

Über die Entwicklung der embryonalen Schlundspalten und ihre Derivate bei Säugethieren.

Von

George A. Piersol aus Philadelphia.

Mit Tafel XVI und XVII.

Das Erscheinen der Arbeit von BORN (Nr. 3) bezeichnet deutlich eine Epoche der Litteratur über die Entwicklung der Schlundbogen und -Spalten der Säugethiere und der Derivate dieser Organe; was bisher in manchen Beziehungen nur Vermuthungen geblieben, hat durch die genauere Methode dieses geschickten Forschers festen Grund gefasst.

Die unmittelbar auf RATHKE's Entdeckung der Schlundbogen und -Spalten der Embryonen des Schweines und des Hühnchens folgenden Jahre waren reich an Bestätigungen und neuen Untersuchungen von Seiten der damaligen Anatomen; dessenungeachtet hat erst die zehn Jahre später erschienene ausführliche Arbeit REICHERT's (Nr. 26) diese Frage bedeutenderen Fortschritten entgegengeführt.

REICHERT bestätigte und führte die Untersuchungen von HUSCHKE, RATHKE und VALENTIN über die Entwicklung des äußeren und mittleren Ohres aus der ersten Spalte weiter aus und beschrieb ferner die Bildung von Zunge, Kehldeckel und Gaumengewölbe, so wie auch die Entwicklung von Zungen-, Ohr- und Gesichtsknochen. Seit dieser grundlegenden Arbeit wurde die Frage der Kiemenbogen und -Spalten theils von den vergleichenden Anatomen, theils von den Embryologen weiter geführt. Für die ersten waren besonders die Skelettbildungen, die aus den Kiemenbogen hervorgehen, Gegenstand ausführlicher Untersuchungen, während die letzteren allerdings auch nach dieser Seite thätig waren, wie die zahlreichen Arbeiten über die Bildungsweise der Gehörknöchelchen bewiesen, vor Allem jedoch auf die Kiemenspalten ihr

Augenmerk richteten und einerseits die Beziehungen der ersten Spalte zu dem Gehörorgane, andererseits die Bedeutung der Spalten für die Entwicklung der Schilddrüse und Thymus zu erforschen suchten. Die vergleichend anatomische Seite der Frage bei Seite lassend, beschäftigen wir uns hier nur mit entwicklungsgeschichtlichen Nachweisen und betrachten in erster Linie das Gehörorgan.

Die Entwicklung des Gehörorganes aus der ersten Tasche wurde von NEUEM von MOLDENHAUER (Nr. 24) für das Hühnchen und von KÖLLIKER (Nr. 49) für die Säugethiere untersucht und schienen die von diesen Forschern erhaltenen Resultate so überzeugend und genügend zu sein, dass BORN diese Fragen nicht in das Gebiet seiner Untersuchungen zog. Hierbei ist nun freilich zu erwähnen, dass URBANTSCHITSCH (Nr. 31) und HUNT (Nr. 44) zu entgegengesetzten Ergebnissen gekommen waren, indem sie den tubo-tympischen Raum eher für eine Ausbuchtung der Mundrachenhöhle, als für die umgewandelte erste Spalte hielten.

Ein Jahr nach BORN's Arbeit bestätigte auch HOFFMANN (Nr. 43) die KÖLLIKER'sche Ansicht, entwickelte jedoch in so fern eine andere Anschauung, als er der ersten Spalte eine Richtung nach vorn zuschreibt. Ein späterer Autor, GRADENIGO (Nr. 8) kam durch seine Studien auf diesem Gebiete zu der Überzeugung dass an der Bildung der Tuba und Paukenhöhle sowohl die erste Spalte als auch die benachbarten Räume theilnehmen. In jüngster Zeit ist endlich die im Allgemeinen angenommene Ansicht durch die Arbeit von KASTSCHENKO (Nr. 17) wieder in Zweifel gezogen worden, welcher Forscher zu dem Schluss kommt, »dass das mittlere Gehörorgan keineswegs aus der ersten Schlundspalte, sondern in Folge der Verengung des Seitentheiles des embryonalen Schlundes entsteht«.

Die erste genaue Beschreibung der mittleren Thyreoideaanlage von Säugethierembryonen stammt von KÖLLIKER (Nr. 49); derselbe gelangte für das Kaninchen zu demselben Resultate, welches früher REMAK (Nr. 27) u. A. für das Hühnchen gefunden hatten. Gleiche Resultate wurden von HIS (Nr. 40) an menschlichen Embryonen gewonnen. Zwei Jahre später erschienen die Arbeiten von WÖFLER (Nr. 32) und von STIEDA (Nr. 29), durch welche die Existenz einer seitlichen, paarigen Schilddrüsenanlage festgestellt wurde, so wie dass diese Anlage von einer der Schlundtaschen ihren Ursprung nimmt, welche genau zu bestimmen keinem von Beiden möglich war.

Diese wichtigen Untersuchungen wurden von BORN (Nr. 3) weiter geführt; derselbe bestätigte die Anwesenheit einer paarigen, seitlichen Thyreoideaanlage und bewies, dass die letztere von der vierten inneren

Schlundtasche ausgeht, welche Angaben von allen späteren Forschern angenommen und bestätigt wurden.

Ein epithelialer Ursprung der Thymus der Säugethiere wurde zuerst von KÖLLIKER (Nr. 19) behauptet; derselbe zeigte ferner, dass diese Drüsenanlage unzweifelhaft ein Derivat einer der hinteren Schlundspalten ist. Diese Entdeckung wurde von HIS durch Beobachtungen an menschlichen Embryonen unterstützt, und durch den von STIEDA gelieferten Beweis des direkten Zusammenhanges der Thymus mit der wahrscheinlich dritten Schlundspalte bestätigt und weiter ausgeführt.

Diesen Fund unterzog dann BORN einer näheren Prüfung, und durch genauere Untersuchungen bestätigte er den Ursprung der Thymus aus der dritten inneren Tasche, worauf KÖLLIKER (Nr. 20) die BORN'sche Ansicht annahm; eben so wie auch FISCHELIS (Nr. 6), der jedoch sowohl die äußere wie die innere Kiemenfurche in die Bildung der Thymus übergehen lässt. Auf der anderen Seite erkannte HIS (Nr. 10, 11) die Ergebnisse von BORN nicht an, und behauptet, nach wiederholten an menschlichen Embryonen angestellten Untersuchungen, dass die Thymusanlage ausschließlich von einer ektodermalen, der dritten und vierten äußeren Furche entsprechenden Einstülpung — dem Sinus praecervicalis — stamme. FRORIEP (Nr. 7) und RABL (Nr. 25) stimmen wiederum mit BORN überein, indem sie die Thymusanlage von der dritten inneren Schlundtasche ableiten.

Von den neueren Autoren schreibt DE MEURON (Nr. 23) nach eingehenden vergleichenden Studien dem fraglichen Organ einen doppelten Ursprung zu — von der dritten und vierten Tasche, während KASTSCHENKO (Nr. 15) dessen genaue Untersuchungsmethoden eine eingehende Würdigung seiner Resultate nöthig machen, die Thymus von drei Stellen ausgehen lässt und zwar: a) von einem von der dritten inneren Schlundtasche ausgehenden ventralwärts ziehenden Schlauche; b) von einer von dem tiefsten Ende des Sinus praecervicalis einwachsenden Einstülpung und c) von einer durch das Verwachsen des Epithels der äußeren und inneren dritten Tasche entstehenden Masse — dem Nodus thymicus. Um Missverständnisse zu vermeiden, führe ich hier KASTSCHENKO's Ansicht wörtlich an. Derselbe unterscheidet bei der Thymusanlage drei Haupttheile: »1) den aus dem Ductus praecervicalis ausgewachsenen und jetzt getrennt liegenden, ausschließlich epidermoidalen Knoten, welchen ich als Thymus superficialis bezeichnen möchte, 2) den oberen sowohl aus epidermoidalen wie auch aus epithelialen Bestandtheilen zusammengesetzten keulenförmigen Kopf (Caput) und 3) den unteren ausschließlich epithelialen Theil — die Cauda.

Die beiden letzteren bleiben immer in Zusammenhang und können zusammen als *Thymus profunda* bezeichnet werden.«

Nach dieser Skizze der Ergebnisse der wichtigsten Arbeiten auf diesem Gebiete, welche zeigen, dass dasselbe noch viele Lücken und Widersprüche darbietet, gehe ich zu meinen eigenen Untersuchungen über, welche im Sommer 1887 an Kaninchenembryonen ausgeführt wurden, an denen ich besonders die Entwicklungsgeschichte der inneren Schlundtaschen von dem jüngsten Stadium an, als auch die späteren Derivate derselben, verfolgte.

Die noch warmen Embryonen wurden meistens in der KLEINENBERG'schen Pikro-Schwefelsäurelösung fixirt, obwohl mit sehr befriedigendem Erfolge für die jüngeren Stadien auch dreiprocentige Salpetersäure in Anwendung kam. Nach genügender Behandlung mit allmählich verstärktem Spiritus, wurden dieselben entweder mit Boraxkarmin oder mit Hämatoxylin durchgefärbt; hierauf kamen dieselben nach Vornahme der allbekannten Manipulationen in Chloroform, Chloroform-Paraffin, Paraffin und wurden endlich in reines Paraffin von 48° C. Schmelzpunkt eingebettet. Alle Embryonen wurden in »Bänder« zerlegt, deren Schnitte eine Dicke von 0,04 mm hatten; bei den allerjüngsten Stadien war die Schnittdicke 0,008 mm. Mit Ausnahme einiger der frühesten Embryonen wurden von jedem Stadium Quer- und Sagittalserien gemacht —, in mehreren Fällen auch noch Frontalserien; von allen diesen Schnitten sind die quer zur Körperachse gelegenen die wichtigsten, doch sind auch die Sagittalserien sehr lehrreich und für viele Fragen unentbehrlich.

Heut zu Tage ist es von allen Seiten anerkannt, dass, um eine genügende Kenntnis complicirter körperlicher Verhältnisse zu gewinnen, die Untersuchung von Schnitten mit einer Rekonstruktionsmethode verbunden sein muss, und entschloss ich mich daher von vorn herein ebenfalls ein solches Verfahren anzuwenden. Bei der Auswahl zwischen den beiden Gruppen dieser Hilfsmethoden, als deren Vertreter wir diejenigen von HIS und von BORN ansehen dürfen, hat man die besonderen Vortheile beider ins Auge zu fassen. Sollen die Einzelheiten eines kleinen Organes oder die Verhältnisse eng gruppirter Gefäße und Nerven dargestellt werden, so würde die HIS'sche oder die KASTSCHENKO'sche (Nr. 45, 46) Methode wahrscheinlich die befriedigendsten Resultate liefern; soll dagegen eine Übersicht der gesammten Theile complicirter, in verschiedenen Ebenen liegender Räume gewonnen werden, so wird die plastische Methode von BORN (Nr. 4) die lehrreicheren Vorstellungen geben, weil durch die letztere die geistige Vereinigung verschiedener Ebenen nicht nothwendig ist.

Dass die von His (Nr. 40) der BORN'schen Methode vorgeworfenen Fehlerquellen vorhanden seien, muss zugegeben werden, wenn man aber genaue Rücksicht auf die besondere, der Untersuchung unterliegende Frage nimmt und zugleich mit größter Vorsicht arbeitet, so können die Fehler auf ein Minimum beschränkt werden. Wenn z. B. kleine Einzelheiten modellirt werden sollen, muss man diese unter genügender Vergrößerung ausführen, um die Details so deutlich darzustellen, dass die HAUPTERSCHEINUNGEN bestimmt hervortreten, in welchem Falle dann kleine Fehler auf die allgemeinen Resultate keinen bedeutenden oder störenden Einfluss haben. Jedenfalls stehen die zwei genannten Rekonstruktionsmethoden in einem solchen engen Zusammenhang, dass sie in der Praxis Hand in Hand gehen müssen, indem die eine die Ergebnisse der anderen kontrollirt und unterstützt.

Eine nicht sehr seltene bei allen Rekonstruktionsverfahren vorkommende Störung liegt einerseits in der unvollkommenen Ausbreitung, andererseits in einem zu starken Auseinanderweichen der Schnitte, wenn sie auf die Objektträger oder Deckgläschen aufgeklebt werden. Ist das Objekt etwas groß, so ist es kaum möglich beim Schneiden ein Zusammendrücken desselben ganz zu verhindern. In einem solchen Falle ist ein Wiederherstellen des normalen Zustandes bei einzelnen getrennten Schnitten viel leichter auszuführen, als wenn die Schnitte in zusammenhängenden Bändern angefertigt werden. Doch giebt auch bei Bändern eine Methode vorzügliche Resultate und das ist das Aufkleben derselben mit Gummi¹, welche in der Einfachheit der Anwendung und der Sicherheit der Resultate nichts zu wünschen übrig lässt; benutzt man die Vorsichtsmaßregel die Schnitte auf der Gummilösung wirklich schwimmen und die zur Ausbreitung nothwendige Wärme langsam einwirken zu lassen, so giebt keine andere Methode eine so normale Ausbreitung der Schnitte wie diese; erwärmt man zu stark, so tritt ein störendes Auseinanderreißen der Schnitte ein.

Um eine genügende Darstellung der Schlundspalten zu bekommen, wurde die BORN'sche Plattenmodellirmethode zu Hilfe gezogen; in mehreren Fällen wurde der ganze den Schlund enthaltende Theil des Embryo modellirt, aber nach kurzer Zeit zeigte sich, dass ein Übersichtsbild der gesammten Taschen nicht durch die gewöhnlichen

¹ Diese Lösung, wie sie in dem hiesigen anatomischen Institut angewendet wird, besteht aus einer einfachen Mischung von etwa 40 Tropfen einer gesättigten Lösung Gum. arabic. und 40 g destillirten Wassers; gegen Pilze setzt man gewöhnlich einen Krystall Thymol zu: ob diese Lösung irgend wo besonders angegeben ist, oder ob sie nur die modificirte FLÖGEL'sche sei, konnte ich nicht erfahren.

Rekonstruktionen in befriedigender Weise zu gewinnen war, weil die Taschen, häufig bedeckt von den sie umgebenden Theilen, keinen Gesamteindruck gewähren. Nach dem Vorschlag des Herrn Prof. P. H. STÖHR habe ich später eine ganze Reihe Modelle der Hohlräume allein gefertigt, welche somit wie Ausgüsse dieselben gut darstellen und sich als sehr lehrreiche Präparate erwiesen. Doch ist es auch an solchen Übersichtsbildern der Schlundspalten auf den ersten Blick nicht immer leicht das negative mit dem entsprechenden positiven Bild zu verbinden und bedarf man dazu immer einer gewissen Übung und Nachdenkens. Die mikroskopische Untersuchung der Schnitte giebt in Verbindung mit diesen Hilfsmitteln so vorzügliche Resultate und übertrifft in so überwiegendem Grade die gewöhnlichen Untersuchungen, dass es sich wohl verlohnt die im höchsten Grade zeitraubenden Modellirungen vorzunehmen.

Wie in nebenstehender Tabelle angegeben ist, wurden die meisten Rekonstruktionen unter einer 100maligen Vergrößerung ausgeführt; einige der jüngeren Embryonen dagegen wurden bei etwas stärkerer Vergrößerung und die ältesten nur bei 50maliger modellirt.

Ich erlaube mir einige Worte über die Technik der Bereitung der Platten beizufügen; nach den Angaben BORN'S (Nr. 4) oder der neueren Vorschrift von STRASSER (Nr. 30) erscheint es als gleichgültig, welche Art von Wachs man zur Benutzung nimmt. Meine eigenen Erfahrungen haben mich jedoch Anderes gelehrt. Ich machte die ersten Versuche mit gewöhnlichem gelben Wachs, verlor dabei viel Zeit und Geduld und trotz aller Mühe gelang es nie, gute Platten zu erhalten; nach vielen vergeblichen Versuchen mit verschiedenen Mischungen von diesem Wachs und Terpentinöl, prüfte ich eine ganz andere Sorte von weißem Wachs mit besserem, aber doch nicht befriedigendem Erfolge; endlich wandte ich mich an sogenanntes Modellirwachs und erhielt gleich beim ersten Gusse vollkommene Resultate, ich möchte desshalb das »Modellirwachs«¹ vor allen anderen empfehlen; sind Wasser und Wachs genügend heiß, so können mit Sicherheit und ohne Mühe Platten von 1 mm und bei sehr vorsichtigem Verfahren sogar von 0,5 mm Dicke angefertigt werden.

Im Ganzen habe ich 43 verschiedene Stadien von Kaninchenembryonen, manche in mehreren Exemplaren, plastisch rekonstruirt, von

¹ Dieses »Modellirwachs« entspricht nicht dem in der Kunst viel angewendeten, rothen, mit Zinnober versetzten Modellirwachs, sondern ist von einer hellen gelben Farbe; es war aus der Fabrik des Herrn Lampert (Wallgasse, Würzburg) bezogen worden.

denen die interessantesten photographirt und durch Nachzeichnen an der Tafel dargestellt wurden.

	Alter		Länge	Vergrößerung
A.	8 Tage	11 Stunden	3,1 mm	125
B. ¹	8 »	17 »	3,1 »	125
C.	8 »	23 »	3,3 »	125
D.	9 »	2 »	3,0 »	125
E.	9 »	11 »	3,6 »	125
F.	9 »	23 »	4,0 »	100
G.	10 »	6 »	4,5 »	100
H.	10 »	16 »	5,3 »	100
I.	11 »	— »	6,0 »	100
K.	11 »	17 »	7,0 »	100
L.	12 »	12 »	8,0 »	100
M.	13 »	— »	9,7 »	50
N.	15 »	— »	14,5 »	50

Der eingehenden Besprechung der inneren Schlundspalten möchte ich einige Worte voranschicken, und zwar in Bezug auf das Vorkommen einer offenen Kommunikation zwischen den inneren und äußeren Taschen, in Folge des Durchbruches der Verschlussplatten. Von den niederen Wirbelthierklassen ist es bekannt, dass in der Regel, bald früher bald später, verschiedene und zwar gewöhnlich vordere Taschen zum Durchbruch kommen; was dagegen die Säugethiere betrifft, so sind die Autoren noch zu keiner vollständigen Übereinstimmung gekommen.

Dass die von KÖLLIKER, BORN u. A. bestätigte und angenommene His'sche Lehre im Allgemeinen ganz richtig ist, lässt sich nicht bezweifeln; dagegen ist es noch in Frage, ob nicht ein auf gewisse Stellen beschränkter, verhältnismäßig spät erscheinender Durchbruch vorkomme. Dass ein solcher bei Säugethieren stattfindet, behaupten FOL, RÜCKERT (Nr. 28) und DE MEURON (Nr. 23); in jüngster Zeit hat auch KASTSCHENKO (Nr. 48) in seiner interessanten Arbeit diesen Durchbruch bei dem Hühnchen beschrieben. Um diese Frage mit Bezug auf das Kaninchen zu erledigen, wurde eine große Anzahl Präparate aller Stadien sorgfältig durchgemustert; doch kamen nur in zwei Serien Bilder zum Vorschein, welche an einen solchen Durchbruch erinnerten. Diese fanden sich bei zwei Embryonen von 11 Tagen 17 Stunden (7,0 mm Länge), und in beiden an derselben Stelle, welche der äußeren Ecke der ven-

¹ Durch die Güte des Herrn Prosektor Dr. O. SCHULTZE konnte ich diese von ihm gefertigte, gerade zwischen meinen eigenen stehende Serie zum Modelliren benutzen, und möchte ich diese Gelegenheit wahrnehmen, ihm für seine mir öfters bewiesene Liebenswürdigkeit meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

tralen Ausbuchtung der zweiten Tasche entsprechend wäre (Fig. 8 e''), doch wurden auch in diesen Fällen Zweifel rege, ob von einem wirklichen Durchbruche die Rede sein könne, weil bei beiden Embryonen stärkere Vergrößerungen eine die scheinbare Spalte unregelmäßigüberbrückende sehr zarte Zellkette zeigten. Die Annahme, dass diese Brücke später verschwinde, lässt sich nicht aufstellen, da gegen ein solches Schicksal das Vorhandensein der Brücken bei älteren Embryonen spricht. Wir müssen desshalb, was das Kaninchen betrifft, die Meinung festhalten, dass die Schlussplatten in der Regel ungebrochen bleiben; vielleicht kommt in einzelnen Fällen ein späterer Durchbruch vor und wenn dies geschieht, so wird vor Allem die zweite Spalte dabei betheiligt sein, bei der schon KÖLLIKER (Nr. 20) die Zartheit der Verschlussplatte wahrgenommen hat, indem er schreibt, dass »vor allen die der zweiten Furche leicht reißen«¹.

Entwicklung der inneren Schlundtaschen.

Für das Studium der Entwicklung der Schlundspalten scheint es vortheilhaft, das Stadium, in dem noch keine Spur des Kiemenbogenapparates angelegt ist, zuerst in Betracht zu ziehen; ein solches Stadium findet sich in dem Embryo von 8 Tagen 17 Stunden (3,4 mm Länge — 8 Urvirbel). Die allgemeine Form des theilweise geschlossenen Vorderdarmes zeigt sich, wie dies auf dem Modell (Fig. 4) zu sehen ist, als ein in dorso-ventraler Richtung stark abgeplatteter Raum, dessen ventrale und dorsale Wände, in Folge der stark rückwärts gebogenen Seitentheile oder Flügel konkav respektive konvex sind.

Diese Flügel stoßen mit ihren bogenförmigen vorderen Enden an den Gehirnraum; an der Stelle, wo sie mit dem mittleren Theile des Vorderdarmes zusammentreffen, befindet sich eine die beiden Wände ausbuchtende Erweiterung (Fig. 4 A) der primären Darmhöhle.

An der ventralen Wand läuft diese Ausbuchtung von dem blinden Ende des Vorderdarmes ungefähr durch sein oberstes Drittel abwärts, dann theilt sie sich in eine nach beiden Seiten sich biegende Furche, welche letztere sich weiter in zwei Rinnen theilt, von denen die eine (Fig. 4 bei *Fl*), querlaufende, in den Flügel übergeht, die andere abwärts

¹ Nachdem die vorliegende Arbeit abgeschlossen war, bekam ich die Abhandlung von E. LIESSNER (Ein Beitrag zur Kenntnis der Kiemenspalten und ihrer Anlagen bei amnioten Wirbelthieren. Morpholog. Jahrbuch. Bd. XIII. Hft. 3. 1888), der einen Durchbruch der Verschlussplatten der Kiemenspalten annimmt. Doch sind bei den Säugethieren die Befunde dieses Forschers meiner Meinung nach nicht überzeugend, weil bei 30 Embryonen er nur in zwei Fällen offene Kiemenspalten wahrzunehmen im Stande war: in Betreff der Angaben LIESSNER's bei Reptilien und Vögeln messe ich mir kein Urtheil zu.

zieht (Fig. 4 *Hf*) und die ganze Länge des primären Darmes bis zu der Stelle durchläuft, wo die Darmwände sich weit aus einander biegen; diese letzteren Furchen entsprechen den Stellen, an welchen die die getrennten ersten Herzanlagen enthaltenden Falten der Darmfaserplatten zusammenstoßen; diese Ausbuchtungen können als Herzfurchen (Fig. 4 und 14 *Hf*) bezeichnet werden. Die Konvexität der dorsalen Vorderdarmwand wird durch eine in der Mittellinie gelegene, die oberste Hälfte des Darmes durchlaufende Rinne unterbrochen; diese Vertiefung liegt unmittelbar unter der Chorda, und ihre größte Tiefe entspricht dem Anfange der schon erwähnten Herzfurchen der ventralen Wand; weiter abwärts breitet sich diese Bucht aus und verschwindet allmählich. Die größte Ausdehnung der Höhle des primären Vorderdarmes befindet sich in dem mittleren Drittel der lateralen Flügel (Fig. 4 *Fl* und Fig. 14 *Df*), was mit der Beschreibung, die His (Nr. 12) vom Hühnchen bereits gegeben hat, übereinstimmt.

Der etwas weiter vorgerückte Embryo von 8 Tagen 23 Stunden (3,3 mm Länge — 11 Urwirbel) zeigt einen bedeutenden Fortschritt der Entwicklung des primären Mundrachenraumes (Fig. 2), obgleich die allgemeine konkav-konvexe Form des Querschnittes noch zum Vorschein kommt; doch hat die Gestalt der Grenzlinien sich wesentlich verändert. Das Kopfende des primären Schlundes stellt eine in der Mitte liegende ovale, dem Gehirn dicht benachbarte Vertiefung vor, von welcher beiderseits die sanft gewölbte obere Fläche der Höhle abwärts und auswärts bis an die jetzt erst angedeutete dorsale Spitze der ersten Schlundspalte (Fig. 2 *SpT*¹) leitet.

Zwischen den inneren Flächen der schwach entwickelten ersten Bogen und der Rachenhaut liegt eine erhebliche Ausbuchtung (Fig. 2 *pR*) — die erste Andeutung des Kopfabschnittes der primären Rachenhöhle. Mehr schwanzwärts unterbricht eine, quer zwischen den inneren unteren Kanten der ersten Bogen lagernde Rinne (Fig. 2 *vF*) die vordere Schlundwand; von dieser ventralen Rinne geht nach jeder Seite eine unter dem Rand des ersten Bogens liegende, kopfwärts, nach außen und dorsalwärts laufende Furche aus, welche die später breite erste Schlundtasche ist (Fig. 2 *T*¹); abwärts von der letzteren kommt eine schwach ausgesprochene, querstehende seitliche Ausbuchtung des Schlundes (Fig. 2 *T*²) vor, welche die erste Andeutung der zweiten Schlundtasche ist.

Merkliche Fortschritte machen die Spalten während der nächsten Stunden: Betrachten wir ihre gesammte Form an einem Embryo von 9 Tagen 11 Stunden (3,6 mm Länge — 18 Urwirbel), so nehmen wir ein auffallendes Vorrücken auf den ersten Blick wahr (Fig. 3). Die

früheren Biegungen des Schlundes sind verschwunden, und an der ventralen Wand bemerkt man jetzt von innen eine sanfte Vorwölbung statt der früheren Ausbuchtung. Das vordere Ende der Rachenhöhle besitzt an beiden Seiten eine Vertiefung (Fig. 3 *v*), welche sich durch eine abwärts und auswärts leitende Rinne bis zu der dorsalen Spitze der ersten Schlundspalte zieht (Fig. 3 *SpT*¹); abwärts und ventralwärts vereinigen sich diese Vertiefungen mit der von den Innenflächen des ersten Bogenpaares und der Rachenhaut umschlossenen Höhle (Fig. 3 *pRh*), dem späteren vordersten Ende der Rachenhöhle; dieser Raum senkt sich zwischen die vordersten Enden des Unterkiefers, wo er von jetzt an, bis zum 12. Tage, eine auffallende Rinne bildet (Fig. 3 *m*).

Unter den medianen Enden des ersten Kiemenbogenpaares folgt eine Quersfurche, welche seitlich in der ersten Schlundtasche ausläuft. Diese Tasche (*FT*¹) fängt in der Nähe der Mittellinie an, zieht sich nach vorn, außen und dorsalwärts, und findet ihr Ende in einer die dorsale Fläche des Schlundes überragenden Spitze. Diese Spitze (*SpT*¹) und die schon beschriebene seitliche Ausbuchtung des vordersten Endes der Rachenhöhle mit einander verbindend, findet sich eine bogenförmige Furche (*Rr*), welche wir später, in Folge ihrer Bedeutung für die Bildung des mittleren Ohres, näher in Auge fassen müssen.

Die zweite Schlundspalte kommt noch immer als die breite, quer-gestellte aber jetzt etwas ventralwärts hervorragende Schlundausbuchtung vor (Fig. 3 *T*²); weiter abwärts folgt eine schwach ausgesprochene Erweiterung der seitlichen Schlundwand, welche das erste Zeichen der dritten Schlundtasche ist (Fig. 3 *T*³); von dieser Stelle an nimmt der Schlunddurchmesser stark ab. Die Konkavität der dorsalen Fläche der Rachenhöhle wird gestört durch eine querliegende Vertiefung gegenüber dem zweiten Kiemenbogen; caudalwärts von dieser Einsenkung, läuft eine mediane Furche der Länge des Schlundes nach; zu beiden Seiten dieser, unter der Chorda gelegenen Furche erstreckt sich eine schwache, unmittelbar vor der Aorta desc. liegende Leiste, welche der von His beschriebenen Aortenleiste entspricht.

Von der Seite angesehen, hat die erste Schlundspalte die Form einer nach vorn, außen und dorsalwärts gerichteten Furche, welche jetzt einen charakteristischen wellenförmig gebogenen Verlauf besitzt, und mit ihrer dorsalen Spitze über die dorsale Fläche des Schlundes hinausreicht. Die dorsoventrale Achse der zweiten Schlundspalte läuft mit der ersten nicht ganz parallel, sondern bildet mit dieser einen Winkel von etwa 45 Grad; die bis jetzt nur schwach ausgesprochene dritte Tasche liegt zum Schlunde beinahe quer. Weiter ist zu bemerken, dass, obgleich nur der erste Kiemenbogen von außen gut differenziert

ist, doch wie aus dem Angegebenen hervorgeht schon drei innere Schlundtaschen mehr oder weniger deutlich angelegt sind, die inneren Taschen somit früher als die äußeren sich entwickeln, worauf schon RÜCKERT (Nr. 28) aufmerksam gemacht hat.

In dem Modell des etwas älteren Embryo von 9 Tagen 23 Stunden (4,0 mm Länge) kommen die oben beschriebenen Einzelheiten in noch deutlicherer Weise vor (Fig. 4); in Folge der nun eingetretenen Krümmung des Embryo scheinen die Schlundspalten etwas näher zu liegen, als im vorangegangenen Stadium. Die erste Tasche fängt an ihrem ventralen Ende (Fig. 4 *FIT*¹) an, von der Querrinne sich abzutrennen, welche letztere durch das Wachstum der Kiemenbogen allmählich vergeht. Die zweite Tasche ist zu einer dünnen, mit ventralen und dorsalen blinden Enden versehenen Spalte geworden; die hintersten Spitzen der ersten beiden Schlundspalten strecken sich dorsalwärts über die Ebene der dorsalen Schlundwand fort (Fig. 5 *SpT*¹ und *SpT*²). An der letztgenannten Fläche treten die Aortenleisten wie früher hervor. In diesem Stadium ist die Rachenhaut noch nicht durchgebrochen.

Gehen wir zu dem Embryo von 10 Tagen 16 Stunden (5,3 mm Länge) über, so sehen wir ganz bedeutende Veränderungen der in Betracht gezogenen Gebiete (Fig. 6). Von außen sind drei gut entwickelte Kiemenbogen zu sehen, und von der Seite des Schlundes kommen die entsprechenden inneren Taschen und noch eine vierte hervor. Die jetzt vorgeschrittene Kopfkrümmung zeigt sich in der gebogenen Längsachse der durch das Vergehen der Rachenhaut entstandenen Mundrachenhöhle. Das enge gewölbte Dach dieser Höhle ist in ihrem vorderen Abschnitte von einer tiefen, nach oben und dorsalwärts gerichteten etwas zusammengedrückten, trichterförmigen Vertiefung (*RT*) unterbrochen — der RATHKE'schen Tasche; dorsalwärts, durch einen abgerundeten Vorsprung von dieser getrennt, liegt die viel kleinere runde SEESSEL'sche Tasche (*ST*).

Die Ecken des Rachendeckels sind an der ventralen Seite bis zu der Mundspalte, an der dorsalen bis zu den weit aus einander stehenden dorsalen Spitzen (*SpT*¹) der ersten Schlundspalte fortgesetzt. Die innere Fläche des vordersten Endes des ersten Bogenpaares ist durch die Ausbuchtung der Mundhöhle (*m*) tief eingeschnitten; seitwärts und ein wenig abwärts von diesem Einschnitte fängt die breite erste Schlundtasche an und zieht sich nach außen, oben und rückwärts, bis sie in der blinden dorsalen Spitze ihr Ende findet (Fig. 6 *SpT*¹). In dieser Tasche lassen sich zwei Abschnitte unterscheiden: 1) ein ventral- und lateralwärts ausgebreiteter, die ersten zwei Drittel der Tasche einnehmender Flügel (*FIT*¹), und 2) eine weit nach außen und dorsalwärts

stehende, im Querschnitte annähernd dreieckige, dem letzteren Drittel entsprechende Spitze (*SpT*¹), deren obere Grenze in die dorsale Ecke des Rachendeckels übergeht (*Rr*).

Eben so ist jetzt an der zweiten Schlundspalte der in späteren Stadien noch viel mehr auffallende, ventrale Flügel, so wie auch eine dorsale Spitze sichtbar (*FlT*² und *SpT*²). Die dritte Spalte erscheint als eine Tasche, die noch nicht die ganze Tiefe des Schlundes einnimmt (*FlT*³ und *SpT*³); ihre untere Grenze verschmilzt mit einer unmittelbar darauf folgenden, seitlichen Ausbuchtung der Schlundhöhle, welche etwas schief abwärts läuft, und an ihrem am meisten ausgedehnten Ende einen quer abgestumpften Hohlraum bildet (*T*⁴); diese Höhlung ist der gemeinsame Raum der eigentlichen vierten Tasche und der ventralwärts sich ausbuchtenden seitlichen Schilddrüsenanlage. Von dieser Stelle an nimmt der Schlunddurchmesser bis zu der Übergangsstelle zum Ösophagus sehr rasch ab; an diesem Ende des Schlundes zeigt sich in der Mitte der ventralen Seite eine Längsfurche, die später zur Bildung des Kehlkopfes in Beziehung steht, und zu beiden Seiten derselben Vorwölbungen, die in der Gegend des dritten und vierten Kiemenbogens zu einer einzigen Leiste sich vereinen und bis zum zweiten Bogen sich verfolgen lassen.

Die beiden hinteren Spitzen der ersten und zweiten Schlundspalten überragen die dorsale Wand des Schlundes (Fig. 7 *SpT*¹ und *SpT*²), während die dritte diese Wand nicht erreicht. Die ersten drei zur Schlundachse schräg liegenden Taschen laufen einander beinahe parallel, doch biegt sich die erste mit dem dorsalen Drittel etwas stärker dorsalwärts (Fig. 6); nur die vierte weicht von der gemeinsamen Richtung ihrer Nachbarn ab, dadurch dass ihre Lage eine quere ist.

Mit unserem nächsten modellirten Embryo von 44 Tagen (6,0 mm Länge) treffen wir das Stadium, in dem der Kiemenbogenapparat seine höchste Entwicklung erreicht hat; später treten die verschiedenen Theile Rückbildungen und Metamorphosen an. Von außen sind die drei Kiemenbogenpaare sehr deutlich zu sehen, und an der inneren Fläche des Schlundes kommen die inneren Taschen in ihrer ausgebildeten Form vor.

Wie das Modell zeigt (Fig. 8 und 9), trägt das Dach der Mundrachenhöhle innen vier deutlich sichtbare, an der SEESSEL'schen Tasche konvergierende Rinnen, von denen das vordere (*Mr*) Paar in den obersten Winkel der Mundspalte, und das hintere, lang und tief absteigende, in die Spitze der ersten Schlundspalte ausläuft (*Rr*). Von der hier etwas dorsoventral zusammengedrückten SEESSEL'schen Tasche (*ST*), und von der letzteren durch einen schmalen Vorsprung getrennt, liegt

die weit nach dem Gehirn dorsalwärts ziehende, trichterförmige RATHKE'sche Tasche (*RT*); auf einem nicht weit von ihrem Eingange fallenden Querschnitte ist dieselbe in der dorsal-ventralen Richtung verengt und nach der ventralen Seite konkav, während die beiden geraden Seiten mit abgerundeten Ecken versehen sind. Fällt der Schnitt in die Nähe des Endes der Tasche, so ergiebt sich das Lumen als ein stark abgeplattetes Oval. Die zwischen dem Ober- und Unterkieferfortsatze liegende und nach hinten auslaufende Furche entspricht dem Sulcus lingualis (MOLDENHAUER). Die zwischen den inneren Enden der ersten Kiemenbogen tief einschneidende Ausbuchtung der Mundhöhle (*m*) verläuft bis zur Ebene der Anfangsstelle der ersten Schlundspalte.

Die zuletzt genannte Spalte mündet durch einen langen seitlichen Schlitz in den Schlund; ihr ventraler Flügel (*FlT*¹) zieht sich am vordersten Ende in einen schwachen seitlichen Blindsack (*Bl*) aus, während die Spalte selbst nach oben und außen läuft und sich mit der nach der Dorsalseite sehenden Spitze (*SpT*¹) vereinigt, welche in diesem Stadium eine dreieckige Gestalt besitzt: von den begrenzenden Wänden dieses dreieckigen Raumes wird die ventrale vom ersten Kiemenbogen gebildet, die hintere vom zweiten, und die dorsale von der Schädelswand.

Was die Richtung dieser Tasche betrifft, so mögen einige Bemerkungen hier ihren Platz finden. HOFFMANN (Nr. 43) widerspricht der Angabe von KÖLLIKER, dass der Canalis tubo-tympanicus nach »oben, außen und hinten« gerichtet sei, in so fern als er denselben in der Richtung nach »oben, außen und vorn« entwickelt findet. Weil in dem allem Anscheine nach ungefähr 40tägigen Kaninchenembryo, welchen HOFFMANN abbildet, noch kein der Beschreibung KÖLLIKER's entsprechender Canalis tubo-tympanicus entwickelt ist, müssen wir annehmen, dass dieser Autor den ganzen dorsalen Theil der ersten Schlundspalte im Auge hat; sollte dies richtig sein, so können wir keinen Gegensatz in den beiden Angaben wahrnehmen, indem KÖLLIKER unzweifelhaft das Wort »hinten« im Sinne dorsalwärts angewendet hat, während HOFFMANN seinen Ausdruck »vorn« mit der Bedeutung kopfwärts braucht; dass die Spalte in ihrer schrägen Richtung, zur selben Zeit nach dem Kopfende und nach dem Rücken des Embryo zu läuft, bezweifelt Niemand, und ist leicht thatsächlich zu erhärten. Dass der später auswachsende KÖLLIKER'sche Canalis tubo-tympanicus dorsalwärts gerichtet ist, beweist jeder durch die entsprechende Gegend geführte Querschnitt; mit der Behauptung HOFFMANN's dagegen »Für das Studium der in Rede stehenden Frage leisten Sagittalschnitte die besten Dienste« werden, so glaube ich, nicht Viele übereinstimmen.

Mit ihrer Spitze kommt die erste Schlundspalte in engste, nur durch die dünne Verschlussplatte verbundene Berührung mit der äußeren Furche; diese Berührung beschränkt sich nicht nur auf eine Stelle, sondern zeigt sich der ganzen Spitze entlang, und fand sich an der zu dem Modell dienenden Serie durch 22 Schnitte; $e-e$ bezeichnet dieses Gebiet an dem Modelle (Fig. 8). Obwohl die ventrale Ausbuchtung der ersten Tasche kaum weiter nach vorn zu liegen kommt, als die Schlundwand, zieht sich ihre dorsale Spitze viel weiter nach rückwärts, als die dorsale Fläche des Schlundes.

Der Einmündungsschlitz der zweiten Tasche nimmt die ganze seitliche Schlundwand ein; geht man direkt in deren breiten Flügel (FlT^2) hinein, so ist die Außenwand bald erreicht; um die größte Dimension dieser Spalte zu ermitteln, müssen wir eine, die erste kreuzende Richtung einschlagen; wird dieselbe Richtung ventralwärts verfolgt, so erreichen wir einen breiten, die ventrale Schlundwand überragenden Blindsack; wendet man sich dagegen nach der anderen Seite, so findet man auch hier einen erweiterten Raum, der eine quadratische Gestalt besitzt, vorn und seitwärts von dem zweiten Kiemenbogen begrenzt ist, und in den dahinter liegenden dritten Kiemenbogen einschneidet (SpT^2). Obgleich die zweite Schlundspalte auf einer langen Strecke (Fig. 8 $e'-e''$) nur mittels der Verschlussplatte von der äußeren Furche getrennt ist, kommt sie doch in engste Verbindung mit der letzteren an der äußeren Grenze des ventralen Flügels (Fig. 8 e''). Die Schichten der Verschlussplatte verschmelzen an dieser Stelle zu einer zarten Scheidewand, und in gewissen Schnitten kommen an einen Durchbruch erinnernde Bilder vor, doch konnte ich mich, wie schon erwähnt, von dem typischen Vorkommen eines solchen Durchbruches nicht überzeugen, weil genauere Untersuchungen immer einen zarten Zellstrang zwischen inneren und äußeren Furchen zum Vorschein brachten; sollte aber ein Durchbruch vorkommen, so wäre es an dieser Stelle.

Die Eigenthümlichkeit der zweiten Tasche, die darin besteht, dass sich ihre ventralen und dorsalen Enden über die entsprechenden Flächen des Schlundes hinaus erstrecken, hat zuerst WÖLFLE (Nr. 32), jedoch als ein der ersten Tasche zugehöriges Kennzeichen, beschrieben, während BORN bei Schweinsembryonen dieselben als der zweiten Tasche angehörend nachwies. Meine Untersuchungen an Kaninchen stimmen im Allgemeinen mit denen von BORN überein, doch finde ich immerhin Einiges anders als dieser Forscher. BORN (Nr. 3) unterscheidet an dieser Tasche drei Abtheilungen — einen einführenden Weg, einen horizontalen ventralen Blindsack, und einen nach oben und dorsalwärts lau-

fenden, vertikalen Schenkel. Die Hauptunterschiede zwischen diesen Angaben und dem von mir Gefundenen beruhen darauf, dass die lange schlitzförmige Mündung der zweiten Spalte, welche bei Kaninchenembryonen aller Entwicklungsstufen vorkommt, bei den von BORN untersuchten Schweinsembryonen viel kleiner, und nur in der vordersten Abtheilung der Spalte vorhanden ist. Denken wir uns das dorsale Ende der Mündung der zweiten Tasche der Fig. 8 verwachsen, und im Bereiche dieser Strecke die Gewebe des zweiten Bogens eine dicke innere Wand der Tasche bildend, so würde diese Tasche in einen ventralen, annähernd horizontal und in einen verengten dorsalen (vertikalen?) Schenkel zerfallen, und mit derjenigen von Schweinsembryonen nach BORN in allen wesentlichen Punkten übereinstimmen; solche Verschiedenheiten können übrigens bei den einzelnen Säugethieren wohl vorkommen.

Bei der dritten Schlundtasche wiederholen sich in beschränktem Maße die Hauptabschnitte der vorangegangenen. Dieselbe steht mit dem Schlunde durch eine Spalte in Verbindung, die ungefähr zwei Drittel seiner Seitenwand einnimmt; der Flügel (FlT^3) breitet sich an der äußeren und ventralen Fläche zu einer Bucht aus, welche der Stelle der späteren Thymusanlage entspricht. Das dorsale Ende der Tasche (SpT^3) trägt auch eine kleine Ausbuchtung, welche aber keineswegs ein so bedeutendes Gebilde als der entsprechende Theil der zweiten Tasche ist, und nicht so weit dorsalwärts liegt. Unweit der dritten Schlundtasche fängt die seitliche Wand des Schlundes an eine Ausbuchtung zu bilden, die allmählich abwärts und außen zunimmt, bis eine quergestellte, verhältnismäßig enge, vierte Tasche gebildet ist; der äußere, etwas abgeplattete Rand derselben zeigt zwei Ecken, von denen die dorsale in Berührung mit dem Ektoderm kommt, die ventrale aber in eine abwärts laufende Erweiterung übergeht; diese Ecken (SpT^4 und FlT^4) entsprechen der vierten Schlundtasche und der Anfangsstelle der seitlichen Schilddrüsenanlage.

Von der Seite gesehen, bilden die Schlundspalten eine stufenweise abnehmende Reihe; die erste ist am längsten und reicht am weitesten nach der Dorsalseite; die zweite reicht am meisten nach der Ventralseite, geht dagegen nicht so weit dorsalwärts wie die vorangehende; die dritte nimmt in ihrer Ausdehnung der Dorsalseite nach noch mehr ab, und die geringste Größe weist die vierte Tasche auf. Die vorderen drei laufen parallel mit einander und etwas schräg zur Schlundachse; die vierte bildet in Folge ihrer Querlage einen kleinen Winkel mit den vorangehenden.

Nachdem wir nun die Entstehung der Schlundtaschen von ihrer

ersten Erscheinung bis zu ihrer größten Vollendung verfolgt haben, wenden wir uns zur Betrachtung ihres weiteren Schicksals — möge dies nun in einer Umwandlung in bleibende Organe oder ein Verschwinden sein.

Entwicklung des Mittelohres.

Die erste Schlundtasche besitzt in dem von uns zuletzt betrachteten Stadium einen breiten ventralen, die unteren zwei Drittel einnehmenden Flügel (Fig. 8 *FlT*¹), und die weit nach außen und dorsalwärts ziehende Spitze (*SpT*¹). Die letzte zeigt, genauer angesehen, dass ihre obere Kante in eine am Dach des Mundrachenraumes gelegene Rinne, die ich künftig der Kürze halber die Rachenrinne (*Rr*) nennen will, ausläuft, und dass ihre ventrale Kante in den ventralen Flügelrand der Spalte sich fortsetzt; ungefähr an der Stelle, wo die Spitze in den Flügel übergeht, sind die erste und zweite Tasche in ihren dorsalen Abtheilungen durch eine seitliche Schlunderweiterung (*SchE*) vereinigt, welche zwischen dem ersten, zweiten und dritten Kiemenbogen liegt.

Kurz nach dem soeben besprochenen Stadium tritt die bekannte Verschiebung der Kiemenbogen ein, in Folge deren der dritte Bogen weiter gegen den Schlund als der zweite zu liegen kommt, während außen ein entsprechender, zwischen dem zweiten Kiemenbogen und der Brustwand gelegener dreieckiger Raum — der His'sche Sinus praecervicalis — gebildet wird, welche Veränderungen alle einen bestimmten Einfluss auf das Schlundgebiet haben.

Die Gegend der oberen Schlundtaschen eines etwas älteren Embryo von 44 Tagen 47 Stunden (7,0 mm Länge) zeigt den Anfang dieser Veränderungen. Die erwähnte seitliche Erweiterung des Schlundes (Fig. 40 *SchE*) hat in solchem Grade zugenommen, dass jetzt nur noch die Spitze der ersten Schlundtasche und eine kleine dorsale Ecke der zweiten (*SpT*²) unverbunden und frei bleiben (man vgl. Fig. 40 mit Fig. 8); zur selben Zeit haben die ventralen Flügel sich beide stark verkleinert, welche Verminderung durch das Wachsthum der angrenzenden Kiemenbogen und durch den so hervorgerufenen Druck auf die zwischenliegenden Spalten verursacht wird.

Embryonen von 9,7 mm Länge, die etwa um einen Tag älter sind, (Fig. 44 und 42) zeigen uns die Rückbildung der Schlundtaschen und ein stärkeres Wachsthum anderer Theile. Die zweite Tasche hat sehr gelitten; ihr ventraler Flügel ist vollkommen verschwunden, und von den anderen Theilen des früheren ausgedehnten Raumes hat sich nur

eine kleine, mit der Schlunderweiterung verbundene Ecke (Fig. 12 *SpT*²) erhalten.

Auch mit der Gestalt der ersten Tasche sind wesentliche Veränderungen vorgegangen. Statt der früheren dreieckigen abgegrenzten Spitze ist nun eine hohe enge Spalte (Fig. 12 *t—tS*) da, die aus einer Verschmelzung verschiedener Räume entstanden ist, und der jetzt vielfach modificirten Spitze der ersten Schlundtasche entspricht. Sieht man das Modell (Fig. 11) dieses Raumes von oben an, so zeigt sich der oberste Rand dieser Spalte als eine enge Rinne, welche sich von dem etwas erweiterten äußersten Ende der Taschenspitze bis zum Rachendach erstreckt (*Rr*). An dem inneren Drittel, und etwas abwärts von dem oberen Rand dieser Rinne, fängt eine zweite tiefe Furche an, die ventralwärts, in einer zur ersten senkrecht stehenden Ebene, zwischen Ober- und Unterkieferfortsatz hindurch und endlich bis in die Mundspalte läuft. Diese Furche entspricht dem von MOLDENHAUER beschriebenen Sulcus lingualis (Fig. 11, 12 und 15 *Sl*).

Medianwärts läuft die verengerte Spitze der ersten Schlundtasche in den Rest ihres ventralen Flügels aus (Fig. 12 *FlT*¹), welcher sich noch als Furche bis beinahe zur Mittellinie verfolgen lässt; an der Stelle der scheinbar größten Breite des Flügels (Fig. 11 *FlT*¹) ist ein Vorsprung des zweiten Kiemenbogens von der dorsalen Seite her tief in sie eingedrungen. Die dorsale Grenze der ersten Schlundtasche läuft schräg abwärts und ventralwärts und geht in diejenige der seitlichen Erweiterung des Schlundes über; die letztere nimmt, wie wir gesehen haben, den dorsalen Rest der zweiten Schlundtasche auf.

Dieser zusammengesetzte Raum, welcher vielleicht als pharyngotympanale Spalte bezeichnet werden kann, besteht aus der Vereinigung dieser Höhlen: a) der Spitze der ersten eigentlichen Schlundtasche (Fig. 12 *SpT*¹); b) der oberen, vom Rachendach hereinziehenden Rinne (*Rr*); c) der seitlichen, den Rest der zweiten Schlundtasche einnehmenden Erweiterung des Schlundes (*SchE*).

Interessant ist es zu sehen, wie sich diese Theile zu der von den Meisten angenommenen Ansicht über die Entstehung der Tuba und Paukenhöhle verhalten. Fig. 15 stellt einen Schnitt der zum Modell dienenden Serie vor; vergleicht man diesen mit der Fig. 28 MOLDENHAUER'S (Nr. 24), welche von einem Rehembryo gewonnen ist, so wird es klar, dass sein Sulcus tubo-tympanicus der Spalte *Rr* der Fig. 15 entspricht; orientiren wir uns aber über diesen Schnitt am Modell, so finden wir, dass derselbe in der Ebene *c—c'*, Fig. 12, liegt, und nur an dem äußeren Ende etwas mit der Paukenhöhlenanlage und noch weniger mit der Tuba in Berührung kommt. Nachfolgende, weiter abwärts

liegende Schnitte der Serie liefern eine Reihe immer wechselnder Bilder; Fig. 16 stellt die Mündungsstelle der eigentlichen pharyngo-tympanalen Spalte vor, während die nächstfolgende Abbildung (Fig. 17) im Niveau der Schlunderweiterung liegt, und die Übergangsstelle in die erste Schlundtasche darstellt.

Bedeutende Veränderungen der Gesamtforn und Verhältnisse erfährt dieses Gebiet während des 13. und 14. Tages. Untersuchen wir jetzt Embryonen im Alter von 15 Tagen (14,5 mm Länge), so sehen wir eine tiefe Rinne (Fig. 13 und 18 *Rr*), die von dem Rachendach, nach einer knieförmigen scharfen Biegung (*b*), nach außen und rückwärts läuft, und ihr gebogenes Ende in die vorderste Ecke (*SpT*¹ Fig. 13) eines tiefer liegenden, viel breiteren Raumes senkt. Der letztere entspricht der früheren Spitze der ersten Schlundspalte zusammen mit der Schlunderweiterung (Fig. 13 *p—tS'*), welche in Folge des Wachstums und der höheren Lage des zweiten und dritten Kiemenbogens zu diesem erheblichen Raume geworden ist. Die jetzige Form der Rachenrinne unterscheidet sich von derjenigen der vorhergehenden Entwicklungsstufe hauptsächlich durch einen langen Fortsatz, welcher, kurz vor ihrem äußeren Ende, ausgewachsen ist (*hSRr*); dieser dorsalwärts gerichtete Schenkel entspricht offenbar dem Canalis tubo-tympanicus von KÖLLIKER; derselbe geht an der lateralen Seite allmählich, an der medialen steil in den darunter liegenden Raum über, dessen dorsale Ecke die sich senkende dorsale Spitze des Fortsatzes der Rachenrinne empfängt.

Der gemeinsame Raum (*p—tS* Fig. 13) der erwähnten Theile steht mit der Mundhöhle durch eine große spaltenförmige Öffnung in Verbindung, deren obere ventrale schräggehende Kante diejenige der Rachenrinne ist, und viel weiter nach vorn als die eigentliche Tubamündung liegt. Fährt man durch diese letzte niedrige Öffnung direkt hinein, so wird ein vertikaler, in dorsoventraler Richtung verlaufender Schenkel bald getroffen, welcher die primäre Paukenhöhle ist; die ventrale, nach außen sehende Ecke (Fig. 13 *SpT*¹) dieses Schenkels stellt den Rest der Spitze der ursprünglichen Schlundspalte dar; der Haupttheil des Schenkels ist der Auswuchs der vereinigten ersten Spalte und der Rachenrinne (*hSRr*), während der breite Tubaraum (*p—tS*) durch die Verschmelzung des ventralen Abschnittes der Taschenspitze mit der Schlunderweiterung entsteht.

Der vertikale Schenkel wächst fortdauernd nach der Dorsalseite und gleichzeitig erweitert er sich; seine äußere, der Spitze der Schlundtasche entsprechende Ecke dagegen verschmälert sich durch den Einfluss des Hereinwachsens des Hammers, und mit der Zeit geht diese

Abtheilung des pharyngo-tympanalen Raumes in die Paukenhöhle über. Die obere und ventrale Kante des breiten Tubaraumes, die Rachenrinne, wird durch die umgebenden Theile allmählich mehr und mehr verändert, bis endlich die früher tiefe Rinne vollständig vergeht; während dies geschieht, drückt das sich entwickelnde knorpelige Labyrinth den übrigen Tubaraum ein, bis dessen spaltenförmige Mündung um Vieles verkleinert und die Höhle zu einem engen Rohre geworden ist, welches später die bleibende Gestalt der Tuba annimmt.

Aus den vorstehenden Thatsachen ergibt sich, dass sich das mittlere Ohr aus drei verschiedenen Theilen entwickelt: a) aus einer Rinne des Rachens; b) aus der ersten Schlundtasche; c) aus einer Schlunderweiterung, die den Rest der dorsalen Spitze der zweiten Schlundtasche aufnimmt; dass ferner die Paukenhöhle hauptsächlich von einem sekundären Auswuchs der ersten Tasche und der Rachenrinne abstammt, während die Tuba Eustachii aus dem verengerten gemeinsamen Raume der ersten Tasche und der Schlunderweiterung entsteht.

Vergleicht man diese Schlüsse mit den Resultaten derjenigen Autoren, welche bis jetzt von der meistens angenommenen Ansicht über das Entstehen der Tuba und Paukenhöhle abweichen, so sehen wir, dass schon MOLDENHAUER (Nr. 24), GRADENIGO (Nr. 8) und KASTSCHENKO (Nr. 17) zu mehr oder weniger mit den meinigen übereinstimmenden Resultaten gekommen sind, indem sie Alle der Meinung sind, dass das mittlere Ohr, nicht nur von der ersten Schlundtasche, sondern auch von einer Verbindung derselben mit einer vom Munde oder Schlunde abstammenden Ausbuchtung abgeleitet werden müsse.

Nach MOLDENHAUER ist die Bildung der Paukenhöhle aus dem erweiterten Endstücke des Sulcus tubo-tympanicus ein sekundärer Vorgang, und die Mündungsstelle der Tuba entspricht nicht der ersten Schlundtasche, sondern einer Mundausbuchtung — seinem Sulcus tubo-tympanicus. Wir haben schon gesehen, dass der Sulcus tubo-tympanicus von MOLDENHAUER nur der oberste Theil des zur Tuba werdenden Raumes ist, und wirklich wenig mit der Tubenbildung zu thun hat. Die primäre eigentliche Tubenmündung liegt weiter abwärts und hat ihre Lage mit derjenigen des gemeinsamen Raumes der ersten Schlundtasche und der Schlunderweiterung gemein.

Nach den Angaben von GRADENIGO müssen wir als den Ursprung der tubo-tympanalen Spalte einen ausgedehnten Raum betrachten, welcher nicht nur aus der ersten Kiemenspalte, sondern auch aus dem Raume besteht, der zwischen den inneren Flächen der beiden ersten

Kiemenbogen und der lateralen Wand der Schädelbasis sich befindet; durch die Veränderung und Umwandlung dieses Raumes wird die bleibende Paukenhöhle und die Tuba gebildet.

An diese Ansichten erinnern diejenigen, welche KASTSCHENKO in ausführlicher Weise dargestellt hat; nach diesem Forscher kommt in einem gewissen Stadium eine seitliche Schlunderweiterung vor, welche er als »primäre Paukenhöhle« bezeichnet, und mit folgenden Worten beschreibt: »Die primäre Paukenhöhle ist von vorn durch die hintere Fläche des ersten Schlundbogens, von hinten durch die vordere Fläche des dritten und von außen durch die innere Fläche des zweiten Schlundbogens begrenzt. Von innen hat sie keine scharfe Begrenzung gegen die gemeinsame Schlundhöhle. In ihren äußeren (vorderen und hinteren) Ecken befinden sich die erste und die zweite Schlundspalte.« Diese primäre Paukenhöhle zerfällt nach KASTSCHENKO mit der Zeit in zwei Abtheilungen, welche zur bleibenden »sekundären« Paukenhöhle und Tuba werden. Was diese primäre Paukenhöhle KASTSCHENKO's betrifft, so stimmen meine Befunde in so weit mit den Angaben dieses Forschers überein, dass wir beide der seitlichen Schlunderweiterung einen Antheil an der Tubenbildung zuschreiben, dagegen scheint mir, dass KASTSCHENKO der ersten Schlundtasche eine ungenügende Rolle zuschreibt, indem er die obere Rachenrinne und den, für die Entstehung der Paukenhöhle vor Allem wichtigen, dorsalwärts auswachsenden Schenkel der Tasche nicht berücksichtigt. Dass die erste Schlundtasche wirklich eine viel bedeutendere Bildung ist, als man nach KASTSCHENKO's Abbildungen annehmen müsste, scheint uns unzweifelhaft zu sein; mit seinen Angaben jedoch, dass die Spitze der ersten Schlundtasche nur als ein schmaler unbedeutender Rest übrig bleibt, stimme ich überein. KASTSCHENKO's Schluss, »dass das mittlere Gehörorgan keineswegs aus der ersten Schlundspalte, sondern in Folge der Verengung des Seitentheiles des embryonalen Schlundes entsteht«, scheint mir eine zu weitgehende Behauptung zu sein, indem die Paukenhöhle in ihrem größten Theile das direkte Derivat der ersten Schlundspalte und der Rachenrinne ist und in ihrer Entwicklung mit der Schlundausbuchtung sehr wenig zu thun hat.

Die Entwicklung der Thymusanlage.

Die dritte Schlundtasche besitzt, wie wir schon gesehen haben, in ihrer am besten entwickelten Form am 44. Tage, eine blinde ventrale nach außen gerichtete Ausstülpung (Fig. 8); diese Gegend zeigt an Schnitten, dass die Wand dieser Ausbuchtung durch wuchernde Epithelzellen verdickt ist, welche Wucherung je länger je mehr zunimmt, so

dass das äußere Ende der Tasche von einer aus dicht gelagerten runden Zellen bestehenden Masse umgeben wird, welche ihre größte Ausdehnung an der ventralen Seite der Tasche hat (um eine etwas spätere Zeit, Fig. 23 und 24 *TK*).

Zugleich fängt die dritte Schlundtasche jetzt an, an der ihrem zweiten Drittel entsprechenden Stelle (Fig. 23 und 24 *B*) eine Neigung zur Verengerung ihres Lumens zu zeigen und gleichzeitig einen hohlen Schlauch (*v*) von der ventralen Seite ihres äußeren Drittels abzusenden; da dieser Auswuchs vor der Spitze der Tasche seinen Anfang nimmt, bleibt jenseits desselben ein nach außen und rückwärts gerichtetes Stück des Lumens (*d*) übrig. Die offene Verbindung zwischen dem äußeren, von Zellenmasse umgebenen Drittel und der inneren Abtheilung der Tasche (*T*³), wird mehr und mehr verschmälert, die seitlichen epithelialen Schichten legen sich auf einander, endlich vergeht das Lumen, so dass das ungefähr dem mittleren Drittel der früheren Schlundtasche entsprechende Stück in einen soliden Zellenstrang übergeht (Fig. 24 *B*); nach einer gewissen Zeit löst sich dieser ab, und jede Spur des Zusammenhanges verschwindet ganz und gar.

Die genannten drei Prozesse — die Abschnürung, die Ausbuchtung und die Zellenwucherung — schreiten mit einander fort, bis eine dreieckige Masse (Fig. 24 und 23) entstanden ist, welche an ihrem inneren Winkel die noch deutliche Verbindung mit der Schlundtasche (Fig. 24 *B*) zeigt, an ihrer ventralen Spitze den durch Auswachsen entstandenen Fortsatz des Lumens (*v*) besitzt und an der nach außen und dorsalwärts sehenden Ecke die Spitze des Taschenlumens (*d*) zeigt. Dieser ganze Zellenkomplex ist von dem umliegenden Mesoderm scharf abgegrenzt.

Der ventrale, aus der Schlundtasche entstandene Schlauch (*v*) wächst gleichzeitig der Bauchwand und der Mittellinie zu, wobei sein Lumen und die begleitende dicke Zellschicht abnehmen, so dass beide zusammen eine trichterförmige Bildung darstellen, deren ventrale extreme Spitze als ein verhältnismäßig schmaler solider Zellenstrang erscheint (Fig. 24 *CT*). Dieser letzte Theil ist ein Stück der Thymusanlage und wächst weit ventralwärts, giebt wiederholt Sprossen ab und bildet mit der Zeit den unteren und zugleich hauptsächlichsten Theil der Thymus — die Cauda. Der etwas abgerundete dreieckige Theil der Spalte, von welchem die eben geschilderte Thymusanlage ausgeht, gehört ebenfalls zu diesem Organe und kann als Thymuskopf bezeichnet werden. Derselbe kommt mit seiner nach außen und rückwärts sehenden Seite, mit einer bläschenförmigen epithelialen Bildung (Fig. 22

bis 24 *ecB*) in Berührung, deren Entwicklung etwas näher verfolgt werden muss.

Während die hier beschriebenen Veränderungen der inneren Schlundtasche fortschreiten, findet das Einwachsen eines Theiles der äußeren Fläche des Embryo statt. Vergleicht man die von einem etwa 12tägigen (7,0 mm Länge) Embryo gewonnene Fig. 24 mit Fig. 3 von His (Nr. 44) und mit Fig. 6 von KASTSCHENKO (Nr. 17), so wird es klar, dass in allen Abbildungen dasjenige dargestellt wird, was durch die Beschreibung von His als der Sinus praecervicalis bekannt ist. Ob wir die ektodermale Einstülpung (*ak*³) mit His als die gemeinsame Öffnung der dritten und vierten äußeren Furche zu betrachten haben, oder ob wir sie nur für die dritte äußere Tasche halten sollen, ist mit Bezug auf ihre weitere Bedeutung ohne Wichtigkeit.

Diese eben besprochene äußere Kiemenfurche dringt bei einem Embryo von 12 Tagen 12 Stunden (Fig. 22) nach einem erst ventral-dann dorsalwärts gerichteten Verlaufe tief in das Mesoderm hinein, wonach dieselbe mit ihrem etwas ausgedehnten, blinden, mit einem Lumen versehenen Ende einerseits das Ganglion des Vagus (Gang) und andererseits den benachbarten Theil des Thymuskopfes berührt; das Lumen der genannten Spalte schließt sich zuerst in der Nähe der Außenfläche, rückt nach und nach weiter einwärts, so dass später nur das birnförmige blinde Ende des Schlauches (*ecB*) hohl bleibt.

Ein solches Stadium ist in Fig. 22 getroffen; das epitheliale Bläschen steht jetzt an seiner dorsalen Fläche in enger Verbindung mit dem Ganglion des Vagus, wie schon früher durch die Arbeit von FRORIEP (Nr. 7) bewiesen wurde: meinen Präparaten nach bleibt diese direkte Verbindung mit dem Ganglion nur für einige Zeit sichtbar; später wird das Bläschen von dem eigentlichen Ganglion durch Nervenfasern getrennt (Fig. 24 *Nc*), welche Erscheinung schon KASTSCHENKO (Nr. 17) bemerkt hat. Nach und nach wird die Verbindung zwischen dem Bläschen und dem Ganglion des Vagus schwächer, während diejenige mit der zum Thymuskopfe werdenden Zellenmasse immer fester und inniger sich gestaltet. Bezüglich der Frage, ob eine Kommunikation zwischen dem Bläschen und dem Lumen der Thymuskopfmasse vorkommt, habe ich mir große Mühe gegeben; nach der Durchmusterung verschiedener Serien glaube ich sagen zu können, dass kein direkter Zusammenhang beider Höhlen stattfindet. Was die letzten Schicksale des Bläschens (*ecB*) betrifft, so trennt sich dasselbe vom Vagus ab, bildet sich allmählich zurück und verwächst mit dem Thymuskopfe; später wird es von dem letzteren eingeschlossen und endlich, aber erst nach einiger Zeit, verschwindet es gänzlich.

An der zweiten Schlundtasche kommen auch Veränderungen vor, die, wenn auch an sich nicht sehr wichtig, doch in ihrer morphologischen Bedeutung von Interesse zu sein scheinen. Bei Embryonen vom Ende des 11. Tages (7,6 mm Länge) liegen die innere Seite des breiten Flügels der zweiten Schlundtasche und die in den Sinus praecervicalis mündende zweite äußere Furche dicht an einander, nichtsdestoweniger kommt es nicht zu einer freien Kommunikation; später werden die innere und äußere Tasche, obgleich sie immer noch in naher Beziehung bleiben, durch eine einwachsende zwischenliegende Schicht des Mesoderms getrennt.

Untersucht man die zweite innere Tasche bei etwas älteren Embryonen, so findet man, dass an der Stelle, welche der äußersten und ventralen Ecke (Fig. 26) des ventralen Flügels entspricht, eine schlauchartige Fortsetzung des Schlundtaschenlumens ihren Weg direkt nach außen nimmt; dieser Fortsatz, sammt dem äußeren Abschnitte der Schlundtasche, liegt an der ventralen Seite des N. glossopharyngeus und seines Ganglion petrosum, ist aber mit dem letzteren nicht in direkter Berührung. In Folge des zuerst direkt nach außen gerichteten Verlaufes dieses Fortsatzes kreuzt derselbe bald an der vorderen Seite die absteigenden Fasern des N. glossopharyngeus, und erreicht eine ungefähr in der Mitte zwischen dem Schlund und der Oberfläche liegende Stelle; hier verändert der Fortsatz der zweiten Schlundtasche nach einer scharf knieförmigen Biegung seinen Lauf, und zieht von hier an direkt abwärts; kurz nach dieser Biegung wird der Schlauch von einer dichten Masse von Zellen umhüllt, welche denselben bis zu seinem Ende begleitet; dieser unregelmäßig ovale Zellenhaufen, welcher nach innen die Fasern des N. glossopharyngeus umwächst, besteht scheinbar nur aus Mesodermzellen, kleinen Blutgefäßen und zartem, embryonalem Bindegewebe. Innerhalb dieser Umhüllung verschmälert sich das Lumen des Schlundes und endet derselbe etwa in der Höhe der Mitte des dritten Kiemenbogens. Die Wände des oben beschriebenen Rohres bestehen aus einem mehrschichtigen deutlich begrenzten Epithel, dessen Elemente am untersten Theil mehrere schwach ausgesprochene Knospen bilden.

Während des 12. Tages finden an diesem Schlauche Veränderungen statt, die an die Vorgänge der Thymusbildung erinnern. Von der zweiten Schlundtasche schnürt sich die Anfangsstelle des besprochenen Schlauches — welches ihre äußerste Ecke bildet — ab; das abgetrennte Gebilde nimmt an Dicke zu, und wächst weiter abwärts; medianwärts liegt der dritte Aortenbogen und noch weiter dem Schlunde zu der N. glossopharyngeus: der schon erwähnte umhüllende

Zellenhaufen kommt in diesem Stadium in noch auffallenderer Weise vor und enthält dessen äußerer Theil den epithelialen Schlauch, während der innere viele durchlaufende Nervenfasern umfasst.

Gleichzeitig mit der Entwicklung des abgeschnürten Theiles der zweiten inneren Schlundtasche, erfährt die zweite äußere Furche bedeutende Veränderungen: mit dem allgemeinen Wachsen des Embryo sinkt sie tiefer hinein und bildet ein langes epitheliales Rohr, dessen Mündungsstelle in dem Sinus praecervicalis liegt, und dessen Spitze nach der zweiten inneren Schlundtasche zu gerichtet ist; in Folge des mächtigen Wachsens des zweiten Kiemenbogens wird das Lumen des Rohres bald verschmälert, und zur Zeit wo der innere, vom Schlund abstammende Schlauch anfängt sich abzuschnüren, ist das Rohr in einen soliden epithelialen Strang umgewandelt, welcher mit dem epithelialen Reste des Sinus praecervicalis verbunden ist.

Bei 43tägigen Embryonen folgt unmittelbar auf das Ende des abgeschnürten epithelialen Schlauches der zweiten inneren Tasche eine Strecke, die nur aus Mesoderm besteht und erst weiter abwärts wird der an seinem Durchmesser immer mehr zunehmende epitheliale Rest der zweiten äußeren Furche getroffen; später verschwindet dieser letztere Strang ohne irgend eine Spur zu hinterlassen; ein ähnliches, aber nicht so früh eintretendes Schicksal hat der innere Schlauch; nach seiner Abtrennung besitzt er noch für einige Zeit ein deutliches Lumen, dann fängt er an seine Höhlung zu verlieren und solid zu werden, und bis zum 45. Tage ist er vom umliegenden Mesoderm nicht mehr zu unterscheiden.

Dass dieses innere epitheliale Gebilde nicht nur den inneren Theil einer lumenführenden Verbindung zwischen der inneren und äußeren zweiten Schlundspalte darstellt, lässt sich durch seine frühere Geschichte beweisen; dasselbe ist schon zu einer Zeit gebildet, in der die innere Schlundtasche noch nicht ihre Rückbildung angetreten hat, und in der sein Charakter als Auswuchs der Schlundtasche sicher wahrzunehmen ist; sein tiefstes Ende hört zwischen Mesodermzellen auf, und steht in keiner Verbindung mit der ektodermalen Furche, welche in diesem Stadium von dem Schlauch entfernt ist und erst später in engere Nachbarschaft zu ihm tritt.

In Bezug auf Kaninchenembryonen, können wir mit den Angaben FRORIEY's und KASTSCHENKO's nicht übereinstimmen, denn unsere Beobachtungen zwingen uns einen direkten Zusammenhang zwischen der inneren und äußeren zweiten Schlundspalte zu bezweifeln; ferner spricht die Abschnürung des inneren Schlauches in der Nähe der Schlundtasche gegen eine solche Ansicht, weil es sehr unwahrschein-

lich scheint, dass an zwei Stellen Abschnürungen stattfinden, zu welchem Schlusse wir geführt würden, wenn wir mit den genannten Autoren annehmen, dass auch eine Obliteration einer Verbindungsstelle der beiden Taschen stattfindet. Die Beziehung dieses Schlauches (*abT²*, Fig. 26) zum Ganglion petrosum entspricht nicht derjenigen, welche *FRORIEP* seinem rudimentären Sinnesorgane des *N. glossopharyngeus* zuschreibt, denn der Schlauch gelangt nie in Berührung mit dem besprochenen Ganglion, sondern wird von demselben durch eine bedeutende Schicht von Mesoderm und Nervenfasern getrennt.

Sind wir berechtigt den epithelialen schlauchförmigen Auswuchs der zweiten Schlundspalte als ein besonderes Organ anzusehen — und nach den besprochenen Angaben können wir dies nicht bezweifeln — so ist eine Erklärung seiner Bedeutung bei den niederen Wirbelthieren leicht zu finden, denn das vorliegende Gebilde ist höchst wahrscheinlich als eine rudimentäre, von der zweiten Schlundspalte abstammende Thymusanlage anzusehen. Eine Beziehung der vierten Schlundtasche zur Thymusanlage, wie *DE MEURON* (Nr. 23) bei Säugethieren beschreibt, habe ich bei Kaninchenembryonen nicht zu finden vermocht; sollte eine solche wirklich vorkommen, so wären bei den Säugethieren die Homologa der drei Thymusanlagen der niederen Klassen, z. B. der Reptilien, vorhanden.

Der vorgehenden Beschreibung nach, entwickelt sich die eigentliche Thymusanlage bei Kaninchen aus dem das äußere Ende der dritten Schlundtasche umgebenden epithelialen Zellenkomplex, welcher in zwei Theile zerfällt: 1) den ventralen Auswuchs, der zur Cauda der Thymus wird, und 2) die zuerst sehr auffallende aber für die Entstehung der Thymus weniger wichtige, dreieckige Zellenmasse, welche zum Thymuskopfe wird; das bläschenförmige, von der dritten äußeren Furche eingedrungene ektodermale Gebilde verwächst mit dem Thymuskopfe, hat aber keine genetische Bedeutung für die Entwicklung der Thymus. Obgleich die eigentliche Thymusanlage von der dritten inneren Schlundtasche abstammt, schnürt sich doch auch der äußere Theil der zweiten inneren Schlundtasche ab; dieser wächst als ein Schlauch abwärts und kommt später in nahe Berührung mit dem epithelialen Reste der entsprechenden äußeren Furche zu liegen, welche Verhältnisse an diejenigen der Haupt-Thymusanlage erinnern.

Eine Vergleichung der Angaben der verschiedenen Autoren über

den Thymusursprung zeigt, dass dieselben Gebilde von Allen gesehen worden und dass nur die Erklärungen von einander abweichen. Über das Ableiten des wichtigsten Theiles der Thymusanlage aus dem ventralwärts wachsenden Schlauche stimmen alle neueren Forscher mit BORN — HIS ausgenommen — vollständig überein. Was den zum Thymuskopfe werdenden Theil betrifft, weichen die Meinungen der Autoren viel weiter aus einander.

STIEDA (Nr. 29) sah und beschrieb ganz genau diese Masse, nahm aber ihre Beziehung zur Thymus nicht wahr, und lässt sie in die Bildung seiner Carotidendrüse übergehen. Auch FISCHELIS (Nr. 6) fand diesen Komplex und ebenfalls die von außen hereinwachsende ektodermale Bildung; er hat die letztere als ein besonderes Gebilde nicht ins Auge gefasst, und so schreibt er der Thymus einen Ursprung aus dem Epithel der dritten, sowohl äußeren wie inneren Kiemenfurche zu, und mit STIEDA leitet er von dem dorsalen Theil dieser Masse eine Carotidendrüse ab. FRORIEP (Nr. 7) beschreibt, in seiner sehr lehrreichen Arbeit, die Kopfmasse und ihre Beziehung zu den benachbarten Theilen, spricht aber nicht von ihrer Bedeutung. DE MEURON (Nr. 23) weicht etwas von diesen Ansichten ab, indem er einen zweiten, von der dorsalen Seite der vierten Schlundtasche aus wachsenden Zellenknoten in Beziehung zur Thymusbildung bringt. Was KASTSCHENKO (Nr. 47) als Nodus Thymicus an Schweinsembryonen beschreibt ist scheinbar dem dorsalen Theile meiner Thymuskopfmasse entsprechend; ein späteres Zusammenwachsen mit dem Ektoderm, wie KASTSCHENKO beschreibt, war ich nicht im Stande bei Kaninchenembryonen zu finden, doch will ich nicht bezweifeln, dass ein solcher Vorgang bei Schweinsembryonen stattfindet.

Der Ansicht, dass die Thymusanlage von der inneren dritten Schlundtasche abzuleiten sei, steht allein HIS (Nr. 10, 11) gegenüber; wie wohl bekannt ist, lässt dieser Forscher die Thymusanlage ausschließlich von dem ektodermalen Fundus praecervicalis ihren Ursprung nehmen. Vergleichen wir seine Fig. 5a mit den beschriebenen Thatsachen, so scheint es wahrscheinlich, dass der ausgedehnte obere Theil seiner Thymusanlage dem Thymuskopfe entspricht und dass nur die Brücke zwischen diesem und der inneren Schlundtasche fehlt, um seine Figur in Übereinstimmung mit den von allen Anderen aufgestellten Ansichten zu bringen. Die Form der Spalte in seiner Fig. 5b, welche HIS als charakteristisch für die Höhle des ektodermalen Gebildes hält, kommt in einer unserer Serien in auffallender Weise vor als das Lumen einer Spalte, welche Schritt für Schritt bis in die, in ganz offener Kommunikation mit ihr stehende dritte innere Tasche verfolgt werden kann. In seiner letzten Abhandlung (Nr. 11) über diese Frage

scheint dieser berühmte Forscher seinen Zweifel an einem von der inneren dritten Tasche ausgehenden Ursprung der Thymus hauptsächlich dadurch zu stützen, dass ein direkter Zusammenhang zwischen der dreieckigen Masse und der Tasche ihm durch die bis dahin erschienenen Arbeiten nicht bewiesen worden sei; wir dürfen vielleicht annehmen, dass die beigegefügte Fig. 25 an dem Vorhandensein einer solchen Verbindung nicht zweifeln lässt.

FRORIEP (Nr. 7) schreibt bekanntlich dem eingewachsenen ektodermalen Bläschen eine ganz andere Bedeutung zu, indem er es »als Rudiment eines Sinnesorganes am Vagus« betrachtet. Bezüglich des Schicksales dieser Bildung giebt dieser Verfasser Folgendes an: »Die dadurch von der Oberfläche ganz losgetrennte Epidermismasse bleibt bei dem Ganglion und verfällt einer regressiven Metamorphose. Im ganzen Verlauf seiner Rückbildung befindet sich das Organ des Vagus in unmittelbarer Berührung mit der dorsalen und aboralen Wandung der dritten entodermalen Schlundtasche, was sich ja von selbst versteht, da es von vorn herein einen Abschnitt der entsprechenden ektodermalen Kiemenfurche bildet. Ich glaube jedoch, dass eine offene Kommunikation zwischen Schlundtasche und Kiemenfurche an dieser Stelle nicht, oder wenigstens in der Rückbildungsperiode nicht mehr besteht.« Über das Schicksal dieses Gebildes äußert sich KASTSCHENKO (Nr. 17) folgendermaßen: »Später schwindet sein Lumen, das Zellenmaterial schmilzt mit dem Thymuskopf zusammen, und als ein begrenztes Gebilde ist das Bläschen nicht mehr zu unterscheiden.« Mit letzterem Ergebnis stimmen, wie schon erwähnt, meine Beobachtungen überein, nur weiche ich von diesem Autor darin ab, dass ich dieser ektodermalen Einstülpung — KASTSCHENKO's Vesicula thymica — keine Bedeutung für die Bildung der Thymus zuschreiben kann. Betrachten wir die Arbeiten von VAN BEMMELEN (Nr. 2), MAURER (Nr. 22), DE MEURON (Nr. 23) u. A. (Nr. 9, 4) über die Entstehung der Thymusanlage der übrigen Wirbelthierklassen, so finden wir, dass die Thymus ausschließlich aus den inneren Schlundtaschen entspringt, und dass eine Theilnahme des Ektoderms nie stattfindet; warum wir gerade eine solche bedeutende Abweichung den Säugethieren zuschreiben sollten, lässt sich aus den vorhandenen Thatsachen nicht leicht erklären; meiner Meinung nach, zeigen alle bisher festbegründeten Beobachtungen eine ausschließliche Beziehung zu den inneren Schlundtaschen¹.

¹ Nachdem die mitgetheilten Untersuchungen längst abgeschlossen und das Obenstehende bereits niedergeschrieben war, theilte mir Herr Professor KÖLLIKER die Nr. 63 der JOHNS HOPKINS University Circulars, Baltimore, Febr. 1888, mit, in der F. P. MALL seine Beobachtungen über den Ursprung der Thymus und der Thyreoi-

Entwicklung der Schilddrüse.

Das jüngste Stadium, in welchem sich die mittlere Schilddrüsenanlage befand, war bei einem Embryo von 8 Tagen 23 Stunden (3,3 mm Länge); zu dieser Zeit ist die Anlage durch eine, von der ventralen Schlundwandung ausgehende, im Niveau der zweiten inneren Schlundspalte liegende Bucht angedeutet, deren Epithel am Boden eine erhebliche Verdickung zeigt. Diese Ausbuchtung wird kurz darauf durch die Wucherung des Epithels ausgefüllt, und in Embryonen von 9 Tagen 44 Stunden (3,6 mm Länge) tritt die jetzt solide Schilddrüsenanlage als eiförmig gestalteter Körper auf, dessen etwas ausgebreitete Basis in die Schlundhöhle hervorragt, und dessen zugespitztes Ende zwischen den vordersten Aortenbogen zu liegen kommt.

Die im Querschnitte kegelförmig aussehende Anlage verändert sich allmählich, so dass später die seitlichen Wände parallel mit einander laufen (Fig. 27 *mSa*). Die Verbindung zwischen der Anlage und dem Schlundboden verschmälert sich mit der Zeit, und am 12. Tage findet gewöhnlich die Trennung statt; betrachtet man die Anlage, während dieser Veränderungen in sagittalen Schnitten, so zeigt sie sich wie in Fig. 28. Nach der Trennung vom Schlundepithel sinkt nach und nach die mittlere Thyreoideaanlage tief in den dritten Bogen hinein, zu selben Zeit nimmt sie an Breite und Ausdehnung zu, später bildet sie an ihrem untersten Theil zwei laterale Lappen und verbindet sich endlich mit den seitlichen Anlagen. Diese Beschreibung der mittleren Schilddrüsenanlage stimmt mit derjenigen, welche zuerst von KÖLLIKER geliefert — und von allen späteren Autoren bestätigt — war, in allen wesentlichen Punkten überein.

Das Modell des 44tägigen Embryo zeigt, dass abwärts von der dritten, gut ausgesprochenen Schlundtasche der Schlund eine seitliche tiefe aber enge Erweiterung bildet (Fig. 8 *T*⁴), deren äußeres Ende etwas abgestumpft ist; betrachten wir einen durch diese Gegend geführten Schnitt, so bemerken wir, dass die Schlunderweiterung zwei Buchten besitzt — eine ventralwärts ziehende (Fig. 8 *FlT*⁴) und eine dorsale schwächere (*SpT*⁴); die letztere entspricht der dorsalen äußeren Ecke der Spitze der oberen Taschen, während die andere Aus-

deia beschreibt, die eben so wie die meinigen mit denen von BORN übereinstimmen. MALL konnte eben so wenig wie ich eine Kommunikation zwischen dem ektodermalen, aus dem Sinus praecervicalis entstammenden Bläschen und der aus der dritten inneren Schlundtasche hervorgegangenen Thymusanlage finden, und besteht somit zwischen unseren unabhängig von einander gemachten Untersuchungen eine erfreuliche Übereinstimmung.

buchtung dem breiten ventralen Flügel gleicht. Diese vierte Tasche, eben so wie die vorangehende, sendet von ihrer ventralen Seite ein schlauchartiges epitheliales Gebilde ab — die untere oder seitliche Schilddrüsenanlage.

Diese erst nur schwach ausgebildete Vertiefung wächst in das umgebende Mesoderm hinein, und stellt einen langen ventralwärts ausgezogenen, mit Lumen versehenen Schlauch (Fig. 29 sSa) dar. Das Lumen verkleinert sich allmählich in der Nähe des Schlundes und vergeht endlich, so dass der jetzt lang ausgezogene, schon am unteren Ende mit Sprossen besetzte Schlauch, nur durch einen epithelialen Strang mit der Schlundwand in Verbindung bleibt (Fig. 29 B). Dieser epitheliale Strang ist für eine verhältnismäßig lange Zeit noch sichtbar. Der abgeschnürte röhrenförmige Fortsatz besitzt ein deutliches Lumen und giebt Sprossen ab, welche zum Theil auch Hohlräume aufweisen; später sinkt die seitliche Anlage tiefer herab, bis sie die schwanzwärts geschobene mittlere Anlage trifft und sich mit diesem Theile vereinigt; nachher bildet sie mit dieser einen aus vielen Sprossen, Blutgefäßen und zartem embryonalen Bindegewebe bestehenden Drüsenkomplex, welcher mit der Zeit seine Stelle vor der Trachea nimmt und zu der bleibenden Schilddrüse sich umwandelt.

Der Ursprung der Schilddrüse der Säugethiere von zwei getrennten Anlagen, wie es durch die Untersuchungen von BORN nachgewiesen wurde, ist von den meisten späteren Forschern bestätigt worden. Die mittlere, unpaarige Anlage scheint ein sehr konstantes Organ zu sein, da es bei allen Wirbelthierklassen, einige Cyclostomen ausgenommen, vorkommt; nach den Ergebnissen der neueren vergleichenden Studien, müssen wir diese mittlere Anlage als die eigentliche Schilddrüse ansehen. In Bezug auf die morphologische Bedeutung der unteren, seitlichen paarigen Anlagen bleibt noch viel im Zweifel; nach den Untersuchungen von MAURER (Nr. 22), VAN BEMMELEN (Nr. 2), DE MEURON (Nr. 23) u. A. (Nr. 9), sind diese seitlichen Schilddrüsenanlagen der Säugethiere wahrscheinlich Homologe der Organe, welche unter den Namen Supraperikardialkörper, Gland. thyreoid. accessoriae oder Nebenschilddrüse von anderen Klassen beschrieben sind, in welchem Falle ihre Umbildung bei den Säugethieren, bei denen sie mit der mittleren Schilddrüsenanlage verschmelzen, eine Ausnahme machen würde, denn es bleiben die entsprechenden Organe der niederen Klassen von der eigentlichen Schilddrüse getrennt, und haben scheinbar zu derselben keine Beziehung.

Obgleich ich mich möglichst kurz gefasst habe, möge hier doch ein Zusammenfassen derjenigen Schlüsse folgen, welche sich aus den vorangegangenen Angaben ergeben.

1) Die inneren Schlundtaschen sind früher angelegt und entwickelt als die entsprechenden äußeren Kiemenfurchen und Kiemenbogen; ihre Entwicklung schreitet in der Ordnung ihrer Lage vor.

2) Bei den Säugethieren bleiben die inneren und äußeren Taschen in der Regel immer durch die Verschlussplatten getrennt; möglicherweise kann ein Durchbruch an der zweiten Schlundtasche stattfinden.

3) Bei den ersten drei Schlundtaschen sind zwei Abtheilungen zu unterscheiden — ein ventraler Flügel und ein dorsaler Schenkel (die Spitze); auch an der vierten Tasche ist eine Andeutung dieser Theile wahrzunehmen; von dem ventralen Flügel (denjenigen der ersten Tasche ausgenommen) wächst ein schlauchartiges epitheliales Gebilde aus.

4) Das mittlere Ohr entwickelt sich aus drei Theilen: 1) aus der Rachenrinne; 2) aus der dorsalen Spitze der ersten Schlundtasche; 3) aus der seitlichen Schlunderweiterung. Die Paukenhöhle entsteht als sekundärer Auswuchs der Rachenrinne und der ersten Schlundtasche; die Tuba Eustachii wird gebildet von dem verengerten gemeinsamen Raume der ersten Schlundtasche und der Schlunderweiterung.

5) Die Thymusanlage zeigt Abweichungen in ihrem Ursprunge bei verschiedenen Säugethieren; jedoch entstammt die Haupt-Thymusanlage der inneren dritten Schlundtasche; rudimentäre Anlagen können an anderen Schlundtaschen vorkommen (bei Kaninchen an der zweiten); ein ektodermaler Ursprung der Thymus ist nicht bewiesen, und aus phylogenetischen Gründen zu bezweifeln.

6) Die eigentliche Schilddrüse entspricht der mittleren Anlage; die untere seitliche paarige, von der vierten Schlundtasche ausgehende Anlage ist das Homologon besonderer Organe der niederen Wirbelthiere; ihr Schicksal bei den Säugethieren ist abweichend.

Am Schlusse dieser Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Geheimrath A. VON KÖLLIKER, in dessen Institut diese Arbeit

anzufertigen mir vergönnt war, für seine mir stets erwiesene höchst liebenswürdige Unterstützung meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Auch möchte ich diese Gelegenheit wahrnehmen, Herrn Professor PH. STÖHR für das rege Interesse an meiner Arbeit und seine guten Rathsschläge herzlichst zu danken.

Würzburg, März 1888.

Benutzte Litteratur.

4. BALFOUR, A Treatise on Comparative Embryology. London 1881.
2. VAN BEMMELN, Die Visceraltaschen und Aortenbogen bei Reptilien und Vögeln. Zool. Anzeiger Nr. 231 und 232. 1886.
3. BORN, Über die Derivate der embryonalen Schlundbogen und Schlundspalten bei Säugethieren. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXII. 1883.
4. Derselbe, Die Plattenmodellirmethode. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXII. 1883.
5. DURSÝ, Entwicklung des Kopfes des Menschen. Tübingen 1869.
6. FISCHELIS, Beiträge zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte der Glandula Thyreoidea und Glandula thymus. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXV. 1885.
7. FROMEP, Über Anlagen von Sinnesorganen am Facialis, Glossopharyngeus und Vagus etc. Archiv f. Anat. u. Physiol. Anat. Abth. 1885.
8. GRADENIGO, Die embryonale Anlage der Gehörknöchelchen und des tubo-tympanalen Raumes — die morphologische Bedeutung der ersten. Centralbl. f. d. med. Wissensch. Nr. 35. 1886.
9. HERTWIG, Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbelthiere. Jena 1888.
40. HIS, Anatomie menschlicher Embryonen. Leipzig 1885.
41. Derselbe, Über den Sinus praecervicalis und über die Thymusanlage. Archiv f. Anat. u. Phys. Anat. Abth. 1886.
42. Derselbe, Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. Leipzig 1868.
43. HOFFMANN, Über die Beziehung der ersten Kiementasche zu der Anlage der Tuba Eustachii und des Cavum tympani. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXIII. 1884.
44. HUNT, On the Development of the External Ear-passages. American Journ. of the Med. Sciences. 1877.
45. KASTSCHENKO, Methode zur genauen Rekonstruktion kleiner makroskopischer Gegenstände. Archiv f. Anat. u. Phys. Anat. Abth. 1886.
46. Derselbe, Die graphische Isolirung. Anat. Anzeiger. Nr. 13. 1887.
47. Derselbe, Das Schicksal der embryonalen Schlundspalten der Säugethiere. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXX. 1887.
48. Derselbe, Das Schlundspaltengebiet des Hühnchens. Archiv f. Anat. u. Phys. Anat. Abth. 1887.
49. KÖLLIKER, Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. Leipzig 1879.

20. KÖLLIKER, Grundriss der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. 2. Aufl. Leipzig 1884.
21. LIESSNER, Ein Beitrag zur Kenntnis der Kiemenpalten und ihrer Anlagen bei amnioten Wirbelthieren. Morphol. Jahrbuch. Bd. XIII. 3. Heft. 1888.
22. MAURER, Schilddrüse, Thymus und Kiemenreste der Amphibien. Morphol. Jahrbuch. Bd. XIII. 1887.
23. DE MEURON, Recherches sur le développement du Thymus et de la glande thyroïde. Genève 1886, auch Recueil zoologique suisse. Tom. III. 1886.
24. MOLDENHAUER, Die Entwicklung des mittleren und des äußeren Ohres. Morphol. Jahrbuch. Bd. III. 1877.
25. RABL, Zur Bildungsgeschichte des Halses. Prager med. Wochenschr. Nr. 52. 1886.
26. REICHERT, Über die Visceralbogen der Wirbelthiere. Archiv f. Anat. u. Phys. 1837.
27. REMAK, Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere. Berlin 1853.
28. RÜCKERT, Vorläufige Mittheilung zur Entwicklung der Visceralbogen bei Säugethieren. Mittheilungen d. Gesellsch. f. Morphol. u. Physiol. zu München. 8. Jan. 1884: auch Jahresber. f. Anat. u. Phys. Anat. Abth. Bd. XV.
29. STIEDA, Untersuchungen über die Entwicklung der Glandula thymus, Gl. thyreoidea und Gl. carotica. Leipzig 1881.
30. STRASSER, Über die Methoden der plastischen Rekonstruktion. Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. Bd. IV. 1887.
31. URBANTSCHITSCH, Über die erste Anlage des Mittelohres und des Trommelfells. Mitth. aus dem embryol. Institut der k. k. Univ. in Wien. 1877.
32. WÖFLER, Über die Entwicklung und den Bau der Schilddrüse. Berlin 1880.
33. MALL, The Branchial Region of the Dog. — JOHNS HOPKINS University Circulars. No. 63. Febr. 1888.

Erklärung der Abbildungen.

Alle Zeichnungen sind nach Präparaten von Kaninchenembryonen gemacht.

Tafel XVI.

Alle Figuren auf dieser Tafel stellen Modelle der Hohlräume des Schlundspaltengebietes vor, sind also als negative Bilder anzusehen; alle sind durch die photographische Aufnahme um ein Viertel verkleinert worden.

Fig. 1. Modell des primären Vorderdarmes eines 8 Tage 17 Stunden alten (3,4 mm Länge) Embryo, von vorn angesehen. Vergrößerung $125 - \frac{1}{4} = 94$. *A*, vordere Ausbuchtung, die sich abwärts in die Rinnen theilt; *Hf*, die Herzfurchen; *Fl*, *Fl*, Stellen der seitlichen Flügel, der größten Ausdehnung des Raumes entsprechend; *Dr*, *Dr*, die offenen, etwas von einander liegenden Darmwände.

Fig. 2. Modell des Gebietes eines 8 Tage 23 Stunden alten (3,3 mm Länge) Embryo; etwas von der Seite angesehen: Vergrößerung 94. *T*¹, *T*², erste Andeutung der ersten und zweiten Schlundtasche; *pRh*, die primäre Rachenausbuchtung;

SpT¹, schwach angedeutete Spitze der ersten Schlundtasche; *vF*, transversale ventrale Furche; *Tr*, Übergangsstelle in die eben jetzt angelegte Luftröhre.

Fig. 3. Modell des Gebietes eines 9 Tage 44 Stunden alten (4 mm Länge) Embryo; Vorderfläche, von der Seite betrachtet; Vergrößerung 75. *v, v*, vordere seitliche Vertiefungen der Rachenhöhle; *Rr*, Rachenrinne; *FlT¹*, *SpT¹*, Flügel und Spitze der ersten Schlundtasche; *pRh*, primäre Rachenhöhle; *m*, Ausbuchtung zwischen den inneren Enden des ersten Bogenpaares; *T²*, zweite Schlundtasche; *T³*, erste Andeutung der dritten Schlundtasche; *Tr*, Übergangsstelle in die Luftröhre.

Fig. 4. Modell des Gebietes eines 9 Tage 23 Stunden alten (4 mm Länge) Embryo; Vorderfläche, etwas von der Seite angesehen; Vergrößerung 75. *FlT¹*, *FlT²*, Flügel der ersten und der zweiten Schlundtasche; *SpT¹*, *SpT²*, Spitzen der ersten und zweiten Schlundtasche; *T³*, dritte Schlundtasche; *Rr*, Rachenrinne; *pRh*, primäre Rachenhöhle; *m*, Ausbuchtung zwischen den inneren Enden des ersten Bogenpaares; *b*, Furche zwischen Ober- und Unterkieferfortsatz; *Tr*, Übergangsstelle in die Luftröhre.

Fig. 5. Hinterfläche desselben Modells, etwas von der Seite angesehen.

Fig. 6. Modell des Gebietes eines 10 Tage 46 Stunden alten (5,3 mm Länge) Embryo; Vorderfläche; von der Seite und etwas von oben angesehen; Vergrößerung 75. *FlT¹*, *FlT²*, *FlT³*, Flügel der ersten, zweiten und dritten Schlundtasche; *SpT¹*, *SpT²*, *SpT³*, Spitzen der ersten, zweiten und dritten Tasche; *T⁴*, vierte Tasche; *RT*, *ST*, RATHKE'sche und SEESSEL'sche Tasche; *Rr*, Rachenrinne; *Tr*, Übergangsstelle in die Luftröhre; *a, a'*, abgeschnittene Flächen der Mundrachenhöhle; *m*, einlenkende Ausbuchtung der Mundrachenhöhle zwischen den inneren Enden des ersten Bogenpaares.

Fig. 7. Dasselbe Modell, von hinten, von der Seite und etwas von oben angesehen.

Fig. 8. Modell des Gebietes eines 11 Tage alten (6 mm Länge) Embryo, von der Seite und von oben angesehen; Vergrößerung 75. *FlT¹—FlT⁴*, *SpT¹—SpT⁴*, Flügel und Spitzen der ersten bis vierten Schlundtasche; *Bl*, Blindsack des Flügels der ersten Tasche; *Rr*, Rachenrinne; *Mr*, Mundrinne; *RT*, *ST*, RATHKE'sche und SEESSEL'sche Tasche; *SchE*, seitliche Schlunderweiterung; *e—e*, Berührungsstrecke der ersten äußeren und inneren Tasche; *e'—e''*, Berührungsstrecke der zweiten äußeren und inneren Tasche; *a*, abgeschnittene Fläche der Mundhöhle; *m*, zwischen den Bogen liegende Ausbuchtung der Mundrachenhöhle.

Fig. 9. Dasselbe Modell von hinten, von der Seite und von oben angesehen; Bezeichnungen wie an vorhergehender Figur.

Fig. 10. Modell eines Theiles der ersten und zweiten Schlundtasche eines 11 Tage 17 Stunden alten (7 mm Länge) Embryo; Vorderfläche. Vergrößerung 75. *FlT¹*, *FlT²*, die sich jetzt zurückbildenden Flügel der ersten und zweiten Schlundtasche; *SpT¹*, Spitze der ersten Tasche; *SpT²*, noch freie Spitze der zweiten Tasche; *Rr*, Rachenrinne; *a*, abgeschnittene Flächen der Mundhöhle.

Fig. 11. Modell der hinteren Hälfte der Mundrachenhöhle eines 13 Tage alten (9,7 mm Länge) Embryo; von oben angesehen; Vergrößerung 38. *d*, dorsale Fläche; *v*, abgeschnittene ventrale Fläche; *Rr*, Rachenrinne; *Sl*, Sulcus lingualis; *FlT¹*, *SpT¹*, Flügel und Spitze der ersten Tasche; *Rd*, Dach der Mundrachenhöhle.

Fig. 12. Ein Theil desselben Modells von vorn und etwas von unten angesehen. *Rr*, Rachenrinne; *SpT¹*, Spitze der eigentlichen ersten Schlundtasche; *p—tS*, pharyngo-tympanaler Raum; *SchE*, seitliche Schlunderweiterung; *FlT¹*, Rest des Flügels

der ersten Tasche; SpT^2 , Rest der Spitze der zweiten Tasche mit der Schlunderweiterung verbunden; a, a , abgeschnittene Flächen; $c-c'$, Niveau der pharyngo-tympanalen Spalte (Rr) der Fig. 45; Sl , Sulcus lingualis.

Fig. 43. Modell des obersten Theiles der Mundrachenhöhle eines 15 Tage alten (14,5 mm Länge) Embryo; von oben und von der Seite angesehen; Vergrößerung 38. d , dorsale Grenzfläche; v , ventrale Grenzfläche; Rr , Rachenrinne; b , knieförmige Biegung; SpT^1 , der Spitze der ersten Schlundtasche entsprechende Stelle; $hSRr$, nach hinten gerichteter Auswuchs der Rachenrinne und der Spitze der ersten Tasche, welcher zur Paukenhöhle wird; $p-tS'$, der Theil des pharyngo-tympanalen Raumes, dem Reste der ersten Tasche mit der Schlunderweiterung entsprechend; $p-ts$, der hauptsächlich aus der Schlunderweiterung entstehende Theil des Raumes; Rd , Dach der Mundrachenhöhle.

Tafel XVII.

Fig. 44. Querschnitt eines 8 Tage 17 Stunden alten (3,4 mm Länge) Embryo; ZEISS BB, Oc. 2. $\times 100$. Df , seitliche Flügel des Vorderdarmes; H, H , getrennte Herzanlagen; Hf, Hf , Herzfurchen des primären Darmes.

Fig. 45. Querschnitt eines 13 Tage alten (9,7 mm Länge) Embryo. $\times 40$. Der Schnitt findet seine Lage im Niveau $c-c'$ des Modells (Fig. 42); Rr , oberster Theil des pharyngo-tympanalen Raumes, oder Rachenrinne; Sl , Sulcus lingualis; Z , Zunge; $\grave{a}Gr$, äußere Gehörgrube; N , Nasenhöhle; Vh , Vorderhirn.

Fig. 46. Querschnitt desselben Embryo. $\times 33$. Der Schnitt liegt im Niveau der Tubenmündung. S , Schlund; SpT^1 , innerer Abschnitt der Spitze der ersten Tasche; pTe , primäre Tubenmündung; $\grave{a}Gr$, äußere Gehörgrube.

Fig. 47. Querschnitt von derselben Serie, im Niveau der Schlunderweiterung ($SchE$). SpT^1 , innerer Abschnitt der Spitze der ersten Tasche; $\grave{a}Gr$, äußere Gehörgrube.

Fig. 48. Querschnitt eines 15 Tage alten (14,5 mm Länge) Embryo. $\times 33$. Von der zum Modell Fig. 43 dienenden Serie, im Niveau der Rachenrinne liegend; Rr , oberer Theil der Rachenrinne; b , knieförmige Biegung; $hSRr$, zur Paukenhöhle werdender hinterer Schenkel der Rachenrinne; $\grave{a}G$, äußerer Gehörgang; CR , REICHERT'scher Knorpel; H , Hammerknorpel; CM , MECKEL'scher Knorpel.

Fig. 49. Ein weiter abwärts gelegener Schnitt derselben Serie, welcher im Niveau der eigentlichen Tubenmündung liegt. $\times 33$. $p-ts$, der hauptsächlich aus der Schlunderweiterung entstehende Theil des pharyngo-tympanalen Raumes; SpT^1 , Rest der ersten Schlundspalte; $\grave{a}G$, äußerer Gehörgang; CR, H, CM , REICHERT'scher, Hammer- und MECKEL'scher Knorpel.

Fig. 20. Querschnitt eines 11 Tage alten (6 mm Länge) Embryo. $\times 100$. T^3 , äußere ventrale Ecke der dritten Schlundtasche, welche von zahlreichen wuchernden epithelialen Zellen umgeben ist; die Stelle entspricht der Ursprungsstelle der Thymusanlage.

Fig. 21. Querschnitt eines 11 Tage 20 Stunden alten (7 mm Länge) Embryo. $\times 100$. Sp , Sinus praecervicalis; $\grave{a}K^2$, äußere zweite Kiemenfurche; $\grave{a}K^3$, dritte äußere Kiemenfurche (Fundus praecervicalis = $\grave{a}K^3 + \grave{a}K^4$); Nh , Nervus hypoglossus; Nls , Nervus laryngeus sup.

Fig. 22. Querschnitt eines 12 Tage 12 Stunden alten (8 mm Länge) Embryo. $\times 150$. Zwischen $\grave{a}K^3$ und ecB der epitheliale Rest des Sinus praecervicalis; ecB , die noch Lumen besitzende Spitze des ektodermalen Stranges, welche in Berührung

mit dem unteren Ende des Ganglions (*GangV*) des Vagus und mit dem Thymuskopf (*TK*) kommt; *Nv*, Fasern des Nervus vagus.

Fig. 23. Übersichtsbild, hergestellt durch die Kombination der benachbarten Schnitte einer Serie eines 13 Tage alten (9,7 mm Länge) Embryo. $\times 50$. *T*³, Rest der dritten inneren Schlundtasche; *B*, epitheliale Brücke zwischen der Schlundtasche und dem Thymuskopf (*TK*); *CT*, Cauda der Thymusanlage; *äK*³, Rest des Sinus praecervicalis; *ecB*, ektodermales Bläschen; *a*⁴, vierter Aortenbogen; *a*³⁺⁴, dorsaler Verbindungsast des dritten und vierten Aortenbogens; *Vj*, Vena jugularis; *Nh*, Nervus hypoglossus; *Nv*, die Vagusgruppe; *GangV*, Ganglion des Vagus.

Fig. 24. Querschnitt eines 13 Tage alten (9,7 mm Länge) Embryo. $\times 75$. *TK*, Kopf der Thymusanlage; *CT*, Cauda der Thymusanlage; *d*, dorsaler Schenkel der Spitze der Schlundtasche; *v*, ventrale Ausbuchtung derselben; *ecB*, Spitze des ektodermalen Bläschens; *B*, peripherisch getroffene epitheliale Verbindung der Tasche und des Thymuskopfes; *a*⁴, vierter Aortenbogen; *Nh*, Nervus hypoglossus; *Nv*, Nervus vagus.

Fig. 25. Die Verbindung der Schlundtasche und des Thymuskopfes von derselben Serie, aber der Schnitt trifft die Mitte des Stranges *B*. $\times 175$.

Fig. 26. Querschnitt eines 13 Tage alten Embryo. $\times 175$. *T*², zweite Schlundtasche; *abT*², abgeschnürter, erst nach außen, später abwärts ziehender, epithelialer Schlauch; *Ngl*, Nervus glossopharyngeus.

Fig. 27. Querschnitt eines 14 Tage alten (6 mm Länge) Embryo. $\times 100$. Die seitlichen Grenzen der medianen Schilddrüsenanlage (*mSa*) laufen beinahe parallel. *S*, Schlundboden.

Fig. 28. Sagittalschnitt eines 12 Tage alten (7 mm Länge) Embryo. $\times 100$. *mSa*, mittlere Schilddrüsenanlage, welche nur durch den epithelialen Strang mit der Schlundwand in Verbindung steht; *a*³, dritter Aortenbogen; *S*, Schlund.

Fig. 29. Querschnitt eines 13 Tage alten (10 mm Länge) Embryo. $\times 100$. *sSa*, seitliche Schilddrüsenanlage; *B*, epitheliale Verbindung des Schlundes und des Schlauches; *L*, Kehlkopfschlitz; *S*, Schlund.

Fig. 4.

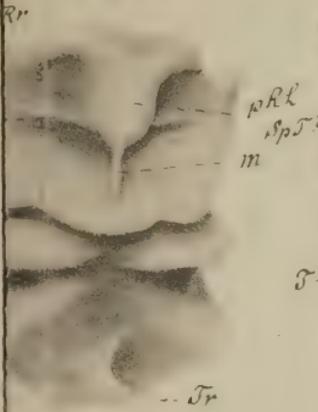
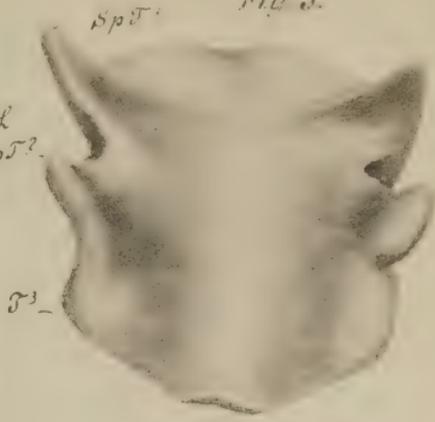


Fig. 5.



a Fig. 8.

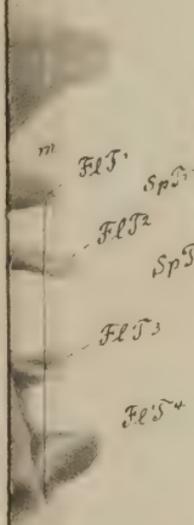


Fig. 9.

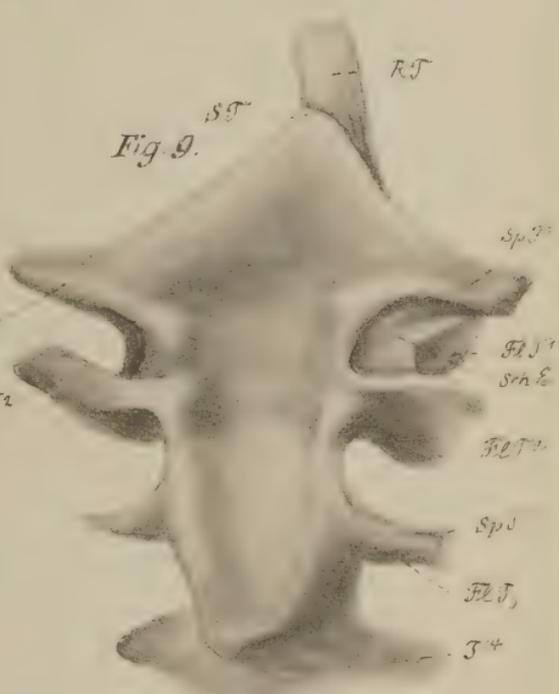


Fig. 12.



Fig. 10. a

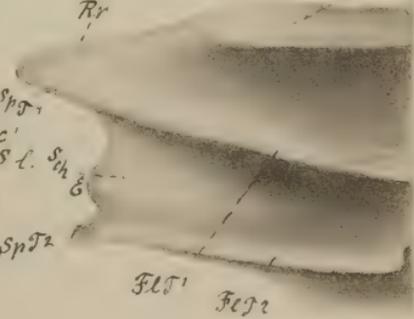


Fig. 19.

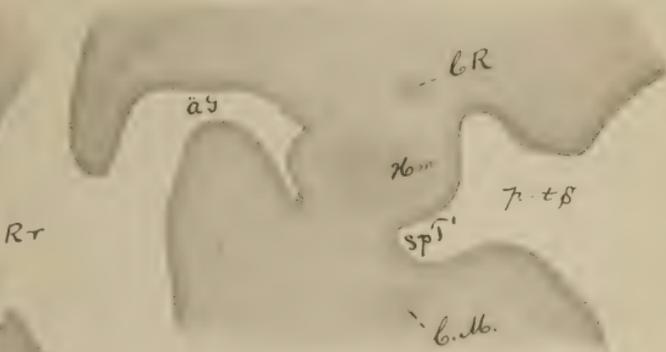


Fig. 23.

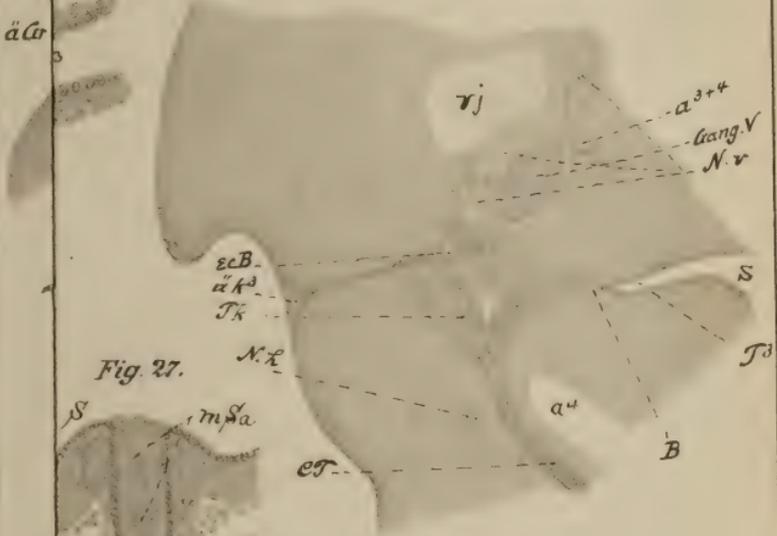


Fig. 27.

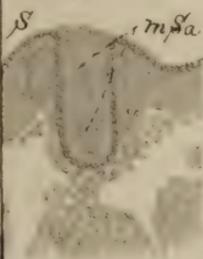
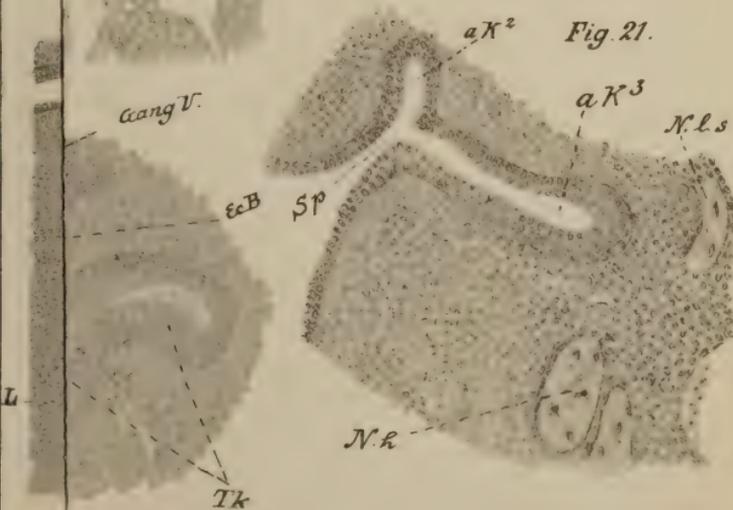


Fig. 21.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: [47](#)

Autor(en)/Author(s): Piersol Georg A.

Artikel/Article: [Über die Entwicklung der embryonalen Schlundspalten und ihre Derivate bei Säugethieren. 155-189](#)