfasern enthalten, welche dem *M. tensor tympani* angehören. Sie liegen in einer Nische, welche sich an der unteren äusseren Seite des Felsenbeins gebildet hat. Schon in Schnitt 50 trat in der Nachbarschaft des medialen Felsenbeinendes (*F* in Figur 12) und nach unten von demselben eine Knocheninsel im Bindegewebe auf. Dieselbe hat sich mit dem Felsenbein vereinigt, sodass eine Nische in letzterem entstanden ist, welche sich lateralwärts öffnet. Schnitt 59, Figur 12, Tafel XXVI zeigt diese Verhältnisse. Bei *PH* ist die Rachenhöhle sichtbar; ihre offenbar macerirte Schleimhaut zeigt ein gefranztes Aussehen; *F* ist das Felsenbein, in dem Theile des Labyrinths sichtbar sind. Bei *N* liegt die Nische des Tensor. Sie ist theils mit Muskelfasern, theils mit Bindegewebe gefüllt. Letzteres zeigt grösstentheils den Typus eines weitmaschigen lockeren Bindegewebes, wie wir es aus dem subkutanen Gewebe kennen. Nach aussen von diesem letzteren liegt ein Lumen *l*. Dasselbe steht, wie sich in den späteren Schnitten zeigt, mit der Pauken-

höhle in direkter Verbindung. Es muss eben die Nische des Tensors als eine Ausbuchtung der Paukenhöhle angesehen werden. Bei *T* sieht man das aus Figur 11 bekannte Tubenlumen in etwas veränderter Form, mehr hoch als breit. Von seiner oberen äusseren Ecke zieht sich der tympanale Theil des Tubenlumens zur Paukenhöhle *P* hin, umgeben von den Tubenknorpeln *T'*. Deutlich ist der grosse Knochenkern in dem am meisten der Pauke genäherten Tubenknorpel. Der in diesem Schnitt sichtbare Theil der Paukenhöhle ist klein. Ihre mediale Wand ist hier vom Felsenbein, ihre laterale von Bindegewebe und Muskulatur gebildet. Das in die äussere Wand eingelagerte dreieckige Knochenstück ist ein Theil des Felsenbeins. Es verschmilzt nachher mit dem Gros des Os petrosum und bildet dann einen kuppelähnlichen Abschluss der Paukenhöhle nach oben. Nahe der lateralen Paukenwand ist der Nervus facialis (n. f.) in grösserer Ausdehnung sichtbar.

In Schnitt 61 ist die Mündung der Tube in die Paukenhöhle deutlich zu beobachten. Von dem in Figur 12 sichtbaren Lumen *T* aus verläuft ein kurzer relativ weiter Kanal bis zur Paukenhöhle. Der Uebergang des Tubenlumens in diese geschieht plötzlich und ist dem bei Manis später zu beschreibenden Verhalten durchaus ähnlich. Der untere Abschnitt der Paukenhöhle, in welchen die Tube mündet, ist gegen den oberen Trommelhöhlenraum durch einen bindegewebigen Streifen abgeschlossen, welcher in Schnitt 59 und den folgenden vom Felsenbein bis zum hinteren Trommelfellfalz quer ausgespannt ist. Die nun folgende Vergrösserung der Paukenhöhle geschieht vorwiegend durch Ausdehnung dieses unteren Abschnittes, während der obere Paukenraum seine Grösse ziemlich konstant bewahrt und die Gehörknöchelchen birgt. Dadurch, dass der untere Trommelhöhlenabschnitt sich stark nach unten ausdehnt, rückt in der fortschreitenden Serie der Trommelfellfalz nach unten. Er entfernt sich dabei von dem seine Lage bewahrenden Bindegewebsstreifen, welcher die Paukenhöhle theilt; diese Scheidewand inserirt sich späterhin an dem Hammer, dessen erste Andeutung in Schnitt 62 erscheint als länglicher Knochnschnitt.

Der Muskelus tensor tympani entwickelt sich in seiner Nische immer stärker und nimmt eine kolbige Form an, indem er in der Tiefe der Nische ziemlich dick ist und gegen die Pauken-

höhle hin einen sich verjüngenden Streifen von Muskelfasern entsendet, welcher längs des Felsenbeins verläuft. Die Nische des Tensor erscheint vorläufig noch gegen die Pauke durch eine breite Bindgewebslage abgeschlossen. Unter allmählicher Reduktion letzterer geht jedoch in Schnitt 66 die Tensornische in die Paukenhöhle über, dicht neben der Einmündung der Tube in diese.

In Schnitt 70 ist der Trommelfellfalz schon in einige Entfernung von dem jetzt breiter im Schnitt getroffenen Hammer gerückt. Es beginnen die ersten Schnitte durch das Trommelfell in Erscheinung zu treten, welches nach oben hin am unteren Ende des sichtbaren Hammertheils seinen Abschluss findet.

In Schnitt 72 ist der hintere Rand des Ligamentum annulare stapedis sichtbar. In den folgenden Schnitten wird die Stapesplatte im Querschnitt sichtbar. Zugleich verlängert sich der Hammer nach oben hin und verbreitert sich an seinem unteren Ende, wo er an der dem Trommelfell zugewendeten Seite einen knieartigen Vorsprung zeigt, der dem Processus brevis mallei hominis entspricht. Nach aussen vom Trommelfell ist das Gehörgangslumen angeschnitten. Ein Schnitt durch den Trommelfellfalz ist nur am unteren Rand des Trommelfells zu sehen. Es besteht also kein geschlossener Paukenring bei Echidna. Die Nische des Tensor tympani ist jetzt nicht mehr vom Paukenhöhlenlumen abgeschnürt, sondern geht breit in dasselbe über und bildet gewissermassen den Boden derselben. In Schnitt 78 (Figur 13, Tafel XXVI) präsentirt sich folgendes Bild:

Die Paukenhöhle zerfällt in einen grösseren untern Abschnitt *P* und einen kleineren oberen *P'*. Ersterer enthält den Musculus tensor tympani *t*, die Tubenmündung *T* und das Trommelfell *Tp*, an dessen unterem Ende der Trommelfellfalz im Querschnitt sichtbar ist. Das Trommelfell als solches reicht hier nur bis an den mit dem Proc. brevis hominis verglichenen Hammertheil. Nach oben von letzterem wird die Wand des Raumes *P'* von einer dicken theils fibrösen, theils muskulären Schicht *m* gebildet. Das Vorkommen von Muskelfasern an dieser Stelle scheint mir besonders bemerkenswerth. Es soll später noch darauf zurückgekommen werden.

Der Tensor tympani ist hier ein schmaler, langgestreckter Muskel, der entlang der Labyrinthwand liegt und an seinem

Ursprung eine leichte, kolbige Verdickung zeigt. In der Umgebung des Muskelursprungs befindet sich lockeres Bindegewebe. Wie ersichtlich, besteht mit der Tuba Eustachii gar kein Zusammenhang. Nach oben hin geht der Muskel in seine Endsehne über, welche indess keine deutlich sehnige Struktur zeigt, sondern aus eng zusammengeschlossenen Bindegewebsfasern besteht, wie sie auch schon in der vorher erwähnten Scheidewand zwischen den beiden Paukenabschnitten zu sehen waren. Die Sehne *s* des Tensor tympani inseriert am Körper des Hammers *M*, d. h. an seinem dicksten Theil. Nach dem äusseren Gehörgang (*M. A. E.*) hin erstreckt sich der erwähnte Fortsatz. Nach oben hin geht der Hammerkörper in einen langen schmalen Processus superior über, der seinerseits mit einem im Querschnitt sichtbaren hinteren Fortsatz des Ambosses *J*, dessen Hauptmasse viel weiter nach vorne hin liegt, artikuliert. Zwischen beiden Knochen liegt eine deutliche Gelenkspalte. An den Amboss schliesst sich der Steigbügel an, der gleich wie bei *Ornithorhynchus* Columellaform besitzt und verhältnissmässig sehr stark entwickelt ist. Am Dach dieses oberen Paukenraums *P'* liegt der Nervus facialis, zusammen mit einem grösseren Gefäss in eine Knochennische eingelagert.

Die kolbige Anschwellung des unteren Tensorendes ist hier schon weniger stark, als in den vorhergehenden Schnitten. In den folgenden Präparaten nimmt dieselbe noch mehr ab, während sich die Breite des auf dem Felsenbein liegenden Muskeltheils etwas vergrössert. Auf diese Weise erscheint der Muskel dann bis dicht an seine Sehne heran von gleichmässigem Kaliber.

Der Hammer verändert nunmehr seine Gestalt. Der bis jetzt einer hohen schlanken Pyramide ähnliche Hammertheil entsendet unter bedeutender Reduktion seines unteren breiten Theils einen Fortsatz nach vorne und unten in das Trommelfell hinein; es ist dies der bei Beschreibung des makroskopischen Befundes erwähnte Hammergriff, welcher von oben hinten nach vorne unten verläuft. Da die Längsrichtung seines Verlaufs viel weniger als beim Menschen von der horizontalen abweicht, erscheint der Hammergriff in der Schnittserie fast im Querschnitt. Das Manubrium gleicht weniger einem Stäbchen, als einer schmalen langen Platte, welche kammartig ins Innere der Paukenhöhle vorspringt.

Der Processus superior des Hammers, der mit dem Amboss artikulirt, behält vorläufig seine Grösse bei, steht aber scheinbar nicht mehr mit dem Manubrium in Verbindung. Neben der in Figur 13, Tafel XXVI sichtbaren Nische für den Nervus facialis bildet sich eine zweite Bucht im knöchernen Dach der Paukenhöhle. Zwischen ihr und der Nische des N. facialis bleibt ein dünner Knochenkamm stehen, welcher späterhin (Schnitt 99) ligamentös mit dem oberen Ende des Hammers und Ambosses verschmilzt und somit den Abschluss eines Raumes bildet, der zwischen den Gehörknöchelchen, dem oberen Theil des Trommelfells und dem Paukenhöhlendach liegt. Die laterale Wand des oberen Paukenhöhlenraums, in der eben das Vorherrschen muskulärer Bestandtheile hervorgehoben wurde, ist in Schnitt 88 erheblich verdünnt, aber noch immer viel dicker als die untere Trommelfellpartie. Es entspricht diese Wand, welche sich nach unten hin in das Trommelfell fortsetzt, der pars flaccida und ossea vom Trommelfell des Menschen. Nach oben hin setzt sie sich an eine Crista des Felsenbeins an. In demselben Schnitt befinden sich nur noch vereinzelte Muskelfasern an dieser Stelle.

In Schnitt 99 ist, wie vorher erwähnt, eine neue Abtheilung der Pauke geschaffen durch Syndesmose des oberen Hammer- und Ambossendes mit dem Paukendach. Der Amboss ist jetzt nicht mehr als kubischer Querschnitt, wie in Figur 13 vorhanden, sondern als längliches Stäbchen, welches parallel mit dem jetzt sehr dünnen, am oberen Ende keulenförmig verdickten Processus superior mallei verläuft. Das Manubrium mallei ist jetzt tiefer nach unten gerückt und ungefähr in der Mitte, nicht mehr am oberen Rande der unteren Trommelfellpartie zu sehen. Noch immer ist der ganze obere Trommelhöhlenraum nach unten durch eine von der Labyrinthwand zum Hammer ziehende Bindegewebsplatte abgeschlossen.

In Schnitt 104 ist der Ambosskörper getroffen. Er überragt den sichtbaren Hammertheil bedeutend. Der medial gelegene Theil des oberen Paukenabschnitts hat sich bedeutend verkleinert und verschwindet in den nächsten Schnitten ganz, und zwar ist das dadurch geschehen, dass der Amboss und der noch sichtbare Theil des Hammers — Processus anterior s. longus — sich stark der Felsenbeinwand nähern.

Der laterale zwischen Gehörknöchelchen, Paukendach und

pars flaccida des Trommelfells liegende Raum bewahrt indessen noch länger seine Grösse. Er verkleinert sich langsam nach vorne hin und geht an seinem vordersten Ende in den unteren Paukenabschnitt (*P* der Figur 13) über. Wir haben es hier mit zwei durch eine enge Kommunikation in Verbindung stehenden Paukenabschnitten zu thun, von denen der obere die Gehörknöchelchen enthält. Es besteht also eine Analogie mit den Verhältnissen bei *Ornithorhynchus*.

Bei Beschreibung von Schnitt 78 wurde der Muskelfasern in der *Membrana flaccida* Erwähnung gethan. Es waren längsgeschnittene Fasern. Sie wurden immer mehr reduziert und waren in Schnitt 89 verschwunden. In Schnitt 93 tritt nun am oberen Rande der *Pars flaccida*, dort, wo sich diese am Felsenbein inserirt, eine neue Muskelgruppe auf und zwar im Querschnitt. Zunächst nur vereinzelte Fasern zwischen dicken Bindegewebtsbalken zerstreut, fernerhin sich vergrössernd und einen ziemlich starken Muskel bildend, der, immer im Querschnitt sichtbar, einen grossen Theil der *Pars flaccida* bildet.

In Schnitt 105 zeigt sich die erste Andeutung des oberen Trommelfellfalzes. Dicht unter dem unteren Hammerrande ist ein kleiner Knochenschnitt im Trommelfell sichtbar. Er bleibt längere Zeit hindurch sehr klein; erst in Schnitt 118 erhält er charakteristische Form, d. h. es wird an seinem unteren Rand eine Einkerbung sichtbar, aus der die Trommelfellfasern entspringen.

In Schnitt 115 schliesst sich die Nische des *N. facialis* zu einem Facialkanal ab, an dessen laterale Wand sich die nun verschmälerten Reste von Hammer und Amboss anlegen. Hier befinden sich auch die letzten Reste des *Musculus tensor tympani* in Gestalt einer ganz dünnen Schicht von Muskelfasern auf der Labyrinthwand.

In Schnitt 120 entsteht innerhalb des *Processus longus mallei* ein Markraum, der Amboss verschwindet, und der Hammerfortsatz entfernt sich wieder von der Wand des Facialkanals, bleibt aber noch ligamentös mit derselben verbunden. Der obere Paukenhöhlenraum verkleinert sich jetzt und geht unter Schwund der Bandverbindung zwischen Hammerfortsatz und Felsenbein in den unteren Paukenabschnitt über.

Der obere Theil des Trommelfells — die *Pars flaccida* ist

jetzt stark verkürzt und zum grösseren Theil lateralwärts von dem vorher erwähnten sehr umfangreichen, quergeschnittenen Muskel (*m'*) bedeckt (cfr. Schnitt 129, Figur 14, Taf. XXVI). Die Paukenhöhle verkleinert sich allmählich, ohne besonders Bemerkenswerthes mehr darzubieten.

Z u s a m m e n f a s s u n g.

Die Paukenhöhle von *Echidna hystrix* ist ein theils von knöcherner, theils von bindegewebiger Wand begrenzter Raum von verhältnissmässig grosser Ausdehnung und unregelmässiger Gestalt. Die obere und mediale, zum Theil auch die untere Wand derselben wird vom Felsenbein gebildet, während nach hinten, vorne und aussen der Abschluss durch Bindegewebe und stark entwickelte Muskulatur erfolgt. Den grössten Theil der lateralen Paukenhöhlenwand bildet das Trommelfell, welches aus zwei Abtheilungen besteht — wie bei Beschreibung des medialen Gehörgangsendes angegeben wurde — einer *Pars tensa* und einer *Pars flaccida*. Die erstere ist in einem spangenartigen Knochenrahmen ausgespannt, dem *Annulus tympanicus*, welcher nach oben hin nicht geschlossen ist. Sein oberes hinteres Ende — der *Spina tymp. post. hominis* entsprechend — geht unmittelbar aus dem Tubenknorpel hervor. Sein oberes vorderes Ende (*Spina tymp. ant. hominis*) schliesst sich an das vordere Ende des *processus longus mallei* an. Sonst ist das *Os tympanicum* mit keinem Knochen der Nachbarschaft verbunden. Die *Pars tensa* zeigt keine bemerkenswerthen Unterschiede von der des Menschen. Der abweichende Verlauf des Hammergriffs in derselben wurde schon erwähnt.

Die *Membrana flaccida* dagegen enthält mächtige muskuläre Elemente und zwar im hinteren Abschnitt solche, welche eine ungefähr radiäre Faserordnung zum Trommelfell besitzen, während in den vorderen Partien die Muskelfasern circulär verlaufen.

Die Paukenhöhle ist in ganzer Ausdehnung durch eine von der medialen zur lateralen Wand hinziehende bindegewebige Scheidewand in zwei Etagen getheilt, eine obere und eine untere. Die Insertionslinie dieses Septums an der lateralen Wand beginnt rückwärts dicht über der Tubenmündung, verläuft zur oberen Circumferenz des *Pars tensa* des Trommelfells und endigt

dann am Hammerkörper und am Processus folianus des Hammers. Die trennende Schicht zwischen den Paukenhöhlenetagen besteht demgemäss in den hinteren Abschnitten aus diesem Bindegewebsseptum, nach vorne hin aus diesem und dem unteren Rande der Gehörknöchelchen. Die beiden Abschnitte der Pauke kommunizieren durch eine kleine, am vorderen Ende der Trommelhöhle liegende Oeffnung miteinander.

Der untere Abschnitt enthält: die Pars tensa des Trommelfells mit dem Hammergriff, die Tubenmündung und den Musculus tensor tympani. Der obere Paukenraum enthält: den Hammer mit Ausnahme des Manubriums, den Amboss, den Steigbügel, die Pars flaccida des Trommelfells, den Nervus facialis, die Fenestra ovalis und die Fenestra rotunda.

Die tympanale Tubenmündung liegt am hinteren Ende der Paukenhöhle, dort, wo die laterale Wand in die untere übergeht in unmittelbarer Nachbarschaft des Annulus tympanicus.

Die Tube selbst ist eine fibröse Röhre, welche nur in ihrer distalen Hälfte von Knorpel umgeben ist. Der Tubenknorpel besteht aus mehreren Stücken und ist auf der lateralen Seite der Tube stärker ausgebildet, als auf der medialen. Die dem Rachen näher liegende mediale Tubenhälfte tritt in nahe Beziehung zu mächtig entwickelten Muskeln, welche unmittelbar aus der Rachenmuskulatur hervorgehen. An dem Tubenknorpel ist dagegen nur in einer ganz beschränkten Ausdehnung eine Muskelinsertion nachzuweisen.

Der Musculus tensor tympani entspringt am Felsenbein und zwar am Boden der Pauke, wo deren mediale und untere Wand zusammentreffen. Der Muskelbauch stellt eine dünne, aber ausgedehnte Muskelplatte dar, welche die mediale Paukenhöhlenwand zum Theil bedeckt. Am unteren Rande, d. h. an ihrem Ursprungsrande, zeigt diese Muskelplatte eine Verdickung, welche am stärksten am hinteren Ende desselben ist. Hier reicht der Muskelursprung in eine Nische der Paukenhöhle hinein, welche an deren hinterem Ende von unten her in sie einmündet. Nach oben hin geht der Muskelbauch in eine ebenfalls breite platte Sehne über, welche in das erwähnte Septum der Paukenhöhle verwebt ist, sich von diesem nicht deutlich abgrenzen lässt und mit ihm am Hammerkörper inserirt. Die Faserrichtung ist eine von unten und hinten nach oben und vorne verlaufende. Ein

Zusammenhang des Muskels mit der Tube besteht nicht, ebenso wenig ein solcher mit der Rachenmuskulatur.

Ein *Musculus stapedius* ist nicht vorhanden. Auch sind keine Theile als Rückbildungsprodukte eines solchen anzusprechen. Es fehlt z. B. jede Andeutung eines Sehnenansatzes am Stapes.

Der Steigbügel hat, wie bei *Ornithorhynchus* die Form einer *Columella*. Er ist im Verhältniss zu den andern Gehörknöchelchen sehr stark entwickelt. Seine Fussplatte ist ligamentös mit der *Fenestra ovalis* verbunden. Zwischen dem Stapesköpfchen und dem in Figur 13 sichtbaren Querschnitt durch einen Ambossfortsatz ist keine Gelenkspalte zu sehen. Letztere ist dagegen zwischen Hammer und Amboss sehr deutlich. Der Amboss vermittelt die Verbindung zwischen Hammer und Steigbügel durch einen *Processus posterior incudis*, welcher da eine kolbige Verdickung zeigt, wo er zwischen beiden Knochen liegt; der relativ kleine Ambosskörper liegt vor der Gelenkverbindung mit dem Stapes und ist sammt dem anliegenden Theil des Hammers fest am Felsenbein ligamentös befestigt. Der Hammer besitzt einen ziemlich ansehnlichen Körper, von dem aus drei gut ausgebildete und ein kleiner stumpfer Fortsatz nach oben, vorne, unten und lateral verlaufen.

Nach oben der *Processus superior*, welcher sich mit dem *Processus posterior incudis* und durch ihn mit dem Stapes verbindet.

Nach vorne der mit dem *Processus superior* gemeinsam entspringende und von ihm ausgehende *Processus longus*, der in seinem proximalen Theil die Verbindung mit dem Ambosskörper, in seinem distalen diejenige mit dem vorderen Trommelfellfalz eingeht.

Nach unten (und stark nach vorne) das *Manubrium mallei*.

Nach lateralwärts der *Processus brevis*.

III. *Manis javanica*.

Beim Schuppenthier ist ähnlich wie bei *Ornithorhynchus* die Choanenöffnung zu einem langen Rohr ausgezogen. Das *Ostium pharyngeum* der Tube liegt am hintern Ende dieses Rohrs in der seitlichen Rachenwand oberhalb des Uebergangs vom harten in den weichen Gaumen und hat die Form eines

horizontal gestellten Spaltes. Figur 15, Tafel XXVII giebt die Ansicht von der seitlichen Rachengegend wieder.

F ist die Felsenbeinkante; *N* das Choanenrohr, an dessen hinterem Ende das pharyngeale Tubenostium als dunkler Spalt sichtbar ist; *p d* ist der harte, *p m* der weiche Gaumen; *tons* die Tonsille; *z* die Zunge.

An dem Kopf von *Manis*, dem das vorliegende Präparat entstammt, war behufs anderer Zwecke die knöcherne Schädelkappe abgesägt worden. Durch diesen Sägeschnitt war ein System von Hohlräumen in der seitlichen Schädelwand freigelegt. Gelbliche Bröckel in diesen Knochenzellen erwiesen sich als Blutgerinnsel des in Alkohol aufbewahrten Präparates. Die rothen Blutkörperchen waren rund und hatten Grösse und Form wie bei den höheren Säugethieren. Der Boden einer Knochenzelle bestand aus einem durchscheinend dünnen Knochenblatt, welches abgetragen wurde; es zeigte sich nun in der Tiefe dieses zweiten Faches ein kleines rundes auf Druck nachgebendes glattes Knochenstückchen, der Amboss.

Auch bei *Manis* wurde die Schnittebene für die Serie des in Celloidin eingebetteten Präparats frontal angelegt; es erfüllte sich hier die bei *Echidna* getäuschte Hoffnung, die Tube im frontalen Längsschnitt zu treffen.

Wie bei *Echidna* verläuft auch bei *Manis* die Tuba von innen hinten nach aussen vorne, jedoch wie bemerkt fast in der Frontalebene. Die tympanale Tubenmündung liegt auch beim Schuppenthier am hinteren Ende der Paukenhöhle, so dass in den von hinten nach vorne fortlaufend nummerirten Schnitten zuerst das pharyngeale Tubenostium, dann erst die ganze Tube und das hintere Paukenhöhlenlumen erscheint. Die Schnittdicke der Serie beträgt 0,05 mm, ihre Untersuchung ergiebt Folgendes:

In Schnitt 1 ist das pharyngeale Tubenostium zum ersten Male angeschnitten. Es erscheint als kurze Einsenkung der Rachenwand ohne knorplige Begrenzung. Von der Paukenhöhle ist noch nichts zu sehen, dagegen zeigt sich die bei der makroskopischen Präparation erwähnte Knochenzelle in der Schädelwand, welche den Amboss enthält und nach oben durch ein dünnes Knochenplättchen abgeschlossen ist; es ist der in Figur 15, Tafel XXVII mit *C* bezeichnete Raum, welcher nach oben noch theilweise durch die Knochenspanne *a* gedeckt ist. Das

Centrum dieses Schnittes ist knöchern und birgt einen eben angeschnittenen Schwellkörper. Nach aussen von dem den Schwellkörper umgebenden Knochen sind Drüsen sichtbar, welche den hintersten blinden Enden von Ceruminaldrüsen des äusseren Gehörganges angehören.

In Schnitt 5 ist das Tubenlumen inselweise angeschnitten. Es ist mit hohem Cylinder-Flimmerepithel ausgekleidet.

In Schnitt 13 ist die Tube in ganzer Länge getroffen. Ihr Lumen weist nahe dem pharyngealen Ende eine Erweiterung auf. Am oberen Rande des Ostium pharyngeum liegt ein länglicher Streif des angeschnittenen Tubenknorpels. Nach der Mitte des Schnittes hin erweitert sich die Tube zu einem mit Flimmerepithel bekleideten Raum. Dies ist die am meisten kaudalwärts gelegene Ecke der Paukenhöhle. Die Erhaltung des Präparates war derart, dass wohl die Flimmerzellen deutlich als solche zu erkennen, oft aber von der Stelle, wo sie im Leben gesessen hatten, abgelöst waren. Von der Paukenhöhle ist der erwähnte Schwellkörper durch eine dünne Knochenschicht getrennt. Nach Schwund derselben zeigt sich in Schnitt 16, Figur 16, Tafel XXVII folgendes Bild.

Bei *oph* ist das Ostium pharyngeum tubae mit dem an seiner oberen Wand getroffenen Knorpel sichtbar. Lateralwärts verläuft die Tuba etwas nach unten ausgebogen und auf kurzer Strecke eine Erweiterung ihres Lumens zeigend. Das Tubenlumen ist nach oben und unten von einer fibrösen Schicht umgeben und sammt dieser in einen knöchernen Kanal eingefügt. Weiter nach aussen und oben geht die Tube in die Paukenhöhle über und zwar erweitert sich das Tubenlumen ziemlich plötzlich bei *ot*. Der hintere mediane Paukenhöhlenwinkel *P* hat hier die in der Abbildung ersichtliche Form. Er ist fast nach allen Seiten von knöcherner Wand umgeben. Nur lateralwärts ist die Pauke bindegewebig getrennt von dem vorher erwähnten Schwellkörper *S*. *Ty* ist das später zu beschreibende Os tympanicum. Der Schwellkörper besteht aus einem grobmaschigen Gewebe, welches unvermittelt vom Knochen entspringt; seine Maschen sind reichlich mit rothen Blutkörperchen gefüllt. Dieser Schwellkörper hat eine recht beträchtliche Grösse. Lateralwärts von seiner äusseren knöchernen Umrahmung sind die Drüsen *D* sichtbar. Am oberen Rande des Schnittes zeigt sich als tiefe Mulde der

Raum *C*, der Eingangs erwähnt wurde; er verschmilzt späterhin mit der Pauke. Nahe seinem Boden liegt bei *n. f* der Nervus facialis, und bei *g* ein Ganglion.

In Schnitt 17 ist zum ersten Male der Bauch des Musculus stapedius angeschnitten nahe dem Nervus facialis.

In Schnitt 21 zeigt sich auch an der unteren Begrenzung des Ost. pharyng. tubae ein runder Schnitt durch den Tubenknorpel. Die Paukenhöhle vergrössert sich successive. Während in Schnitt 16 Figur 16 ihre laterale Wand theils bindegewebig, theils knöchern gegen den Schwellkörper abgesetzt war, schwindet nun mehr und mehr die knöcherne Scheidewand, so dass schliesslich die ganze laterale Wand der Pauke nur von einer dünnen Membran gebildet wird, aus der die Septa des Schwellkörpers unmittelbar hervorgehen.

In Schnitt 25 ist die Fenestra cochleae angeschnitten. In der bindegewebigen Scheidewand zwischen dem Schwellkörper und der Paukenhöhle tritt ein spaltförmiges Lumen auf: Der erste Anschnitt des äusseren Gehörgangs. Die dünne Leiste zwischen ihm und der Paukenhöhle ist die hintere Cirkumferenz des Trommelfells.

In den folgenden Schnitten wird die Scheidewand zwischen dem Raum *C* und der Paukenhöhle verdünnt.

In Schnitt 35 setzt sich an den unteren Schnitt durch den Tubenknorpel ein Muskel an. Der Bauch des Musculus stapedius verkleinert sich und nähert sich mit der Spitze der Paukenhöhle. Er ist jedoch noch immer ringsum von Knochen umgeben.

In Schnitt 41 buchtet sich der Raum *C* noch weiter nach unten, die Paukenhöhle noch weiter nach oben aus, und es bereitet sich so eine Verschmelzung von *P* und *C* vor. Gleichzeitig tritt die Spitze resp. Sehne des Musculus stapedius aus ihrem Knochenrahmen heraus. Es repräsentirt sich in Schnitt 45, Figur 17 folgendes Bild:

Die beiden Theile des Tubenknorpels (*TK* und *TK*¹) am pharyngealen Ostium fangen an, miteinander zu verschmelzen. Bei *m* sieht man den Ansatz eines Muskels am unteren Rande des Tubenknorpels. Trommelfell *Tp* und Paukenhöhle *P* haben sich stark vergrössert. Letztere geht nach oben in den Raum *C* über. Zwischen *P* und *C* liegt eine schmalere Verbindungsstrecke

beider. In dieser ist bei *f. o.* der Beginn der Fenestra ovalis; bei *stp* die Sehne des Musculus stapedius zu sehen. *n. f.* ist der Nervus facialis, der nun viel näher dem Lumen der Pauke liegt, als in Figur 16. Man sieht, wie die laterale Paukenwand fast in ganzer Ausdehnung bindegewebig ist, und wie das Trommelfell *Tp* keinen knöchernen Falz besitzt, sondern oben und unten aus dieser Bindegewebswand hervorgeht, welche auch die Wand des nun sehr ausgedehnten Schwellkörpers *S* ist. Dieser hat, wie aus der Abbildung ersichtlich, nicht nur zur Paukenhöhle, sondern auch zum äusseren Gehörgang und zum Trommelfell Beziehungen.

In den folgenden Präparaten vereinigen sich die Tubenknorpelabschnitte zu einem einheitlichen Knorpel, der das pharyngeale Tubenende umfasst und seine Gestalt fast bis zum Ende beibehält, während er vom Rachen ab- und der Paukenhöhle näherrückt. Es ist dieses Verhalten dadurch zu erklären, dass die Schnittebene mit der Tubenaxe einen kleinen, nach aussen offenen Winkel bildet. Da die Tube sehr breit ist, so erscheint ein Theil ihres Lumens in ganzer Ausdehnung in den Schnitten; der die vordere Wand umsäumende Knorpel ist indess in Schrägschnitten getroffen, von denen die zuerst erscheinenden am Pharynx, die zuletzt geschnittenen an der Paukenhöhle liegen. Die Sehne des Musculus stapedius rückt immer mehr in die Paukenhöhle hinein. Die Fenestra ovalis ist deutlich sichtbar; sie ist von der Platte des kolumellaähnlich geformten Steigbügels verschlossen.

In Schnitt 54 gewährt die Umgebung des ovalen Fensters den in Figur 18, Tafel XXVII wiedergegebenen Anblick. *Stp* ist der Stapes, welcher das in einer Einsenkung der Labyrinthwand *F* gelegene Vorhoffenster verschliesst. Diese Einsenkung entspricht der Pelvis ovalis beim Menschen.

I ist der Amboss, der am unteren Ende seines langen Fortsatzes getroffen ist. Zwischen ihm und dem Stapes liegt ein Os lenticulare (*o. l.*); bei *n. f.* ist der Nervus facialis sichtbar. Die übrigen Bezeichnungen entsprechen denjenigen auf Figur 17. Man sieht hier, wie eine Trennung der Paukenhöhle *P* vom Raum *C* dadurch eingeleitet wird, dass von der knöchernen Umgebung des Schwellkörpers *S* aus ein spitzer Fortsatz sich gegen den untern Rand der Pelvis ovalis erstreckt.

Schon in Schnitt 56 ist diese Trennung herbeigeführt, indem von dem äussersten Ende des spitzen Knochenfortsatzes bis zum unteren Rande der Pelvis ovalis hin ein Bindegewebszug sich ausspannt, auf welchem ein vom Ganglion *g* ausgehender Nerv verläuft. Von hier an bis zum Ende der Serie bleibt diese Bindegewebsmembran bestehen. Sie zerlegt somit die Paukenhöhle in zwei Abschnitte, einen oberen und einen unteren. Der untere enthält wie bei *Echidna* das Trommelfell und den Hammergriff, der obere die anderen Theile der Gehörknöchelchenkette.

In den folgenden Schnitten verschwindet das Stäbchen des Steigbügels, während der Amboss sich bedeutend vergrössert. Der Körper desselben trägt einen nach oben verlaufenden Fortsatz, welcher ligamentös an die Wand des oberen Theils der Paukenhöhle (*C*) angeheftet ist. Das Septum der Paukenhöhle ist straff bindegewebig; in dasselbe sind Knorpelzüge eingewebt. Oben und unten ist es mit Epithel bekleidet.

In Schnitt 69 ist zum ersten Mal der Hammer angeschnitten und zwar am untersten Ende des Griffes, der in das Trommelfell verwebt ist. Der Tubenknorpel liegt jetzt nahe der Paukenhöhle; eine breite Knochenschicht trennt ihn vom Pharynx. Schnitt 77: Während bis jetzt die Labyrinthwand mit einer dünnen epithelbedeckten Bindegewebschicht bedeckt war, zeigt sich hier, an der Stelle, wo man den Muskelbauch des *Musc. tensor tympani* erwarten könnte, eine dickere Bindegewebslage aus ziemlich breiten Fasern bestehend, welche parallel dem Knochen verlaufen. Ein Theil dieser Fasern geht in die Scheidewand der Paukenhöhle über.

Das im Trommelfell sichtbare Stück des Hammers vergrössert sich und rückt nach oben, wo nun der Körper des Hammers erscheint, der einen dem *Processus brevis hominis* entsprechenden kurzen stumpfen Fortsatz am oberen Rande des Trommelfells in dieses hinein erstreckt. In Schnitt 84, Figur 19, Tafel XXVII kommt folgendes Bild zu Stande: Der Tubenknorpel *TK* mit dem von ihm nach unten verlaufenden Muskel *m* liegt ganz nahe der Paukenhöhle *P*. Von dem die Tube umgebenden Bindegewebe geht eine Parthie auf die Labyrinthwand über und bildet bei *n* den vorher erwähnten flachen Wulst derberer Bindegewebsfasern, der jedoch keine Muskelfasern enthält.

Nach oben von diesem Wulst beginnt mit breiter Basis das Septum der Paukenhöhle. Dasselbe verschmälert sich rasch und inserirt am Hammer *M*, der hier mit seinem das Trommelfell vorwölbenden kurzen Fortsatz sichtbar ist. An ihn reiht sich der Ambosskörper *J*.

In den folgenden Schnitten nimmt die Ausdehnung des Hammers nach oben hin zu, während sich der Amboss verkleinert. Zwischen beiden liegt eine deutlich sichtbare Gelenkspalte.

In Schnitt 88 ist das Bindegewebspolster *n* verschwunden. Der obere Abschnitt der Paukenhöhle (*C*) schliesst sich nach oben hin ab.

Der Tubenknorpel nähert sich seinem Ende: der Querschnitt wird kleiner. Von dem an ihm entspringenden Muskel *m* und vom Knorpel selbst aus verlaufen Bindegewebszüge in das subepitheliale Gewebe der Paukenauskleidung hinein.

Gegen das vordere Ende der Paukenhöhle hin nähert sich der Muskel *m* sehr dem Lumen der Pauke, erreicht dieselbe aber nicht.

Die Paukenhöhle bleibt bis an ihr vorderes Ende durch das Septum getrennt.

Zusammenfassung.

Die Paukenhöhle des Schuppenthieres ist begrenzt von den drei das Schläfenbein zusammensetzenden Knochen, nämlich vom Felsenbein nach innen, vom Schuppentheile nach oben und vom Paukentheile nach aussen. Pars squamosa, tympanica und petrosa des Schläfenbeins sind nur bindegewebig miteinander verbunden und zwar ist diese Verbindung bald fester und inniger, bald loser, sodass im letzteren Fall der Abschluss der Paukenhöhle an den Verbindungsstellen durch Bindegewebe erfolgt. Das Os tympanicum zeigt besonders bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten. Dasselbe ist ein relativ sehr grosser, massiver und dicker Knochenring, welcher nach oben offen ist. Das der Spina tympanica posterior des Menschen entsprechende Ende des Ringes ist rund und plump geformt; das der Spina tymp. anterior gleichwerthige Ringende ist zugespitzt, springt leistenartig oberhalb des Trommelfells in die Paukenhöhle hinein vor und giebt die Grundlage ab für einen Theil des Septums der Paukenhöhle. Das Centrum des Paukenrings passirt den äusseren Gehörgang, dessen proxi-

males Ende innerhalb des Annulus tympanicus von einem grossen ringförmigen Schwellkörper umgeben ist. Dieser Schwellkörper hat eine grössere Circumferenz, als das Trommelfell, und so kommt es, dass letzteres nicht mittelst eines Knochenfalzes vom Annulus tympanicus entspringt, sondern von der Bindegewebsmembran, welche den Schwellkörper nach der Paukenhöhle hin abschliesst. Es muss also der verschiedenartige Füllungsgrad dieses Schwellkörpers einen Einfluss ausüben:

1. auf die Spannung des Trommelfells,
2. auf das Volum des proximalen Gehörgangesendes,
3. auf das Volum der Paukenhöhle.

Das Trommelfell stellt eine dünne Membran dar, welche, wie bemerkt, von der Umhüllung des Schwellkörpers ihren Ausgang nimmt. Eine Trennung in Pars tensa und Pars flaccida ist nicht durchzuführen, da oberhalb des kurzen Hammerfortsatzes kein Trommelfell mehr liegt, sondern cavernöses, dem Schwellkörper angehörendes Gewebe. Im Trommelfell ist das Manubrium des Hammers verwebt.

Die Paukenhöhle zerfällt in zwei Abschnitte: einen oberen und einen unteren. Die Paukenhöhle ist nämlich durch eine horizontal ausgespannte Scheidewand in zwei Etagen zerlegt. Dieses Septum nimmt von der Labyrinthwand seinen Ursprung, verläuft bis zum oberen vorderen Ende des Annulus tympanicus, der ihm eine schmale breite Crista entgegenseudet, geht mehr nach vorn auf den Hammerhals über und inserirt endlich in dem vordersten Theil der Trommelhöhle an dem unteren Rande der vom Schuppenheil gebildeten äusseren Wand des oberen Paukenabschnitts.

Der obere Paukenhöhlenraum enthält die Gehörknöchelchen mit Ausnahme des Manubrium mallei, den Musculus stapedius und die Paukenfenster.

Der untere Trommelhöhlenabschnitt enthält die Tubenmündung, das Trommelfell und den Hammergriff.

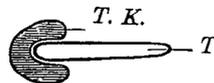
Die Gehörknöchelchen weisen weniger grosse Abweichungen von denen des Menschen auf. Insbesondere besteht ein nach unten gerichteter Fortsatz des Ambosses, welcher mit dem Stapes articulirt. Es ist demgemäss bei Manis nicht wie bei Ornithorhynchus und Echidna der Stapeskopf der höchst gelegene Punkt der Gehörknöchelchenkette.

Während der *Musculus stapedius* gut ausgebildet ist, fehlt ein *Musculus tensor tympani*.

Weder im Zusammenhang mit der Tube, noch auf der medialen Paukenhöhlenwand sind Muskelfasern nachzuweisen.

Nach den Ergebnissen der Schnittserie von *Echidna* und nach der aus Vergleichung von einzelnen Schnitten von *Manis* und *Echidna* sich ergebenden Aehnlichkeit in der Anordnung der Paukenhöhlenabschnitte erwartete ich zwischen Tube und Septum der Paukenhöhle den Muskelbauch eines *Tensor tympani* und im Septum selbst dessen Sehne zu finden. Es zeigte sich indessen nur eine Verdickung des subepithelialen Bindegewebes (*n* der Figur 19), und es gelang nicht, innerhalb dieses Bindegewebspolsters Muskelfasern nachzuweisen. Da sonst nirgendwo Muskelfasern anzutreffen sind, welche als ein verlagertes oder reduzierter *Tensor tympani* angesprochen werden könnten, so glaube ich das erwähnte Bindegewebspolster *n* als degenerierten *Musculus tensor tympani* deuten zu dürfen.

Am Boden der Paukenhöhle mündet die Tube. Dieselbe stellt eine breite, von oben nach unten abgeplattete Röhre dar, deren vordere Wand knorplig ist. Der Knorpelrahmen umgiebt in gleichbleibender Stärke die vordere (mediale) Tubenwand, so dass auf dem Querschnitt sich schematisch folgendes Bild von der Tube ergeben würde:



T. K. bedeutet den Tubenknorpel, *T* das Tubulumen. Wie ersichtlich, ist das Tubulumen sehr breit; demzufolge bildet das Ostium tympanicum eine lange Spalte im Paukenhöhlenboden. Fast in ganzer Länge der Tube inserirt an dem unteren Rand des Tubenknorpels ein starker Muskel, welcher rachenwärts verläuft. Die Tube nimmt ihren Weg zwischen *Os tympanicum* und Felsenbein. Nahe dem pharyngealen Ostium ist sie in ihrem Verlauf etwas nach unten ausgebogen und zeigt an dieser Stelle eine Erweiterung ihres Lumens. Die Verlaufsrichtung der Tubenaxe wurde schon vorher beschrieben.

Dem oberen Paukenhöhlenabschnitt kommt nicht nur durch die Trennung vom unteren vermittelt des Septum der Pauke

eine Sonderstellung zu, sondern er ist auch betreffs seiner knöchernen Begrenzung von dem anderen Theil der Trommelhöhle verschieden. Der mit *C* bezeichnete Raum liegt innerhalb des Schuppentheils vom Schläfenbein und kommuniziert mit dem unteren Theil der Paukenhöhle an der Stelle, wo die Gehörknöchelchen im Schnitt erscheinen. Diese Kommunikationsöffnung ist enger, als die grösste Weite des Raumes *C*. Auf diese Weise ist der obere Paukenabschnitt nur durch eine kleine Oeffnung zugänglich, die ich Ostium atticum tympanici nennen möchte.

IV. Mus musculus.

Die Schnittebene des von der Hausmaus gewonnenen Präparats liegt parallel der Tubenlängsaxe und annähernd horizontal. Es wurde nach dem zu Anfang angegebenen Princip versucht, in einem Schnitte gleichzeitig die Tube in ihrer ganzen Länge, den grössten Durchmesser des Bauchs vom Musculus tensor tympani und den Ansatz der Sehne vom Tensor tymp. am Hammer zu treffen. Die Tubenlängsaxe und die grösste Circumferenz des Tensorbauchs liegen auch in einer Ebene; der Sehnenansatz am Hammer liegt dagegen etwas tiefer, sodass in den Schnitten zunächst Muskelbauch und Tube, dann die Sehne des Tensor tympani in Schrägschnitten und dann der Sehnenansatz am Hammer erscheint. Die Serienschnitte vom Gehörorgan der Maus sind 0,03 mm dick. Sie wurden mit Hämalaun gefärbt. Alle Gewebe zeigen einen grossen Kernreichthum.

Die Serie ergibt Folgendes:

In Schnitt 7 ist der erste Querschnitt durch das Lumen der Paukenhöhle enthalten, und zwar ist die höchste Stelle des Kuppelraums getroffen, wo noch keine Gehörknöchelchen zu sehen sind. Neben dem Kuppelraum liegt der Durchschnitt durch eine Ampulle nebst Bogengang des Labyrinths. Im folgenden Schnitt sind die Gehörknöchelchen sichtbar, welche in Schnitt 9 den Anhang des Processus folianus mallei zeigen. Letzterer befestigt sich in Schnitt 12, Figur 20, Tafel XXVII an der vorderen äussern Ecke des Kuppelraumlumens, indem sein Perichondrium mit dem der Wand des Kuppelraums verschmilzt. Ausser dem Kuppelraum *K* erscheint auch bei *P* ein knöchern umrandetes Lumen. Dies ist der erste Anschnitt des

in der Bulla ossea gelegenen Paukenhöhlentheils. Die Paukenhöhle *P* vergrössert sich in den folgenden Schnitten immer mehr auf Kosten des Raumes *Cr*, welcher die mittlere Schädelgrube darstellt, medial begrenzt durch die Kante des Felsenbeins *F*. Bei *U* ist der Gelenkkopf des Unterkiefers angeschnitten. Die obere Seite der Bilder ist pharyngealwärts, die linke ist lateral und die rechte medial gelegen. In Schnitt 15 ist zum ersten Mal Tubenknorpel angeschnitten. Der lateral vom Tubenknorpel liegende Knochen gehört der Bulla ossea an. In dem länglichen Zwischenraum zwischen Tubenknorpel und Bulla ossea entspringt pharyngealwärts gelegen ein Muskel von der Tube und der Bulla. Der Muskel geht tympanalwärts in ziemlich derbes Bindegewebe über. Sowohl aus diesem Bindegewebe, als auch vom Tubenknorpel und von der Bulla ossea entspringen späterhin die ersten Fasern des Musculus tensor tympani.

In den folgenden Schnitten werden die Ursprungsverhältnisse des Tensor tympani noch viel deutlicher. In Schnitt 17 hat das Paukenhöhlenlumen *P* die gegenüberliegende Wand des Kuppelraums erreicht. Die Schnitte nähern sich dem Boden der mittleren Schädelgrube *Cr*. In Schnitt 18, Figur 21, Tafel XXVII ist deutlich zu sehen, wie von der Bulla und dem Dach des tympanalen Tubenendes die Fasern des Musculus tensor ihren Ursprung nehmen. In diesem Schnitt ist die Tube so getroffen, dass der knorpelige Theil derselben als ein Rahmen erscheint, welcher das im Flächenschnitt getroffene Epithel des Tubendachs umgiebt. In der Mitte des Epithels liegt das grade angeschnittene Lumen der Tube. Der Tubenknorpel endet tympanalwärts breit abgestumpft. Die Fasern des Tensor tympani entspringen nicht nur von der Längsseite der Tube, sondern auch von diesem abgestumpften Ende. Der Bauch des Tensor tympani *t* füllt den Raum zwischen Tubenende, Bulle und einer Nische des Felsenbeins aus. Zwischen dem Tensor tympani *t* und der Rachenmuskulatur *m* liegt eine ganz schmale Zone von Bindegewebe *b*. In den folgenden Präparaten verengert sich der Raum, welcher diese Fasern enthält, entsprechend der Grössenzunahme des Tubenlumens. Letzteres wird von hinten nach vorne hin immer weiter eröffnet. Bei *Tp* erscheint das Trommelfell.

In Schnitt 20, Figur 22 bereitet sich eine Vereinigung des Raumes *P* mit dem Kuppelraum *K* vor. Das weite Tubenlumen

T hat sich dem Raum *P* stark genähert. Es geht pharyngealwärts plötzlich in einen engen Kanal über, welcher etwa ein Drittel der ganzen Tubenlänge ausmacht. Ausser den von der Tube entspringenden Fasern des Musculus tensor tympani liegt mehr nach dem Kuppelraum hin ein Muskelkomplex *t'*. Diese Muskelfasern gehören auch zum Tensor tympani; in Schnitt 20 sind sie zwar noch von dem Muskeltheil *t* durch eine schmale Knochenbrücke getrennt. Letztere schwindet jedoch in den nächstfolgenden Schnitten, und die Muskelabschnitte *t* und *t'* bilden dann einen einheitlichen Muskelbauch. Die trennende Knochenleiste rührt daher, dass hier das den Muskelbauch deckende Gewölbe nicht glatt ist, sondern eine nach unten gerichtete lange und schmale Convexität aufweist. Neben dem Muskelkomplex *t'* und nur durch ein dünnes Knochenblatt von ihm getrennt liegt das Ganglion geniculi des Nervus facialis mit dem Nervus petrosus superficialis maior (*g. g.*). In dem mit *t* bezeichneten Theil des Tensor tympani ist die Verzweigung eines Nervs zu beobachten, welcher längs der die beiden Muskelkomplexe trennenden Knochenleiste verläuft und mehrere Zweige an den Muskel *t* abgibt. Centripetal ist er nur bis an den Rand des Lumens *P* zu verfolgen. In Schnitt 21 sind die beiden Muskeltheile zu einem einzigen Muskelbauch verschmolzen, der zum kleineren Theil von der knorpeligen Tuba, der Bulla ossea und dem Bindegewebe zwischen dieser und der Bulle, zum grössten Theil aber aus einer grossen Nische des Felsenbeins entspringt. In Schnitt 23, Figur 23 bereitet sich der Durchbruch des Tubenlumens *T* in die Paukenhöhle vor. Der Musculus tensor tympani zeigt hier keine Ursprungsfasern vom Bindegewebe *b* mehr. Der Muskelbauch ist von der Paukenhöhle durch einen Knochenstreifen *k* getrennt. Der Muskelbauch liegt in weiter Ausdehnung dem Felsenbein an, ist aber von dem Knochen durch eine schmale Zone hellen zarten Bindegewebes geschieden, so dass hier keine Fasern mehr vom Felsenbein entspringen.

Das Wurzelgebiet des Muskelbauchs ist hier vielmehr das dünne straffe Periost des Deckknochens *k*, welcher der Bulla ossea angehört. In Schnitt 24 ist das Tubenlumen nach der Pauke hin geöffnet. Der lateral gelegene Knorpel ist geschwunden. Die knöchernerne Bedeckung *k* des Muskelbauchs verkleinert sich vom oralen und aboralen Pol des Muskels her, so dass dieser

in den folgenden Schnitten nur an Stelle seiner stärksten Prominenz gegen die Paukenhöhle hin mit Knochen bedeckt ist. Die Räume *P* und *K* bilden jetzt einen einzigen Raum, welcher am pharyngealen Ende den Tubeneingang zeigt und hinten an seiner lateralen Wand durch das Trommelfell gegen den äusseren Gehörgang abgeschlossen ist. Medial vom Musculus tensor tympani tritt die Schnecke in Erscheinung. Der Muskelbauch des Tensor tympani nimmt an Dicke ab und entwickelt an der dem Felsenbein anliegenden Seite seine Sehne. Die Sehnenfasern beginnen schon nahe dem oralen Muskelpol und verlaufen bis zum entgegengesetzten Muskelende, wo sie nach unten umbiegen. Die der Pauke zugekehrte Seite des Muskelbauchs ist noch mit Knochen bedeckt, von dem die Muskelfasern entspringen.

In Schnitt 26, Figur 24 ist die längs des Felsenbeins verlaufende Sehnenparthie schon ziemlich stark entwickelt. Auch am tympanalen Muskelrand beginnt die Sehnenbildung. Durch Vereinigung beider Sehnenanfänge ist der aborale Pol des Muskels zu einem abgestumpften Sehnenkonus geworden (*s*). Man sieht in Figur 24 ausserdem das Ostium pharyngeum tubae und die durch Oeffnung des Lumens entstandene Tubennische *T*. Bei *Cl* liegt die Schnecke, bei *V* das Vestibulum. Während nun in den nächsten Schnitten der muskuläre Theil des Tensor tympani immer mehr abnimmt, entwickelt sich die Sehne stärker. Das Knochenblatt *k* wird immer dünner, bis sein unterster Rand in Schnitt 29 erreicht ist. In Schnitt 31, Figur 25 ist nur noch die Endsehne des Tensor tympani sichtbar. Sie erstreckt sich längs der Schneckenkapsel nach hinten und unten und inserirt in Schnitt 35 an einem langen knöchernen Fortsatz des Hammers. Sie behält die in Figur 25 ersichtliche Verlaufsrichtung bei. In demselben Schnitt ist der Steigbügel in der Ebene seiner Schenkel getroffen. Zwischen den Schenkeln verläuft die Arteria stapedis.

Auf Grund der vorhergehenden Beschreibung lässt sich unschwer eine Anschauung von der Tuba Eustachii und dem Musculus tensor tympani der Maus gewinnen.

Die Tube der Maus ist eine knorpelartige Röhre, deren Knorpelwand ähnlich der des Menschen wie eine nach unten offene Rinne gestaltet ist. An derselben ist eine mediale, eine laterale und eine obere Wand zu unterscheiden. Die laterale

Wand reicht weniger tief nach unten, als die mediale, und beide Wände nehmen tympanalwärts gleichmässig an Höhe zu. Der Tubenknorpel ist bedeutend länger als das Tubenrohr; er setzt sich noch weit in die Paukenhöhle hinein fort und bildet hier eine rinnenartige Fortsetzung der Tube. Diese Fortsetzung stellt eine von knorpligem Dach bedeckte Nische an der medialen Paukenhöhlenwand dar, welche von unten aussen her zugänglich ist. So kommt es, dass in der vorher beschriebenen Schnittserie die enge Tubenröhre zunächst in ein weites, von Knorpel umgebenes Lumen mündet, dessen laterale Wand immer mehr schwindet, bis in den tieferen Schnitten nur noch die mediale Knorpelwand zu sehen ist. Vom Dach dieser knorpelwandigen Nische, also vom tympanalen Ende des Tubenknorpels, entspringt theilweise der *Musculus tensor tympani*. Für die oberen Parthien des Muskels ist hier und in dem Bindegewebe zwischen Tube und Bulle, also im knöchernen *Canalis tubarius* das alleinige Wurzelgebiet. Je mehr die Schnitte nach abwärts vorrücken, um so mehr werden diese Ursprungsfasern reduziert, und um so mehr geht der Ursprung auf das Felsenbein über; aber auch hier bleibt die Ursprungszone immer auf den tubenwärts gelegenen Theil der Muskelgrube im Felsenbein beschränkt, während das aborale Ende des Muskelbauchs nur lose dem Felsenbein anliegt und schon frühzeitig eine Sehne an dem dem Knochen anliegenden Muskelrand entwickelt. Der ganze Muskel hat eine Dicke von etwa 0,5 mm (Schnitt 15—30 = 15—0,03). Davon entfallen auf den Theil, welcher von Tube und Felsenbein entspringt, etwa 0,74 mm, der Rest auf den Felsenbeinbauch. Bemerkenswerth ist der Ursprung des Muskels von dem Deckknochen *k* der Muskelgrube. Dieser Deckknochen gehört der *Bulla ossea* an, welche bei ihrer Adaption an die *Facies externa* der Felsenbeinpyramide mit dem umgebogenen vorderen Rand die *Fossa muscularis maior* deckt. Der obere Theil der Muskelgrube wird dadurch völlig abgeschlossen. Nach unten hin verjüngt sich diese Deckplatte zu einem schmalen Knochenblatt, so dass aus der kontinuierlichen Knochendecke, welche in Figur 22 mit der *Bulla B* in Verbindung steht, der isolirte Knochen *k* von Figur 24 wird. Die Endsehne des *Musculus tensor tympani* ist lang, schlank und rund.

Es muss besonders betont werden, dass bei der Maus ein

Zusammenhang zwischen dem Tensor tympani und der Pharynxmuskulatur besteht. Der Zusammenhang wird durch eine schmale Zone von Bindegewebe vermittelt und findet sich nahe dem Dach der knorpligen Tube (*b* der Abbildungen).

Es ist nach dem Gesagten ersichtlich, dass insofern von einer Zweibäuchigkeit des Musculus tensor tympani geredet werden kann, als der Muskel zwei verschiedene Ursprungsgebiete besitzt. Sämmtliche Fasern verschmelzen jedoch innig miteinander und bilden den an der Labyrinthwand liegenden einheitlichen Muskelbauch. Die Muskelgrube für den Tensor tympani ist sehr flach. Trotz ihrer geringen Tiefe wird der Muskelbauch fest in ihr fixirt durch den oben erwähnten Deckknochen der Bulla, von dem ein grosser Theil des Muskels entspringt. Das Knochenblatt bildet keine trochleaartige Vorrichtung für die Sehne des Muskels, denn diese weicht von der Zugrichtung der Muskelfasern nicht ab.

Entsprechend dem baldigen Verschmelzen der Muskelursprünge zu einem Bauch entwickelt sich auch nur eine Sehne, im Gegensatz zum Tensor tympani des Schnabelthiers, der bei zwei gesonderten Bäuchen auch eine aus zwei Componenten sich zusammensetzende Sehne hat. Am Ursprungsgebiet des Tensor tympani besteht indessen eine gewisse Homologie mit dem Verhalten des Muskels beim Ornithorhynchus, und anderseits eine Ueberleitung zu dem Bau des Tensor tympani bei andern Säugern, denen der Zusammenhang des Muskels mit der Tube fehlt, und bei denen nur ein Felsenbeinbauch vorhanden ist.

V. *Felis domestica*.

Diesen Typus zeigt die Katze sehr deutlich.

Das Präparat wurde in derselben Weise hergerichtet, wie oben bei Beschreibung der Maus erwähnt wurde. Nur genügt es nicht, die Bulla von unten her zu eröffnen, weil der Raum der Bulla in zwei Abtheilungen zerfällt, welche nur in der Gegend des runden Fensters miteinander kommunizieren. Es wurde demgemäss das Trommelfell mit seinem Rahmen abgetragen. Infolge dessen sind in den später zu beschreibenden Schnitten Trommelfell und Sehnenansatz des Muskels am Hammer nicht zu demonstrieren. Das Präparat wurde einer elf Tage alten Katze entnommen. Ein so junges Thier wurde gewählt, um nicht zu lange entkalken zu müssen. Die Entkalkung dauerte 4 Tage. Härtung

und Färbung waren dieselben wie bei den vorher beschriebenen Schnittserien. Bevor zur Durchsicht letzterer geschritten wird, möge kurz die osteologische Beschreibung der für das Verständniss der Serie wichtigen Theile gegeben werden.

Die Facies externa der Felsenbeinpyramide bildet die mediale Wand der Paukenhöhle. Ungefähr im Centrum derselben liegt eine kleine ovale scharfrandige Oeffnung; die Fenestra vestibuli s. ovalis. Unter ihr erhebt sich ein glatter Knochenwulst, das Promontorium, welches aus zwei durch eine seichte Furche getrennten Erhebungen besteht. Von diesen liegt die grössere direkt unter der Fenestra vestibuli und trägt die Fenestra cochleae s. rotunda. Die andere kleinere ist vor die grössere gelagert. Ueber dem Promontorium und vor und über der Fenestra vestibuli liegt eine tiefe Grube für den Muskelbauch des Musculus tensor tympani: die Fossa muscularis maior. Sie wird überdacht von einem Theil der Facies superior pyramidis, welche hier aus einer dünnen Knochenplatte besteht. Diese Platte kann als Tegmen tympani bezeichnet werden. Das Tegmen tympani trägt einen kurzen Fortsatz: den Processus tegminis tympani.

Am hintern untern Rande der Fossa muscularis maior, dicht über der Fenestra vestibuli mündet ein Kanal -- der Canalis facialis -- mit einer kleinen, unter einem dünnen Knochenblättchen fast verborgenen Oeffnung. Von diesem Knochenblättchen lateralwärts verdeckt verläuft der Sulcus facialis als Fortsetzung des Canalis facialis hinter dem Promontorium her nach abwärts. In seinem Verlauf vertieft er sich zu einem Grübchen, welches den Musculus stapedius aufnimmt: Fossa muscularis minor. Die Knochenlamelle, welche den Sulcus facialis deckt, verschmilzt mit einer von der Pars mastoidea entspringenden etwas stärkeren Knochenlamelle. Beide vereint verwachsen mit der Bulla ossea und umgrenzen mit ihr das Foramen stylomastoideum.

Die Pars tympanica vom Schläfenbein der Hauskatze wird durch die mehr erwähnte Bulla ossea repräsentirt. Im Gegensatz zu vielen andern Säugethieren ist der knöcherne Gehörgang nicht ein der Bulla ansitzendes Rohr, sondern er wird durch eine in der Aussenwand der Bulla liegende von gewulsteten Rändern umgebene ovale Oeffnung gebildet. Die Gestalt der Bulla ist ungefähr halbkuglig, doch ist ihr Durchmesser von vorne nach hinten grösser, als der von oben nach unten. Nach vorne und

unten geht von der Bulla ein kleiner spitzer Fortsatz aus: *Processus bullae spinosus anterior*. Am hintern Ende ist die Bulla abgestumpft und mit einer rauhen Fläche zur Verbindung mit dem *Os occipitale* versehen. Man kann eine äussere und eine innere Wand der Bulla unterscheiden. Die äussere, laterale Wand ist stark vorgewölbt und zeigt den *Porus acusticus externus*, dessen obere Umrandung sich spangenartig über die Bulla erhebt und fest mit der Schuppe verschmilzt. Unterhalb des *Porus acusticus externus* verläuft vom *Processus bullae spinosus anterior* bis zum oberen hintern Ende der Bulla eine rauhe Linie.

Die mediale Wand der Bulla zeigt in der Mitte eine sehr grosse, unregelmässig umrandete Oeffnung, durch welche man in das Innere der Bulla hineinsieht: *Foramen bullae magnum*. Dieser Innenraum zerfällt in zwei Abtheilungen, welche durch eine dünne knöcherne Scheidewand — das *Septum bullae* — getrennt werden. Das *Septum bullae* endigt frei mit scharfem Rand, der nach oben umgebogen ist. An dem umgebogenen Theil befindet sich ein seichter Eindruck, welcher durch Anlagerung des *Promontorium* hervorgerufen ist — *Impressio promontorii*. Das *Foramen bullae magnum* ist von einem fast gleichmässig breiten Knochensaum umgeben, dessen Rand ungleichmässig gezackt ist. Nach oben geht er in die mit der Schuppe verwachsene Umrandung des *Porus acusticus externus* über. Vor dem vorderen Ursprung der Gehörgangsspanne liegt eine hinten schmale, nach vorne breiter werdende flache Furche. Sie wird von dem untern umgebogenen Theil der *Squama temporalis* gedeckt und so zur *Fissura Glaseri* für die *Chorda tympani* abgeschlossen.

Unterhalb des Eingangs in die *Fissura Glaseri* befindet sich am Rande des *Foramen bullae magnum* ein sichelartig gekrümmter Fortsatz: *Processus bullae falciformis*. Dort, wo der *Processus bullae spinosus anterior* entspringt, liegt auf der medialen Bullawand eine grössere Furche: der *Sulcus tubarius*. Nach innen wird derselbe zunächst von der Ursprungsleiste des *Processus spinosus bullae*, dann von einer scharfen Knochenkante der Bullawand begrenzt. Am untern Rande des *Foramen bullae magnum* liegt eine kleine vertikal verlaufende Gefässfurche.

Die beiden Abtheilungen der Bulla ossea sind ungleich gross. Die kleinere liegt oben und vorn, die grössere unten und hinten.

Beide sind glattwandig. Die vordere obere Kammer ist die *Cavitas tympani propria*. Sie enthält den Trommelfellfalz, der in seiner Peripherie ganz geschlossen ist. Die Trommelfellebene ist nur wenig grösser, als der *Porus acusticus externus* und liegt von ihm nur zwei Millimeter entfernt. Der knöcherne äussere Gehörgang ist demgemäss sehr kurz.

Die Verbindung der Schläfenbeintheile mit einander bedarf noch einer kurzen Besprechung.

Die *Squama temporalis* und die *Pars petromastoidea* sind nur dort fest mit einander verbunden, wo der Warzenthail mit dem hintern Rande der Schuppe verwachsen ist. Im übrigen befindet sich zwischen Felsenbein und Schuppe eine *Sutura petroso-squamosa*, welche sowohl vom Schädelinnern her an der Grenze zwischen *Facies superior pyramidis* und der *Squama*, als auch von der Paukenhöhle her im Dach der letzteren (*Antrum tympanicum*) sichtbar ist.

Die Verbindung der *Pars tympanica* mit dem Schuppenthail ist, wie erwähnt, sehr fest an der oberen Begrenzung des *Porus acusticus externus*. Nahe der Stelle, wo die Verschmelzung intritt, liegt die *Fissura Glaseri*. Der Rand des *Foramen bullae magnum* adaptirt sich ziemlich genau der *Facies externa pyramidis*. Nur zwischen dem vorderen Rand dieser Pyramidenfläche und der *Bulla* bleibt ein breiter Spalt offen, welcher von einem zwischen Felsenbein und Schuppe sich einschiebenden Fortsatz des Keilbeins gedeckt wird. Der so entstehende knöcherne Kanal ist der *Canalis tubarius*.

Der *Canalis tubarius* liegt demgemäss zwischen *Bulla ossea*, *Os petrosum* und *Os sphenoidale*. Seine laterale und untere Wand wird von ersterer gebildet. Das Felsenbein bildet die mediale, das Keilbein die obere und theilweise die mediale Wand.

Eine bemerkenswerthe Abweichung vom Verhalten beim Menschen weist die Stellung der *Facies externa pyramidis*, d. h. die mediale Paukenhöhlenwand auf. Während dieselbe beim Menschen fast vertikal gestellt ist, ist sie bei der Katze stark mit dem oberen Rande gegen die Horizontale geneigt. Die beiderseitigen *Facies externae pyramidum* schneiden sich nach unten verlängert in einem Winkel von etwa 135° . Dadurch kommt die *Fossa muscularis maior* in eine solche Lage, dass sie weniger eine Muskelgrube, als vielmehr ein Gewölbe dar-

stellt, dessen Kuppel (bei der natürlichen Stellung des Kopfes) der Boden der Fossa muscularis maior ist. In dieser Grube liegt der von der Paukenhöhlenschleimhaut bedeckte *Musculus tensor tympani* und entsendet eine kurze, kegelförmige Sehne von starkem Glanz in der Richtung nach aussen hinten und unten. Die Sehne inserirt an einem langen Knochenvorsprung des Hammers, unterhalb dessen die *Chorda tympani* verläuft. Die Muskelsehne verläuft rechtwinklig zur Längsaxe des Hammerstiels, aber spitzwinklig zur Trommelfellebene. Sehne und Trommelfellebene bilden einen nach vorne offenen Winkel von etwa 40° miteinander. Der Angriffspunkt der Sehne am Hammer liegt ausserhalb der Längsaxe des Manubriums und zwar mehr nach dem Innern der Pauke hin. Dadurch wird bei der Contraction des Muskels nicht nur eine Einwärtsbewegung des Umbo, sondern auch eine Rotation des Hammers um die Längsaxe des Manubriums erzeugt, so dass das Trommelfell dann in seiner hinteren Hälfte stärker gespannt wird, als in der vordern. Diese Wirkung des *Tensor tympani* ist deutlich zu beobachten, wenn man durch Eindrücken des Muskelbauchs in seine Grube hinein die Sehne anspannt.

Entsprechend der starken Neigung der *Facies externa pyramidis* ist auch das Trommelfell stärker, als beim Menschen im Sinne der *Inclination* geneigt, aber in geringerem Grade, als die mediale Paukenhöhlenwand. So kommt es, dass beide nach unten hin divergiren, und somit die obere Trommelfellparthie der Labyrinthwand näher liegen, als die untere.

Das tympanale Tubenostium liegt am vorderen Ende des Paukenhöhlendachs. Es bildet einen relativ breiten Spalt, von dessen oberem Rand ein glänzender derber Strang nach dem Muskel hin sich erstreckt. Zwischen jenem und dem Muskel scheint bei makroskopischer Betrachtung eine Verbindung zu bestehen. Die nun folgenden Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung zeigen andere Verhältnisse. Die Schnittebene ist entsprechend derjenigen der Maus angelegt.

Die Schnittdicke beträgt 0,03 mm. Die Numerirung schreitet von oben nach unten fort.

Schon im ersten Präparat ist der Hammerkopf im Querschnitt sichtbar. Er liegt rings von Knochen umgeben im Kuppelraum. Der Kuppelraum geht bald in den übrigen Theil der Paukenhöhle über, wo oralwärts im Bindegewebe kleine

Drüsen auftreten. Diese bilden ein immer stärker werdendes Convolut und sind um ein in ihrer Mitte gelegenes Lumen gruppiert. Das letztere ist mit hohem Cylinderepithel ausgekleidet. Von Schnitt 23 ab werden die Drüsenträubchen und -Schläuche spärlicher, während sich das Lumen weiter vergrössert. Die ersten Spuren vom Muskelbauch des Tensor tympani finden sich in Schnitt 30. Es liegen hier einige Muskelfasern in dem Bindegewebe, welches eine Bucht des Felsenbeins ausfüllt. In Schnitt 31, Figur 26, Tafel XXVIII ist dies noch deutlicher. Die Fasern *t* sind in der Längsrichtung geschnitten. Sie liegen frei im Bindegewebe, welches die bei *F* im Felsenbein befindliche Bucht ausfüllt. Die Paukenhöhle *P* enthält Gallertgewebe. Bei *M* ist der Querschnitt des Hammerkopfs sichtbar. *l* ist das von Drüsen umgebene Lumen. Der Muskelbauch vergrössert sich nun successive und nähert sich dem Knochen. Ein Theil seiner Fasern ist im Querschnitt sichtbar. In Schnitt 40 verlaufen zwischen den Muskelbündeln Gefässschlingen und Nervenverzweigungen. Letztere liegen nahe der Basis des Muskelbauchs, während die grösseren Gefässstämme nahe der Spitze des Muskelkegels eintreten. In Schnitt 45, Figur 27 ist der Eintritt des Nervs in den Muskel besonders deutlich. Der Nerv zerfällt gleich nach dem Eintritt in zahlreiche Aeste, welche noch ziemlich weit zwischen den Muskelfasern zu verfolgen sind. *t* ist eine schon recht ansehnliche Muskelmasse. Bei *v* verläuft ein grösseres Gefässstämmchen. Von den Gehörknöchelchen ist jetzt Hammer (*M*) und Amboss *I* zu sehen. Das Lumen *l* von Figur 26 hat sich in die Paukenhöhle geöffnet und stellt hier die Bucht *l* dar. *F* ist das Felsenbein; *Spñ* das Keilbein. In Schnitt 48 tritt oralwärts vom grossen Bauch *t* des Tensor tympani parallel verlaufend mit seinen Randfasern ein gesonderter Muskelcomplex auf, in Gestalt von zwei Bündelchen längsgeschnittener Muskelfasern. Die beiden Bündelchen vereinigen sich und es bietet dann Schnitt 51, Figur 28 folgendes Bild: Die Paukenhöhle ist in der Umgebung der Gehörknöchelchen und des Tensor tympani noch von Gallertgewebe erfüllt. Die Gelenkspalte zwischen Hammer und Amboss ist sehr deutlich. Die grössere Abtheilung *t* des Tensor tympani zeigt einen hellen Fleck in der Mitte, welcher aus Bindegewebe besteht. Bei *t*¹ liegen die gesonderten Muskelfasern. *g* ist ein langovales Ganglion, in welches der

Tensorernv übergeht. Zwischen diesem Ganglion und der Bucht *l* liegt das stumpfe Ende eines dicken Bindegewebsstreifens *S*, der sich pharyngealwärts verbreitet und den kegelförmigen Längsschnitt eines Rachenmuskels *mm* umgiebt. Dieser Sehnenstreifen liegt zwischen dem Keilbein *Sph* und dem Rest der Bulla ossea *B*. *f* ist der Querschnitt des Processus bullae falci-formis.

Die Faserrichtung in den Durchschnitten des grossen Tensorbauchs ist einem starken Wechsel unterworfen. In Figur 26 sind nahe dem Sehnenende des Muskels die Fasern quergetroffen, während sie am Knochenende im Längsschnitt erscheinen. Am oralen Ende der Muskelbasis streben die Fasern nach dem Keilbein hin. Gleichzeitig treten zwischen dem gesonderten Muskelkomplex *t'* und dem Gros des Muskels immer neue Muskelfasern in Erscheinung, so dass eine Vereinigung beider Muskelabschnitte vorbereitet wird. In Schnitt 54 ist diese Verschmelzung vollzogen. In demselben Präparat tritt das pharyngeale Tubenende auf und zwar ganz am oralen (in den Abbildungen rechts gelegenen) Ende des Schnittes. Es stellt eine Einsenkung der Rachenschleimhaut dar, welche scheinbar blind endigt. Die Schnittebene liegt nämlich nicht genau parallel, sondern leicht geneigt zur Tubenaxe, und zwar pharyngeal tiefer, als tympanalwärts. Es wurde beim Schneiden des Präparats also zuerst das Pharyngealostium der Tuba getroffen. Medial von der Mündung der Tube liegt ein breiter Streifen zellenreichen Knorpels. Lateral von dem Tubenostium befindet sich der in Figur 28 mit *mm* bezeichnete Muskel. Der Bindegewebsrahmen, welcher von *S* ausgehend diesen Muskel umfasst, ist auf der lateralen Seite stärker entwickelt, als auf der medialen und zeigt hier eine wellige Faserung. In Schnitt 57 ist die pharyngeale Tubeneinstülpung durch den Schnitt in der Weise getroffen, dass eine Zunge von Knorpelgewebe halbinselartig von einem mit Epithel bekleideten Lumen umgeben wird. Dies Bild kommt dadurch zu Stande, dass das Tubenlumen, wie auch makroskopisch zu sehen ist, einen sichelförmigen Querschnitt besitzt. Es müssen demgemäss auf dem Längsschnitt zwei Lumina entstehen, sobald der Boden der Tube, d. h. die konkave Schneide der Sichel getroffen wird. Nur das eine Ende des sichelförmigen Lumens wird von Knorpel umfasst. Der Musculus tensor tympani stellt

jetzt einen grossen, seine Knochenbucht völlig ausfüllenden Bauch dar, in dessen Inneres hinein breite Züge von Sehngewebe sich erstrecken. Tubenwärts ist der Muskelbauch in eine Spitze ausgezogen. Die Fasern verlassen hier die Fossa muscularis maior und greifen auf das Keilbein über. Es bestehen jedoch keine Beziehungen zwischen dem Muskel und der Tube, oder deren Nachbarschaft. Die Bucht *l* ist sehr flach geworden. Der Sehnenstreifen *S* hat sich sammt seinem Muskel *mm* verkürzt und ist breiter und plumper geworden.

In Schnitt 61 und den folgenden ist innerhalb des Muskels parallel dem Knochenrand der Muskelgrube verlaufend ein bandartiger Streifen zu verfolgen, welcher zum grössten Theil aus Nervendurchschnitten besteht, in dem aber auch einzelne Gefässe zu sehen sind. Hier bildet der Nerv offenbar einen Grundplexus, der quer zu seiner Fläche angeschnitten ist. Der knieförmig erscheinende Durchschnitt des Tubenlumens erstreckt sich immer mehr nach der Paukenhöhle hin. Nur der blind endigende mediale Schenkel des Lumens ist von Knorpel umrahmt. Zahlreiche Drüsen liegen in der Nähe des pharyngealen Ostiums.

In Schnitt 69 ist der Zusammenhang der Tube mit der Paukenhöhle deutlich geworden. Das Knie des Tubenlumens hat den Rand der Bucht *l* erreicht. Das laterale Lumen der Tube vermittelt die Kommunikation mit dem Pharynx. Das mediale Tubenlumen endigt oralwärts blind. Zwischen dem Musculus tensor tympani und dem tympanalen Tubenostium liegt an der Paukenhöhlenwand eine Knorpelinsel, welche in den folgenden Schnitten mit dem Tubenknorpel verschmilzt. So entsteht das in Figur 29 (Schnitt 75) wiedergegebene Bild:

Vom aboralen Ende des einheitlichen Tubenknorpels *kk'* geht ein dünner Bindegewebszug *s* bis in die Nähe der ersten Muskelfasern des Tensor tympani, aber ohne mit denselben in Verbindung zu treten. Der breite Sehnenstreifen *S* ist geschwunden. Der zugehörige Muskel liegt noch immer der lateralen Tubenwand enge an. Der Muskelbauch des Tensor tympani ist in seinem oralen Ursprungsgebiet durch eine helle Zone von Bindegewebe vom Knochen geschieden, während am aboralen Ende der Muskelbasis der Ursprung am Knochen immer fester wird unter gleichzeitiger Verdünnung des Bodens der Fossa muscularis maior.

In den folgenden Schnitten wird das mediale Tubenlumen allmählich reduziert, während das laterale Lumen immer mehr klafft. Lateral von dem nun weiten Ostium tympanicum tubae treten in Schnitt 81 mehrere Knorpelinseln auf, die zu einem dicken, zwischen Bulla *B* und dem tympanalen Tubenostium liegenden Polster werden. Dieses Knorpelstück steht aber mit dem Tubenknorpel nicht in Verbindung. Der Musculus tensor tympani entwickelt seine Endsehne. Der knöcherne Boden der Muskelgrube weist am hintern Ende eine Lücke auf. Hier besteht eine nur bindegewebige Scheidewand gegen den Nervus facialis. An dieser Stelle ist der Nervus facialis bis zu seinem Knie zu verfolgen. Das Ganglion geniculi und der Nervus petrosus superficialis maior liegen in diesem und den folgenden Präparaten (Figur 30, Schnitt 83 *nf*). Vom Tubenknorpel ist nur noch der Rest *k'* erhalten. Der sehnige Theil des Tensor tympani nimmt eine von der Kegelform abweichende Gestalt an, indem die den Gehörknöchelchen zugekehrte Seite des Sehnenkegels eingedrückt erscheint. Am pharyngealen Tubenende liegt der Boden der Tuba im Schnitt vor, während das tympanale Ostium noch sehr weit klafft. Zahlreiche Drüsen mit ihren Ausführungsgängen befinden sich in der Umgebung der Tube. Der Muskelbauch des Tensor tympani verkleinert sich rasch. In Schnitt 95 sind seine letzten Spuren geschwunden.

Wenn man die Ergebnisse der mikroskopischen und makroskopischen Untersuchung zusammenfasst, so zeigt sich Folgendes:

Der Musculus tensor tympani der Katze entspringt aus der Fossa muscularis maior des Felsenbeins und von dem benachbarten Theil des Keilbeins, wo dieses den Canalis tubarius nach oben abschliesst. Der Ursprung des Tensor tympani ist somit ein anderer, als er von Mivart¹⁾ beschrieben ist. Mivart erwähnt die Fossa muscularis maior gar nicht und nimmt als Ursprungsgebiet des Tensor tympani den umgebogenen Rand des Septum bullae an: The tensor tympani muscle arises from a pointed process which projects from the free margin of the septum of the bulla as it curves upwards at the posterior wall of the tympanum.

1) Mivart, The Cat. London 1881.

Der Muskel ist stumpf kegelförmig. Der Muskelkegel ist auf dem Querschnitt elliptisch entsprechend der Form der Fossa muscularis maior, deren einer Durchmesser länger als der andere ist. Die Muskelfasern entspringen im grössten Theil der Muskelgrube und am Keilbein von dem lockeren Periost, welches den Knochen überzieht. Nur an dem aboralen Theil der Fossa muscularis maior gehen die Muskelfasern direkt vom Knochen resp. von dem hier sehr dünnen und straffen Periost aus. Einen Zusammenhang mit der Tuba besitzt der Muskel nicht. Zwischen dem tympanalen Tubenende und dem Anfang des Muskels befindet sich überall noch eine längere Strecke von Schleimhaut und lockerem Bindegewebe resp. Periost, und nur der ganz schmale Streifen *s* in Figur 27 scheint auf verloren gegangene Beziehungen zwischen Tube und Muskel hinzudeuten. Im Einklang damit steht auch der Umstand, dass die Basis des Muskelkegels tubenwärts gleichsam ausgezogen scheint.

Die Faserrichtung des Muskels ist durchweg eine radiäre, indem die Spitze des Sehnenkegels als etwas excentrisch gelegener Mittelpunkt angenommen werden kann, von dem die Fasern ausstrahlen. Sehr deutlich ist dies nur in den Schnitten, welche den Muskel in seiner grössten Ausdehnung getroffen haben, z. B. in Figur 27. In den andern Schnitten sind die nicht in der Schnittebene verlaufenden Fasern mehr oder weniger schräge getroffen. Ueberall aber wird von den Fasern ein direkter Weg vom Knochen zur Sehne eingeschlagen und nirgends findet sich, wie bei der Maus, eine Parallelität der Faserrichtung zum Knochen. Da die Spitze des Muskels nicht gleichweit von der Randzone des Muskelursprungs entfernt ist, sondern näher dem aboralen Rand der Fossa muscularis maior liegt, so ist die Länge und Richtung der Muskelfasern eine verschiedene. Die tubenwärts verlaufenden Fasern sind viel länger, als die zu dem aboralen Rand der Muskelgrube ziehenden. Erstere bilden mit dem Knochen einen spitzen, letztere einen rechten Winkel, so dass die Kraft, welche die Sehne des Muskels bewegt, in viele Componenten zerfällt, von denen die extremsten in der Hypotenuse einerseits und in der kurzen Kathete eines rechtwinkligen Dreiecks andererseits wirken.

Die Wirkung der kurzen Fasern muss dabei verstärkt werden

durch die innige Fixation am Knochen, welche den langen tubarwärts verlaufenden Fasern fehlt.

Da mit der weit in die Paukenhöhle vorgeschobenen Tube resp. deren Korpel keine Verbindung besteht, so ist noch weniger ein Zusammenhang des Muskels mit der Rachenmuskulatur nachzuweisen. Bei der Durchsicht der Serie schien der Sehnenzug *S* in Figur 26 eine Verbindung des Muskeltheils *t'* mit der Rachenmuskulatur *mm* anzubahnen. Es wären dann Verhältnisse eingetreten, wie sie ähnlich bei der Maus vorhanden sind. Das trat jedoch nicht ein, sondern mit dem Vordringen der Tube wird der Sehnenzug *S* vom Tensorbauch gänzlich geschieden.

Der Eintritt des Nerven in den *Musculus tensor tympani* ist in der beschriebenen Serie deutlich. Ebenso die Verbindung derselben mit einem grossen Ganglion, welches wohl als Ganglion oticum anzusehen ist. Die Zubereitung sowohl dieses, wie der vorher beschriebenen Präparate ist indessen wenig geeignet die Details des Nervenverlaufs zur Anschauung zu bringen. Es wird vielmehr zu diesem Zweck eine Untersuchung mit der von M. Nussbaum angegebenen Essigsäure-Osmiummethode nöthig sein, welche unter Aufhellung und Maceration des Bindegewebes und gleichzeitiger Erhaltung und Färbung der Nerven, letztere bis in ihre feinsten Verzweigungen zu verfolgen gestattet. Diese Untersuchung wird von grosser Wichtigkeit sein, weil wir durch M. Nussbaum wissen, dass die Stelle des Nerveneintritts in einen Muskel und der centrale Ursprung der Nerven wichtige Kriterien für eine stattgefundene Verlagerung des Muskels abgeben.

Die Tuba Eustachii der Katze ist eine knorpelig-häutige Röhre, welche mit spaltförmiger Oeffnung in den Nasenrachenraum mündet. Das Ostium pharyngeum tubae ist medial von einer knorpeligen, lateral von einer häutigen Lefze begrenzt, von denen die erstere stärker prominirt. Das Lumen der Tube ist, wie oben bemerkt, einer stark gekrümmten Sichel zu vergleichen, deren Konkavität nach innen gerichtet ist. Die mediale Spitze der Sichel, ist von einem Knorpelrahmen umgeben, welcher einen medialen höheren und einen lateralen niedrigeren Schenkel besitzt. Der mediale Schenkel reicht bedeutend weiter in die Paukenhöhle hinein, als das Tubulumen. (Siehe Abbildung 30 *t'*.)

Um das Gesagte zusammen zu fassen, sei noch einmal auf das Schnabelthier zurückgegriffen.

Bei *Ornithorhynchus* stellt die Paukenhöhle einen eingeschnürten Sack dar, der unten und medial von der Einschnürung sich breit in den Rachen öffnet. Die Gegend der Rachenmündung wurde von uns *Recessus tympanicus pharyngis* genannt. Die ganze laterale Wand dieses Nische ist durch das Trommelfell gebildet. Die Gehörknöchelchen liegen mit Ausnahme des im Trommelfell verwebten *Manubrium mallei* im oberen blinden Theile des Sackes. Die Theilung der Paukenhöhle in einen unteren, dem Rachen angehörenden, und einen oberen, funktionell dem Gehörsinn dienenden Raum ist besonders bemerkenswerth. Beide kommunizieren nur durch eine kleine Oeffnung miteinander.

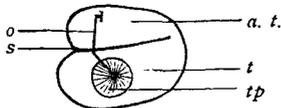
Eine ähnliche Zweitheilung besteht auch bei *Echidna hystrix* und *Manis javanica*, doch ist hier der Ausdruck Doppelsack weniger angebracht, weil beide Abschnitte nicht an der engen Kommunikationsstelle auch eine Abschnürung wie beim Schnabelthier aufweisen, sondern durch eine grössere horizontale Scheidewand von einander getrennt sind.

Die untere Paukenhöhlenetage entspricht dem *Recessus tympanicus pharyngis* des *Ornithorhynchus*; sie enthält Trommelfell nebst *Manubrium* des Hammers und kommuniziert mit dem *Pharynx*. Nur hat sie sich vom Rachen entfernt, wobei der breite Zugang zum *Recessus tymp. phar.* des Schnabelthiers zur mehr oder weniger langen *Tuba* der anderen Thiere ausgezogen worden ist.

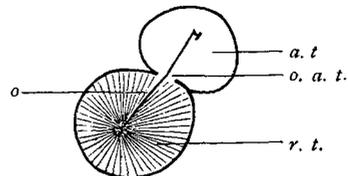
Die obere Paukenhöhle enthält bei *Echidna* und *Manis* wie beim Schnabelthier die für den Gehörsinn wichtigsten Theile: Steigbügel und Labyrinthfenster. Sie ist durch eine bindegewebige Scheidewand vom unteren Theil der Paukenhöhle getrennt und kommuniziert mit diesem nur durch eine bei *Echidna* sehr enge am vorderen Pol der Paukenhöhle gelegene Oeffnung, welche dem *Ostium atticum tympanici* des *Ornithorhynchus* entspricht. Bei *Manis* ist diese Kommunikationsöffnung grösser, als bei *Echidna* und nahe dem hinteren Pol der Trommelhöhle gelegen. Mit der Vergrösserung des *Ostium atticum tympanici* bei *Manis* geht eine Reduktion des *Septum* der Paukenhöhle Hand in Hand und wir nähern uns schon dem Befund bei den höheren Säugethieren und beim Menschen, wo der obere, das Gros der Gehörknöchelchen enthaltende Abschnitt der Paukenhöhle, der Kuppelraum, zwar

noch etwas abgesetzt gegen die untere Paukenhöhle, aber nicht mehr von ihr getrennt erscheint.

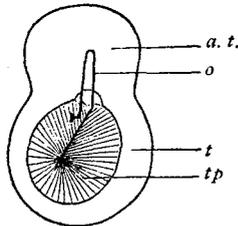
Ganz schematisch sind diese Verhältnisse in den nebenstehenden Figuren dargestellt. Es geht aus diesen auch hervor, dass die räumliche Ausdehnung beider Paukenhöhlenabschnitte zugenommen hat im Verhältniss zur Grösse des Trommelfells, und dass dieses bei *Echidna* und *Manis*, abweichend von dem Ver-



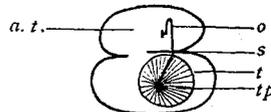
Schema der rechten Paukenhöhle von *Echidna hystrix*.
Seitenansicht von Aussen.
a. t. Atticus tymp. resp. obere Paukenhöhlenetage, *o* Gehörknöchelchenkette, *s* Septum der Paukenhöhle, *t* unterer Theil der Paukenhöhle, *tp* Trommelfell (pars tensa).



Schema der rechten Paukenhöhle von *Ornithorhynchus*.
Seitenansicht von Aussen.
a. t. Atticus tymp., *o* Kette der Gehörknöchelchen, *o. a. t.* Ostium attici tymp., *r. t.* Recessus tymp. phar.



Schema der rechten Paukenhöhle des Menschen.
Seitenansicht von Aussen.
a. t. Atticus tymp., *o* Gehörknöchelchenkette, *t* unterer Theil der Paukenhöhle, *tp* Trommelfell (pars tensa).



Schema der rechten Paukenhöhle von *Manis jav.*
Seitenansicht von Aussen.
a. t. Atticus tymp., *o* Kette der Gehörknöchelchen, *s* Septum der Paukenhöhle, *t* unterer Theil der Paukenhöhle, *tp* Trommelfell (pars tensa).

halten bei *Ornithorhynchus* nicht mehr die ganze laterale Wand der unteren Paukenhöhlenetage darstellt. Dabei ist jedoch nur der gespannte Trommelfelltheil berücksichtigt. Mit dem oberen Rand der Pars tensa, d. h. des dünnen, den Hammergriff bergenden Theils der Membran, welcher beim Schnabelthier und bei *Echidna* in einem wirklichen Paukenring ausgespannt ist, schneidet nach oben hin die untere Paukenhöhlenetage ab. Von hier ab wird die laterale Wand des oberen Paukenhöhlentheils von

einer viel dickeren, nicht gespannten Bindegewebsschicht gebildet. Schon bei Beschreibung der Serien wurde dieser Theil der lateralen Paukenhöhlenwand als Pars flaccida gedeutet, was dahin erweitert werden muss, dass er nicht nur der Membrana Shrapnelli des Menschen, sondern bei Ornithorhynchus und Echidna auch noch der Pars ossea (Walb) des Trommelfells entspricht. Manis dagegen hat schon einen knöchernen Abschluss des oberen Paukenhöhlenraumes.

Bei Echidna befinden sich in dieser lateralen Wand des Atticus Muskeln, und zwar in den hinteren Partien solche mit von oben nach unten verlaufenden Fasern. In den vorderen Partien dagegen ist die Faserrichtung cirkulär. Bekanntlich haben die älteren Anatomen die Pars flaccida des menschlichen Trommelfells mit muskulären Elementen durchsetzt geglaubt. Die von Kessel¹⁾ angesprochene Vermuthung, dass es sich beim Nachweis von Muskeln in der Pars flaccida niederer Säugethiere annehmen lasse, die Pars fl. hominis verdanke einem reduzierten Muskel ihre besondere Struktur, kann sich also bestätigen, wenn wir eben diesen Theil der lateralen Paukenhöhlenwand bei Echidna als Aequivalent der Shrapnell'schen Membran ansehen dürfen. Dazu sind wir meiner Ansicht nach berechtigt. Zwar ist diese Muskelpartie nicht dem äusseren Gehörgang zugewandt, sondern es zieht (siehe die makroskopische Präparation von Echidna) die obere Cirkumferenz der Gehörgangsinserion an der Grenze zwischen dem eigentlichen gespannten Trommelfell und der Pars flaccida einher; aber nicht die Beziehungen zum äusseren Gehörgang, sondern die zur Paukenhöhle charakterisiren die einzelnen Abschnitte der Paukenhöhlenwand und aus ihnen geht die Analogie des in Frage stehenden Theiles mit der Pars ossea und flaccida des menschlichen Trommelfells hervor. Was die Funktion der beiden Muskeln, ihre Zugehörigkeit zu andern Gruppen und ihre Innervation angeht, so konnte es bei der vorwiegend auf andere Ziele gerichteten Zubereitung der Präparate nicht gelingen, darüber ein Urtheil zu gewinnen. Soviel ist jedoch als sicher anzunehmen, dass sie auf die Spannung des Trommelfells insofern einen Einfluss ausüben, als die ganze laterale Pauken-

1) Kessel, Die Histologie der Ohrmuschel etc. In Schwartz's Handbuch der Ohrenheilk. I. S. 56.

höhlenwand durch eine Kontraktion dieser Muskeln beeinflusst werden muss. Der rückwärts gelegene Muskel, dessen Fasern von oben nach unten verlaufen, ist am ehesten geeignet, eine Spannung des Trommelfells ins Werk zu setzen, während der cirkulärfaserige Muskel über der oberen Spange des Paukenrings verläuft (s. Figur 14) und somit erst nach Dehnung des letzteren die Trommelfellspannung beeinflussen könnte.

Zu dem die Paukenhöhle in zwei Theile trennenden Septum steht bei den drei niederen Säugethieren die Sehne des Musculus tensor tympani in naher Beziehung; sie ist völlig in dasselbe eingewebt und bildet bei Echidna, dessen Tensor tympani breit und platt ist, sogar einen sehr grossen Theil des Septums, ohne dass eine Trennung von sehnigen und bindegewebigen Elementen von einander möglich wäre.

Wenn die beiden Abschnitte der Paukenhöhle sich vereinigen, so kommt, wie es bei Manis schon eingeleitet ist, eine Reduktion des Septums zu Stande. Die Sehne des Tensor tympani bleibt dann allein zurück und wird eventuell von Bindegewebszügen, welche in ihrer Umgebung von der medialen zur lateralen Labyrinthwand verlaufen, begleitet. So glaube ich das Tensor ligament (Toynbee) und Zanzal-Schwalbe's Tensorfalte erklären zu dürfen. Mit der besprochenen Zweitheilung der Paukenhöhle darf nicht die Zweikammerigkeit der Bulla ossea bei der Katze verglichen werden. Bei der Katze sind diese zwei getrennten Abtheilungen dadurch gebildet, dass im Os tympanicum, welches zu einem mächtigen Knochen ausgebildet ist, eine knöcherne horizontale Scheidewand besteht. In der oberen Etage der Bulla befindet sich das Trommelfell. Sie entspricht demgemäss der unteren Abtheilung bei den drei niederen Säugern und die untere Kammer der Bulla ist einer grossen pneumatischen Zelle am Boden der Paukenhöhle gleich zu erachten, wie sie in wechselnder Ausbildung auch in dem Keller der menschlichen Trommelhöhle vorkommen.

An den bei den Raub- und Nagethieren zur Bulla entwickelten Paukenring erinnert das Os tympanicum des Schuppen-thiers. Ganz kurz wird von K o p e t s c h¹⁾ erwähnt, dass das

1) Kopetsch, Ueber das Foramen iugulare spurium und den Canalis (meatus) temporalis am Schädel der Säugethiere. Inaug.-Diss. Königsberg 1896.

Os tympanicum bei Manis aufgetrieben sei. Ich brauche hier nur auf das beim Resumé der Serie von Manis Gesagte zu verweisen. Im Gegensatz zu dem Verhalten bei der Katze ist jedoch das so ausgedehnte Os tympanicum nicht zur Vergrößerung des pneumatischen Raums der Paukenhöhle verwandt, sondern es birgt in seiner Höhlung ein merkwürdiges Organ, den mit *S* bezeichneten Schwellkörper der Abbildungen. Es wurde schon vorher darauf hingewiesen, dass sein Füllungszustand sowohl das Lumen des äussern Gehörgangs, wie das der Paukenhöhle beeinflussen muss. Ganz besonders bemerkenswerth ist aber sein Einfluss auf die Spannung des Trommelfells.

Wenn wir uns den Schwellkörper als geschlossenen Hohlring vorstellen, der die proximale Cirkumferenz des Gehörgangs umgiebt, so inserirt das Trommelfell an der der Paukenhöhle zugewendeten Seite dieses Hohlrings. Durch die Füllung des Schwellkörpers wird nun in folgender Weise die Spannung des Trommelfells verändert. Wenn der Schwellkörper sich mit Blut füllt, so kann er sich nur nach zwei Seiten hin ausdehnen und zwar nach dem Centrum des Gehörgangslumens hin und in die Paukenhöhle hinein; nach allen andern Seiten hin ist er vom Os tympanicum umgeben. Es wird also der Insertionsring des Trommelfells in die Paukenhöhle hinein verschoben und zugleich concentrisch verengt, somit das Trommelfell entspannt. Während die Bewegung in die Paukenhöhle hinein zweifellos erfolgen muss, bin ich mir wohl bewusst, dass der Einfluss auf die Spannung der Membran ein unberechenbarer sein wird, wenn die Füllung des Schwellgewebes ungleichmässig erfolgte, oder letzteres in seinen verschiedenen Abschnitten verschieden dehnbar wäre. Am wahrscheinlichsten ist jedoch die Erschlaffung des Trommelfells bei Erektion des Schwellkörpers.

Jedenfalls haben wir in ihm einen Apparat, welcher die Spannung des Trommelfells beeinflusst und in gewissem Sinne einen Tensor tympani ersetzen kann. Nun fehlt aber bei Manis der Musculus tensor tympani, und das verdickte Bindegewebspolster auf der medialen Labyrinthwand scheint darauf hinzuweisen, dass ein Muskel hier verloren gegangen ist. Die Stelle, wo sich das Bindegewebe befindet, entspricht der Lage nach genau dem Ursprungsgebiet des Tensor tymp. von Echidna. Aber ein hier befindlicher Muskel würde eine ganz perverse

Funktion ausüben, wie aus den nachfolgenden Betrachtungen hervorgehen soll. Zur Erläuterung mögen Figur 9, Tafel XXVI, Figur 13, Tafel XXVI, und Figur 18 und 19, Tafel XXVII dienen.

Wenn sich der Tensor tympani kontrahiert, so wird bei *Ornithorhynchus* und *Echidna* der Stapes in erster Linie eine Hebelbewegung machen in dem Sinne, dass sein Köpfchen nach unten rückt. Der Drehpunkt liegt dort, wo die Fussplatte den unteren Rand der Fenestra ovalis berührt. Gleichzeitig wird der Steigbügel auch etwas in das ovale Fenster hineingedrängt aus drei Gründen: Erstens liegt der Ursprung des Muskels mehr medial, als die Insertion am Hammer. Zweitens wirkt der Zug des Muskels an einem einarmigen Hebel, an dessen einem Ende der Stapes befestigt ist, und dessen anderes Ende, das Hypomochlion, dort liegt, wo die Pars tensa des Trommelfells in die Pars flaccida übergeht. Dieser einarmige Hebel wird gebildet von dem bis zur Artikulation mit Ambossfortsatz und Stapes gradlinigen Hammer. Der Amboss spielt bei der Konstruktion der Gehörknöchelchenkette eine sehr unwesentliche Rolle, da er nur das hinterste Ende seines Processus posterior nach Art eines Os lenticulare zwischen Steigbügel und Hammer einschiebt. Bei der Gradlinigkeit der Kette wird die den Stapes ins Fenster drückende Wirkung des Muskels dadurch gewahrt, dass die Kette als einarmiger Hebel wirkt, dass also Stapesansatz und Muskelinsertion über der Drehungsaxe des Hammers liegen. Wenn die Insertion des Tensor tympani unter letzterer stattfindet, so wird der Stapes aus seinem Fenster herausgerissen, wenn nicht besondere Vorkehrungen getroffen sind, um das zu verhindern. Beim Menschen liegt der Ansatz des Tensors unter der Drehungsaxe des Hammers, aber der Steigbügelansatz an der Gehörknöchelchenkette liegt noch tiefer, weil letztere geknickt ist. Demnach ist, da die Gehörknöchelchen in toto schwingen, auch beim Menschen ein einarmiger Hebel in Wirkung, dessen Drehpunkt zu oberst liegt, dann folgt nach unten von ihm die Insertion des Musculus tensor tympani und noch mehr nach unten der Endpunkt des langen Ambossfortsatzes.

Bei *Manis* nun läge der Ansatz des Tensor tympani dicht unter der Drehaxe des Hammers (Figur 19), also ein Verhalten, welches dem bei höheren Thieren ähnlich ist. Auch die Kette

der Gehörknöchelchen ist geknickt, wobei der Amboss schon eine wesentliche Rolle spielt; aber der Steigbügel ist nicht tief genug gerückt, d. h. der absteigende Schenkel der Gehörknöchelchenkette ist nicht lang genug, dass Stapes und Muskelinsertion auf dieselbe Seite des Hebels kämen. So würde ein funktions-tüchtiger Muskel bei Manis den Steigbügel aus dem ovalen Fenster herausziehen. Bei Manis sind die bei höheren Säugethieren bestehenden Verhältnisse angebahnt, aber nicht zur Durchführung gelangt; die Umbiegung der Gehörknöchelchenkette hat nicht Schritt gehalten mit dem Herabrücken der Muskelinsertion, und dem ist der Muskel zum Opfer gefallen. Ob nun die Adduktion des Steigbügels durch das Funktionieren des Schwellkörpers gewahrt ist, konnte auf Grund der Schnittserie nicht ermittelt werden. Die Hebelbewegung des Stapes dagegen, welche als vorzugsweise Wirkung des Tensor bei Ornithorhynchus und Echidna angesehen werden muss, ist garantirt durch den gut entwickelten Musculus stapedius, welcher bei Schnabelthier und Echidna fehlt. Auf Tafel XXVII ist nur die Sehne des Musculus stapedius in Figur 17 sichtbar. Der Muskel selbst befindet sich in den rückwärts gelegenen Schnitten nahe benachbart dem Querschnitt des Nervus facialis.

Bei Ornithorhynchus und Echidna ist offenbar der Musculus stapedius gar nicht angelegt worden, denn es befindet sich nichts, was als degenerirter Muskel aufgefasst werden könnte.

Der Musculus tensor tympani zeigt bei den beschriebenen Thierspecies ein sehr verschiedenes Verhalten. Alle zu Anfang dieser Arbeit als möglich genannten Typen finden sich und zwar:

Bei Ornithorhynchus ein zweibäuchiger unmittelbar auch dem Rachen angehöriger Muskel.

Bei Echidna der auf einen Felsenbeinbauch beschränkte Muskel.

Bei Manis gar kein Tensor resp. ein degenerirter Felsenbeinbauch desselben.

Bei Mus ein Tensor tympani, der theils vom Felsenbein, theils von der Tuba entspringt.

Bei Felis dom. ein nicht mit der Tuba zusammenhängender Muskel.

Ausserdem endlich beim Menschen ein vorwiegend von der Tuba entspringender Tensor tympani.

Den Befund beim Schnabelthier darf man wohl als den ursprünglichen ansehen, da sich ja die Paukenhöhle durch Ausstülpung des Rachenlumens bildet und somit bei *Ornithorhynchus* gewissermaassen die unterste Stufe dieser Ausbildung vorhanden ist.

Es ist ersichtlich, dass in aufsteigender Entwicklungsreihe — soweit wenigstens die untersuchten Thiere erkennen lassen — keine in einer bestimmten Richtung fortschreitende Entwicklung des *Musculus tensor tympani* vor sich gegangen ist.

Der Muskel ist sowohl seiner Lage wie seiner Verlaufsrichtung nach in wechselnder Form ausgebildet und zwar werden die Varietäten erstens unter Einwirkung der Trennung von Paukenhöhle und Rachen, zweitens unter Einwirkung der Lageveränderungen ausgebildet, welche das Gehörorgan zum Rachen und welche die einzelnen Theile des Gehörorgans zu einander erleiden. Wir sehen, wie auf der untersten Stufe ein Theil des Muskels auf das Felsenbein beschränkt ist, ein anderer direkt in den Rachen hineinreicht und mit der Muskulatur, welche an der hinteren Choanenöffnung den Rachen auskleiden hilft, unzertrennlich zusammenhängt. Der sog. Felsenbeinbauch und der Rachenbauch sind aber nicht differente Theile, von denen der eine dem Rachen, der andere dem Gehörorgan zugetheilt ist, sondern bei der sehr unvollständigen Trennung von Rachen- und Paukenhöhle sind beide als Rachenmuskeln anzusehen, von denen der eine am Felsenbein entspringt, weil dieses unmittelbar an die Rachenwand heranreicht.

Wenn sich nun im Lauf der phylogenetischen Entwicklung das Gehörorgan und damit das Felsenbein vom Rachen entfernt, so macht der Felsenbeinbauch die Wanderung mit und wird ganz ins Mittelohr verlegt, wo er nun auf der Labyrinthwand seinen Platz findet; der Rachenbauch dagegen wird in die Länge gezogen, kommt, wie früher bemerkt, in nahe Beziehung zur Tuba, welche dem zum Kanal ausgezogenen Eingang in den *Recessus tympanicus pharyngis* entspricht. Diese Beziehung zur Tuba wird der Rachenbauch des *Tensor tympani* behalten, so lange die Lage der Tuba derart ist, dass ein mit ihr zusammenhängender Muskel unbeschadet seiner Funktion mit dem am Hammer befindlichen Insertionspunkt verbunden bleiben kann.

Bis zu einem gewissen Grade macht also dieser Bauch eine Wanderung der Tuba mit. Wenn aber die Verbindung mit dem Hammer nicht gewahrt werden kann, so degenerirt der Rachenbauch, der nunmehr Tubenbauch zu nennen ist, und der Felsenbeinbauch tritt an seine Stelle; dieser ist ja von der Lage der Tuba unabhängig.

Ein prägnantes Beispiel hierfür scheint mir Echinidna darzubieten. Hier liegt die Tubenmündung an der lateralen Paukenhöhlenwand nahe dem Trommelfellrande. Ein mit der Tube zusammenhängender Muskel müsste demgemäss quer durch die Paukenhöhle, oder über die innere Trommelfellfläche hinweg verlaufen, um seine Insertion am Hammer zu bewerkstelligen. Demgemäss finden wir hier nur den Felsenbeinbauch.

Wenn Tuben- und Felsenbeinbauch in Konkurrenz treten, so kommt es zu Verhältnissen, wie sie bei der Maus gefunden werden: ein Felsenbeinbauch empfängt Verstärkungsfasern von der Tuba her. Bei der Katze ist der Zusammenhang mit der Tuba vollständig verloren gegangen. Der Felsenbeinbauch ist ausserordentlich mächtig entwickelt, greift aber noch auf den Theil des Keilbeins über, welcher den Canalis tubarius abschliesst (siehe die osteologische Beschreibung) und verräth somit noch seine verloren gegangenen Beziehungen zum Rachen. Ob die im beschreibenden Theil besprochene Andeutung einer Zweibauchigkeit auf eine Vereinigung zweier Muskelbäuche hinweist, glaube ich nicht annehmen zu können.

Beim Menschen ist der Felsenbeinbauch fast völlig unterdrückt. Ich sage fast völlig, denn ich halte mit Zuckerkandl¹⁾ die Fossa cochlearis für ein Aequivalent der bei Felis dom. beschriebenen Fossa muscularis maior und die in der Fossa cochlearis entspringenden Fasern für den Rest eines Felsenbeinbauchs. Der Tubenbauch dagegen ist sehr gut ausgebildet und reicht besonders weit nach dem Rachen hin, ja es ist sogar in vielen Fällen nicht nur eine Verbindung des Tensor tympani mit dem Tensor veli palatini durch eine Art Zwischensehne vorhanden, sondern es gehen sogar Muskelfasern aus dem einen Muskel in den anderen über. Es ist das ein Zurückgreifen auf ursprüngliche Verhältnisse, wie es von den untersuchten Thieren

1) Zuckerkandl, Archiv f. Ohrenheilk. Bd. 20, S. 119.

nur noch bei der Maus gefunden wurde. Auch bei Mus ist zwischen dem von der Tube rachenwärts verlaufenden Muskel (*m* der Figur 21, Tafel XXVII) und dem Tensor tympani (*t* derselben Figur) ein schmales Bindegewebsbündel *b* eingeschaltet. Der bei der Katze mit *S* bezeichnete breite Bindegewebsstreifen entspricht offenbar dem Faserbündel *b* bei Mus; indess findet eine Verbindung des ersteren mit dem Tensor tympani nicht statt, indem sich zwischen beide die Tubenmündung einschiebt.

Wir sehen demgemäss wie die Lage der Tube, besonders der Tubenmündung zur Paukenhöhle auf die verschiedenartige Ausbildung des Tubenbauchs vom Tensor tympani einen Einfluss ausübt; die Varietäten in der Lage der Tubenmündung aber hängen zweifellos mit den Lage-Veränderungen zusammen, welche die einzelnen Theile der Paukenhöhle erleiden. Die wichtigste dieser Lage-Veränderungen ist die Verschmelzung beider Paukenabschnitte unter gleichzeitigem Herabrücken der oberen Trommelhöhlenetage. Die Richtung, in welcher diese Verschiebung erfolgt, ist zunächst von oben nach unten. Dadurch rückt der Steigbügel sammt den Paukenfenstern herab in die Höhe des Trommelfells. Die Kette der Gehörknöchelchen wird dabei umgeknickt und eventuell so in ihrer mechanischen Funktion verändert, dass die Zugwirkung eines Tensors verändert werden muss, falls nicht eine perverse Aktion derselben zustande kommen soll.

Ausser der Verschiebung von oben nach unten hat auch eine solche von vorne nach hinten stattgefunden. Der Steigbügel ist dadurch nicht nur nach unten, sondern auch nach hinten gerückt und der ursprünglich nach vorn gelegene Amboss ist mit seinem Körper zwischen Hammer und Steigbügel interponirt.

Bei diesen Verschiebungen, zu deren besserer Erkenntniss noch ein genaueres Studium der osteologischen Verhältnisse bei niederen Säugethierspezies nöthig ist, wurde auch im selben Sinne die Tubenmündung verschoben und zwar von unten nach oben und von hinten nach vorne. Aus der Serienbeschreibung ist bekannt, dass bei *Manis* und *Echidna* die Tuba am hinteren (kaudalwärts gelegenen) Pol der Paukenhöhle und am Boden derselben einmündet. Bei den höheren Säugethieren und beim Menschen liegt das Ostium tympanicum tubae am vorderen Winkel des Mittelohrs und hoch über dem Boden desselben. Mit dieser Verlagerung des Tubenostiums wird auch innerhalb der

vorher normirten Grenzen der Tubenbauch des Tensor tympani verlegt. Als Punctum fixum erscheint stets der Ansatz des Muskels am Hammer, wenn auch geringe Verschiebungen der Insertion bei der eventuell veränderten Mechanik der Gehörknöchelchen eintreten.

Auch der Felsenbeinbauch kann natürlich Lageveränderungen unterliegen. Dabei ist er von der Einmündungsstelle der Tuba unabhängig und folgt vielmehr nur etwaigen Drehungen des Felsenbeines, dem er zugehört.

Ich glaube indess, dass derartige Vorgänge eine nebensächliche Rolle spielen bei der Gestaltung des Musculus tensor tympani und dass im wesentlichen zwei Faktoren den Muskel morphologisch beeinflussen, nämlich erstens die Concurrenz von Tuben- und Felsenbeinbauch und zweitens die Dislokation des ersteren, beide bedingt durch osteologische Verschiebungen der einzelnen Abschnitte des Mittelohrs. In einer späteren Arbeit hoffe ich näher darauf eingehen zu können, wie diese Verschiebungen durch die mächtige Entwicklung der Gross- und Kleinhirnhemisphären herbeigeführt werden.

Die vorliegende Arbeit ist im anatomischen Institut zu Bonn ausgeführt. Herr Geheimrath von la Valette St. George stellte mir in liberalster Weise einen Arbeitsplatz zur Verfügung. Herrn Professor Nussbaum bin ich für seine Anregung und Unterstützung verpflichtet, zugleich auch Herrn cand. med. Schorlemmer für die Anfertigung der beigegebenen mikrophotographischen Abbildungen.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXV—XXVIII.

Tafel XXV.

- Fig. 1. Nach Zuckerkandl aus dem Archiv für Ohrenheilkunde Bd. XXIII, rechte Kopfhälfte von *Ornithorhynchus paradoxus*, mediale Seite. *K* Schädelhöhle, *N* Choanenrohr, *O* Nasenhöhle, *PH* Pharynx.
- Fig. 2. Recessus tympanicus pharyngis des Schnabelthiers mit Umgebung. $\frac{1}{2}$. *ch* Choane, *oe* Oesophagus (losgelöst), *r. t.* Recessus tympanicus pharyngis, *z* Zunge.
- Fig. 3. Dasselbe, um eine horizontal-transversale Axe gedreht, um das Ostium atticum zu zeigen.

- Fig. 4. Dasselbe nach Entfernung der Schleimhaut in der Umgebung des Recessus tympanicus. *t* Trommelfellrest, *m*, *m'* Muskelbäuche.

Tafel XXVI.

Schnittserie von *Ornithorhynchus paradoxus* (Fig. 5—9), und *Echidna hystrix* (Fig. 10—14).

- Fig. 5. Schnitt 16. *a* ein durch Abhebung der Drüsen- und Muskelschicht von der Unterlage entstandener Hohlraum (Kunstprodukt). *C* Schädelhöhle, *D*, *D'* Drüsen, *F* Felsenbein, *M. A. E.* äusserer Gehörgang, *m* Muskelfasern, *P* Paukenhöhle, *Ph* Pharynx, *Tp* Trommelfell, *t* erste Fasern des *Musculus tensor tympani*.
- Fig. 6. Schnitt 25. *b* der Raum, welcher die Kommunikation von Pharynx und Paukenhöhle vermittelt. Sonst dieselben Bezeichnungen wie vorher. *L* Labyrinth, *M* Hammer.
- Fig. 7. Schnitt 28. *s* Sehne des *Musculus tensor tympani*. Sonst wie oben.
- Fig. 8. Schnitt 58. *t'* Felsenbeinbauch des *Tensor tympani*. Sonst wie oben.
- Fig. 9. Schnitt 66. *J* Amboss, *St* Steigbügel. Sonst wie oben.
- Fig. 10. Nach Zuckerkandl aus dem Archiv für Ohrenheilkunde Bd. XXIII; linke Kopfhälfte von *Echidna hystrix*, mediale Seite. *K* Schädelhöhle, *G* Gaumen, *S* Septum nasale, *N* hinterer Nasenraum, *Ph* Pharynx, *o. ph. t.* Ostium pharyngeum tubae.
- Fig. 11. Querschnitt durch die Umgebung der Tuba nahe dem pharyngealen Ostium. *D* Drüsen, *f* derbes Bindegewebe, *m* Muskelbündel, *T* Tubenlumen.
- Fig. 12. Schnitt 59 der Serie. *F. F.* Felsenbein, *L* Labyrinth, *l* Lumen, welches dem unteren Abschnitt der Paukenhöhle angehört, *m* Muskulatur (Längsschnitt), *n. f.* nervus facialis, *N* Nische für den Ursprung des *Musculus tensor tympani*, *P'* oberer Abschnitt der Paukenhöhle, *PH* Pharynx, *s* Septum der Paukenhöhle, *T* Tuba, *T'* Tubenknorpel, *t* erste Fasern des *Musculus tensor tympani*.
- Fig. 13. Schnitt 78. *J* Ambossfortsatz, *M* Hammer, *M. A. E.* äusserer Gehörgang, *P* unterer Abschnitt der Paukenhöhle, *s* Sehne des *Musculus tensor tympani* und Septum der Paukenhöhle, *Tp* Trommelfell. Sonst dieselben Bezeichnungen wie bei Fig. 12.
- Fig. 14. Schnitt 129. *m'* Muskel im Querschnitt. Sonst dieselben Bezeichnungen wie bei Fig. 12.

Tafel XXVII.

Manis javanica (Fig. 15—19) und *Mus musculus* (Fig. 20—25).

- Fig 15. Gaumenregion eines sagittalen Schädeldurchschnittes $\frac{1}{1}$. *F* Felsenbeinkante an der Innenfläche der Schädelbasis, *N* Cho-

- anenrohr, *o. ph. t.* Ostium pharyngeum tubae, *p. d.* harter Gaumen, *p. m.* weicher Gaumen, *tons.* Tonsille, *Z* Zunge.
- Fig. 16. Schnitt 16 der Serie. *C* Raum innerhalb der vom Os squamosum gebildeten Schädelwand, *D* Ceruminaldrüsen, *F* Felsenbein, *g* ein Ganglion, *n. f.* Nervus facialis, *o. ph.* Ostium pharyngeum (tubae), *o. t.* Ostium tympanicum (tubae), *P* Paukenhöhle, *S* Schwellkörper, *Sq* Os squamosum, *T* Tuba, *TK* Tubenknorpel, *Ty* Os tympanicum.
- Fig. 17. Schnitt 45. *f. o.* Fenestra ovalis, *L* Labyrinth, *m* Tubenmuskulatur, *M. A. E.* äusserer Gehörgang, *stp* Sehne des Musculus stapedius, *Tp* Trommelfell. Die sonstigen Bezeichnungen wie bei Fig. 16.
- Fig. 18. Ansicht von der Umgebung des ovalen Fensters in Schnitt 54 (stärker vergrössert). *J* Amboss, *o. l.* Os lenticulare, *Stp.* Steigbügel. Die sonstigen Bezeichnungen wie bei Fig. 16 u. 17.
- Fig. 19. Schnitt 84. *Cl* Schnecke, *M* Hammer, *n* Bindegewebslage auf der medialen Paukenhöhlenwand, *s* Septum der Paukenhöhle.
- Fig. 20. Schnitt 12 der Serie. *B* Bulla ossea, *Cr* Schädelgrund, *F* Felsenbein(-kante), *K* Kuppelraum der Paukenhöhle, *L* Labyrinth, *M* Hammer, *P* Paukenhöhle, *U* Unterkieferkopf.
- Fig. 21. Schnitt 18. *b* Bindegewebe, *m* Tubenmuskulatur, *t* Musculus tensor tympani, *T* Tube, *Tp* Trommelfell. Die sonstigen Bezeichnungen wie in Fig. 20.
- Fig. 22. Schnitt 20. *gg* Ganglion geniculi, *n. f.* Nervus facialis. Sonst wie vorher.
- Fig. 23. Schnitt 23. *k* Deckknochen, *M. A. E.* äusserer Gehörgang.
- Fig. 24. Schnitt 26. *Cl* Schnecke, *s* Beginn der Sehne des Musculus tensor t., *V* Vestibulum. Sonst wie vorher.
- Fig. 25. Schnitt 31. *s* Sehne des Musculus tensor t., *Stp* Steigbügel. Sonst wie oben.

Tafel XXVIII.

Felis domestica.

- Fig. 26. Schnitt 31. *F* Felsenbein, *l* von Drüsen umgebenes Lumen, *M* Hammer, *t* Musculus tensor tympani, *P* Paukenhöhle.
- Fig. 27. Schnitt 45. *I* Amboss, *n* Nerv des Musculus tensor tympani, *Spñ* Os sphenoidale, *v* Gefäss. Sonst wie oben.
- Fig. 28. Schnitt 51. *B* Bulla ossea, *f* Processus bullae falciformis, *g* Ganglion, *mm* Rachenmuskulatur, *S* Sehnenstreifen, *t'* gesonderte Muskelportion von Musculus tensor tympani.
- Fig. 29. Schnitt 75. *b* laterales Tubenlumen, *k. k'* Tubenknorpel, welcher das mediale Tubenlumen umgiebt, *s* Bindegewebsstreifen von *k k'* ausgehend.
- Fig. 30. Schnitt 83. *k'* Rest des Tubenknorpels, *n. f.* Nervus facialis, *s* Sehne des Musculus tensor tympani, *t* Bauch des Musculus tensor tympani, *ph* Ostium pharyngeum tubae.