

Aus dem anatomisch-biologischen Institut der Universität Berlin.

Zur Kenntnis der Entwicklung des Gehörknöchelchens bei der Kreuzotter und der Ringelnatter nebst Bemerkungen zur Neurologie dieser Schlangen.

Von

Dr. W. Möller.

Adjunkt der Anatomie in Helsingfors (Finnland).

Hierzu Tafel XXV und XXVI.

Um die morphologische Bedeutung des einzigen Gehörknöchelchens der Reptilien einwandfrei festzustellen, sind selbstverständlich sowohl vergleichend anatomische als auch embryologische Untersuchungen nötig. In embryologischer Hinsicht aber ist unsere Kenntnis bis jetzt sehr mangelhaft. Der Zweck der folgenden Untersuchung ist, einen kleinen Beitrag zum Ausfüllen der fraglichen Lücke zu liefern. Das vortreffliche Referat E. Gaupps, „Ontogenese und Phylogenese des schall-leitenden Apparates bei den Wirbeltieren“, (1898) hat mir den etwaigen Nutzen einer Untersuchung dieser Art gezeigt. So schreibt der genannte Autor (Nr. 1, p. 1146): „Was nun die Gehörknöchelchen anlangt, so bieten dieselben noch heute, trotz vieler darauf gerichteter Bestrebungen, manche Unklarheiten dar. Ganz besonders fühlbar macht sich bei dem Versuch eines Vergleiches der Mangel an embryologischem, die Sauropsiden - Columella betreffenden Material. Hierauf wird also zunächst die Forschung ihr Augenmerk zu richten haben.“ Was namentlich das Verhältnis bei den Schlangen betrifft, äussert er sich (Nr. 1, p. 1092) also: „Auch über die Mittelohr-Gebilde bei den Schlangen ist seit längerer Zeit nicht mehr gearbeitet worden; und so sind wir hier auf ältere Angaben verwiesen.“

Auf diese Tatsachen gestützt, darf ich die Wahl des oben erwähnten Themas zum Gegenstand einer Untersuchung als wohl begründet ansehen.

Material und technische Methoden.

Im Ganzen habe ich 15 Schnittserien untersucht. Von diesen zeigten jedoch die den 5 jüngsten Stadien angehörenden noch keine Spur einer Columella-Anlage. Die folgende Beschreibung umfasst also 10 Schnittserien, wovon 9 Serien Embryonen der Kreuzotter (*Vipera berus*) angehören; die Serie II stammt allein von einem Embryo der Ringelnatter (*Tropidonotus natrix*).

Die Embryonen wurden in einem Gemisch von Pikrinsäure, Sublimat und Essigsäure fixiert. Die abgeschnittenen Köpfe sind mit Boraxkarmin durchgefärbt, nach Durchtränkung mit Chloroform in Paraffin eingebettet und in dorso-ventraler Richtung in Schnitte zerlegt worden.

Die Dicke aller Serienschnitte ist 15 μ .

Auf Anraten des Herrn Prof. Rudolph Krause habe ich folgende Färbungsmethode benutzt, die mir vortreffliche Ergebnisse geliefert hat, indem sie ein leichtes Unterscheiden der verschiedenen histologischen Bestandteile des Schnittes ermöglichte. Sie setzt sich aus folgenden Phasen zusammen:

1. die schon erwähnte Stückfärbung mit Boraxkarmin;
2. Färben mit Bismarckbraun in konzentrierter, wässriger Lösung etwa 3 Minuten;
3. Kurzes Auswaschen in 70proz. Alkohol, bis die braun-gefärbten Schnitte eben ihre rote Farbe wiederbekommen haben, wozu etwa eine halbe Minute erforderlich ist;
4. Färben etwa 10 Minuten lang mit einer konzentrierten, wässrigen Lösung von Bleu de Lyon, die mit 2 bis 3 Teilen destillierten Wassers verdünnt worden ist;
5. Abspülen zuerst in 70proz., dann in 85proz. Alkohol, beide Alkoholgemische vorher mit einigen Tropfen von der zuletzt genannten Farblösung versetzt, bis sie eine hellblaue Farbe angenommen haben, das schwächere Alkoholgemisch jedoch eine intensivere Farbe als das stärkere. Durch diesen kleinen Kunstgriff habe ich verhindern können, dass die blaue Farbe durch den Alkohol zum grössten Teil ausgezogen wird, was andernfalls sehr schnell geschieht. Die Nerven und die Knochenlamellen erhalten dadurch eine schöne, blaue Farbe, ein Verhältnis, das sehr vorteilhaft ist, wenn es z. B. gilt

einen feinen Nervenquerschnitt in der Schnittserie zu verfolgen oder den ersten Anfang des Verknöcherungsprozesses zu beobachten.

6. Zuletzt folgt Entwässern in immer stärkerem Alkohol und Einschliessen in Xylol-Kanadabalsam.

Zum Zweck der plastischen Rekonstruktion wurden die Schnitte mit einem Projektionsapparat von Zeiss, unter Benutzung eines Mikroplanars von 20 mm Brennweite, ohne Ocular, projiziert und gezeichnet. Dann habe ich die Born'sche Plattenmodelliermethode benutzt. Die fertigen Wachsmodele wurden anfangs mit einer dünnen Lösung von Schellack überzogen und nach dem Eintrocknen mit den in Tuben käuflichen, fein verriebenen Ölfarben mehrmals bestrichen. Die Erfahrung lehrte jedoch bald, dass man ohne Nachteil das Bestreichen mit der Schellacklösung weglassen und also die Wachsmodele unmittelbar mit der Ölfarbe bemalen kann.

Bei der photographischen Reproduktion der Modelle ist die Vergrößerung für alle gleich der Hälfte der natürlichen Grösse genommen worden.

Ergebnisse der früheren Untersuchungen.

Hinsichtlich des Verhaltens des Gehörknöchelchens oder der Columella (diese Namen werde ich späterhin als gleichbedeutend benutzen) und der sie umgebenden Teile bei erwachsenen Schlangen mögen nur folgende Punkte, die zum Teil aus Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs (Nr. 2, p. 1499), zum Teil aus dem Artikel von C. Hasse (Nr. 4, p. 648 u. f.) über „die Morphologie des Gehörorgans von *Coluber natrix*,“ entnommen worden sind, in aller Kürze angeführt werden.

„Die Schlangen unterscheiden sich von allen anderen Reptilien, indem ihnen ein Cavum tympani, eine Membrana tympani und eine Tuba Eustachii abgeht,“ ein Verhältnis, das schon Johannes Müller (Nr. 3, p. 264) in einem Aufsatz vom Jahre 1832 hervorgehoben hat.

Zu Grunde der folgenden Darstellung in Bronn liegt die oben genannte Untersuchung von C. Hasse (Nr. 4), dessen Beschreibung mit einigen Abkürzungen beinahe wörtlich wiedergegeben ist.

„Die auch bei den Schlangen zwischen Vagus und Trigeminus an der Seitenfläche des Schädels befindliche Gehörkapsel ist wie

gewöhnlich nach aussen und teilweise nach oben hin von dem Kiefersuspensorium und zwar dem Squamosum und Quadratum überlagert. . . Die Columella unterscheidet sich, indem sie eine sehr schräge Lage von hinten aussen nach vorn innen einnimmt, so dass sie nahezu sagittal liegt, parallel der Richtung des Quadratum, an dessen Hinter- und Innenseite dieselbe angeheftet ist, während sie andererseits im Umfange des Foramen vestibulare eingelassen erscheint. Man kann an der Columella zwei Abteilungen unterscheiden, eine innere, längere knöcherne und eine äussere, kürzere knorpelige, welche letztere durch sehr lockere Bandmassen mit einem Höcker an der Hinterseite des Quadratum verbunden ist, die ziemlich ausgiebige Verschiebungen des Suspensorium an der Columella gestattet. Der knorpelige äussere Teil, der nur ein Drittel des gesamten Gehörstäbchens einnimmt, ist ein zarter Zylinder, der bei den Bewegungen des Quadratum sehr leicht gebogen wird, ohne dass in gleicher Weise die knöcherne Abteilung der Columella daran Teil nimmt (Vergl. Nr. 4, pag. 649, 651 u. 653).

Zur Ergänzung der obigen Darstellung mögen noch folgende abweichende Verhältnisse nach Angaben von Joh. Müller (Nr. 3, p. 247) wörtlich angeführt werden, obgleich sie nicht in direktem Zusammenhang mit meinem Untersuchungsthema stehen.

„Ich habe bei Typhlops so wenig wie bei Rhinophis ein deutliches ovales Fenster zum Gehörorgan und ein Gehörknöchelchen zum Schluss derselben finden können. Vielleicht ist die Öffnung ausserordentlich klein und durch Membran geschlossen. Ich sah nur eine überaus feine Öffnung zwischen Occipitale laterale und petrosus.“

In Betreff der Gattung Rhinophis schreibt er (Nr. 3, p. 251): Am Os petrosus fand ich kein Fenster und kein Gehörknöchelchen, vielleicht wegen der Kleinheit. Nur befindet sich hinter dem Quadratbein von diesem bedeckt eine Spalte, welche der Gegend des Vestibulum entspricht, von einer membranös-knorpeligen Substanz geschlossen.“

Von der Familie und Gattung Tortrix äussert er nur (Nr. 3, p. 261): Das Gehörknöchelchen ist eine unregelmässige Platte zum Schluss des ovalen Fensters, ohne Stiel.“

Ich gehe nun zu den Ergebnissen der Untersuchungen in Betreff der Entwicklung des Gehörknöchelchens bei den Schlangen

über. Hierbei werde ich die Beschreibungen der wenigen Autoren wörtlich wiedergeben, weil mir die Darstellung hierdurch sowohl ein grösseres Interesse wie eine grössere Vollständigkeit zu erlangen scheint. Die Grundlage unserer Kenntnis auf diesem Gebiete bildet das klassische Werk von Heinrich Rathke, „Entwicklungsgeschichte der Natter (*Coluber natrix*)“, im Jahre 1839 erschienen. Die erste Anlage des Gehörknöchelchens findet Rathke (Nr. 5, p. 78) in der zweiten Entwicklungsperiode, d. h. in der Zeit, die zwischen der vollendeten Ausbildung der vier Schlund- oder Kiemenöffnungen und der Verschlüssung derselben liegt. Die Länge der ganzen Frucht beträgt am Ende dieser Periode ungefähr 19 bis 21 Linien. Die Beschreibung Rathkes (l. c.) lautet, mit einigen Kürzungen, wie folgt. „Aus der zweiten Schlundschiene, d. h. der aus dem serösen Blatte entstehenden Belegung des Schlundbogens, (S. 29), liess sich gleichfalls ein gallertartig-sulziger, einfacher Streifen herauspräparieren. Es ging derselbe von der Belegungsmasse des Kopfstückes der Wirbelsaite ab, indem er als eine Ausstrahlung von jener Masse erschien, entsprang aus ihr dicht unter der Ohrkapsel, ungefähr wo sich der grösste senkrechte Durchmesser derselben befand, nicht aber, wie ich mit Gewissheit glaube angeben zu können, aus dieser Kapsel selbst, ging dann zuerst unter der hinteren Hälfte derselben nach hinten und unten eine kleine Strecke fort, drang darauf in den zweiten Schlundbogen ein, und verlor sich zuletzt, dünner geworden, in einiger Entfernung von dem untern Ende dieses Körperteiles. Wie der weitere Verfolg der Entwicklung zeigte, kommen der rechte und linke Streifen an der unteren Seite des Kopfes sehr bald zur gegenseitigen Berührung, verschmelzen dann untereinander, und stellen nun beide einen einfachen, fast parabolischen Bogen dar, dessen mittlerer Teil, also derjenige, wo die Verschmelzung stattfand, dicht vor dem Eingange in die Luftröhre, oder dem künftigen Kehlkopfe seine Lage hat. Etwas später entsteht an jeder Seitenhälfte dieses Bogens an zwei Stellen eine Sonderung, oder beinahe eine Gliederung seiner Substanz, wodurch nun jede Hälfte gegen das Ende der zweiten Periode in drei aufeinanderfolgende Stücke geteilt wird. Das unterste Stück ist das längste von allen, setzt mit dem der anderen Seitenhälfte einen kleinen, beinahe hufeisenförmigen Bogen zusammen, der in seiner Mitte am dicksten und

mit seinen Enden nach oben und hinten gerichtet ist, und gibt sich deutlich als die eine Seitenhälfte des Zungenbeines zu erkennen. Das zweite Stück ist dünner, kürzer, durchsichtiger, weicher, beinahe bandartig, steigt ziemlich gerade nach oben, und stellt ein Hängeband für das Zungenbein dar. Das dritte oder oberste Stück ist wieder so fest, wie das Zungenbein selbst, und beinahe schon knorpelartig, jedoch nicht wirklich schon knorpelig, hat einen etwas grösseren Umfang, als das zweite oder mittlere, und besitzt beinahe die Gestalt einer kurzen Birne. Sein oberes dickeres Ende hängt zwar noch am Schlusse dieser Periode mit dem Seitenrande der Belegungsmasse des Kopfstückes der Wirbelsäule zusammen, jedoch weit loser, als früher und ist vielleicht hauptsächlich in Folge seiner Anschwellung mehr nach aussen gerückt, so dass es mit der unteren Seite der Ohrkapsel oder dem künftigen knöchernen Labyrinth in Berührung gekommen ist. Ja genau angegeben befindet sich dasselbe in eine kleine flache und ihm entsprechende Vertiefung oder Einbucht dieser Kapsel etwas eingesenkt, und ist durch Bildungsgewebe auch mit ihm verbunden. Dieses oberste Stück wird in der folgenden Periode, wie ich weiterhin zeigen werde, zu dem alleinigen Gehörknöchelchen, zu der sogenannten *Columella* und dem *Operculum* der Natter. Hier aber möge noch die Bemerkung gemacht sein, dass ich selbst am Schlusse der zweiten Periode noch kein Fenster an der Gehörkapsel, das durch jene Andeutung der *Columella* verschlossen gewesen wäre, habe auffinden können. Zufolge der höchst wertvollen Untersuchungen Reicherts, die mich veranlasst haben, die Entwicklung der Schlundbogen der Natter mit der gespanntesten Aufmerksamkeit zu verfolgen, soll sich auch bei den Vögeln die *Columella*, und bei den Säugetieren der ihr entsprechende Steigbügel aus dem obersten Teile eines im zweiten Schlundbogen entstandenen knorpelartigen Streifens bilden, wo bei ihnen aber dieser Streifen ursprünglich entsteht, darüber scheint Reichert in Ungewissheit geblieben zu sein.“

Die Entwicklung während der dritten Periode, d. h. der Zeit zwischen dem gänzlichen Verschwinden der Schlundöffnungen bis zu der Färbung der Hautbedeckung beschreibt Rathke (Nr. 5, p. 128) wie folgt. (Der an Umfang ansehnlich zunehmende Embryo bekommt unterdessen eine Länge von $4\frac{1}{2}$ bis 5 Zoll.)

„Der aus verdichtetem körnigen Gewebe bestehende Streifen, welcher bei jüngeren Embryonen in der Schiene des zweiten Schlundbogens vorgefunden wird, gibt gleichfalls seine Verbindung mit der Belegungsmasse der Wirbelseite auf, und kommt in einiger Entfernung hinter dem des ersten Bogens mit der Ohrkapsel in Berührung, sei es nun, indem er zu ihr ohne weiteres hinwandert, oder indem er einen kleinen Fortsatz, den er etwa hervortreibt, zu ihr hinsendet, was ich nicht zu entscheiden vermag. So wie er aber mit der Ohrkapsel in Berührung gelangt ist, sondert er sich in zwei ungleich lange Hälften, in eine obere kürzere, und in eine untere viel längere, die beide späterhin sogar weit auseinander weichen. Die obere gewinnt zuvörderst die Form einer kurzen Birne oder eines Kolbens, und ihr nach oben gekehrtes dickeres Ende wird von einem kleinen Teile der Ohrkapsel so umwachsen und umfasst, dass sie an dieser Kapsel in einer Grube zu liegen kommt, in deren Tiefe alsdann das Ohrfenster gebildet wird. Nachher nimmt der erwähnte Teil, der sich nun schon als das Gehörknöchelchen (die *Columella* oder das Säulchen samt ihrem *Operculum*) ankündigt, nicht unbedeutend an Länge zu, und wandelt sich in einen dünnen und mässig langen Körper um, der die Form eines mit einem kleinen rundlichen Kopfe versehenen Nagels besitzt, und gegen sein dünneres Ende ein wenig gekrümmt ist. Während diese Umänderung an ihm vorgeht, wird das Quadratbein an der Ohrkapsel immer weiter nach hinten geschoben, so dass es nach einiger Zeit das Gehörknöchelchen von aussen bedeckt. Wie dies geschehen ist, wächst das nach unten und aussen gerichtete Ende des Gehörknöchelchens gegen das Quadratbein hin und verbindet sich mit dessen hinterm Rande unfern des oberen Endes desselben. Nach erfolgter Verbindung aber verlängert es sich noch immermehr, indes das Quadratbein noch weiter nach hinten rückt, wächst diesem also gleichsam nach, und nimmt dabei die oben erwähnte Krümmung an. Mit Ablauf der dritten Periode wird dann endlich, weil das Fortrücken des Quadratbeins noch keinen Stillstand erlangt hat, das Gehörknöchelchen aber nicht mehr in gleichem Maße ihm nachwächst, aus der Substanz, die sie beide untereinander vereinigt, ein sehr kurzes Band ausgesponnen. das in der folgenden Periode noch mehr an Länge zunimmt, und dann auch deutlich eine fibröse Beschaffenheit bemerken lässt. Inzwischen ändert sich die Form

des Gehörknöchelchens abermals, und das in der Art, dass der rundliche Kopf des Nagels, den dieser Körperteil jetzt darstellt, sich abplattet, um die Form einer Scheibe anzunehmen. So erscheint denn das Gehörknöchelchen zuletzt als ein Nagel, der mit einem ziemlich grossen scheibenförmigen Kopfe versehen ist.

Die andere oder untere Hälfte des gallertartig-sulzigen Streifens, der sich in der Schiene des zweiten Schlundbogens gebildet hatte, nimmt einen einfachern Entwicklungsgang, und wandelt sich zu einer Seitenhälfte des bei der Natter so höchst einfachen Zungenbeines um. An Länge sehr beträchtlich zunehmend, gewinnt sie doch nur wenig an Dicke, und erscheint am Ende dieser Periode als ein langer, dünner, rötlicher Knorpelfaden. Anfangs ferner parallel dem Meckel'schen Knorpel und fast senkrecht gestellt, nimmt sie mehr noch, als dieser, eine schräge Stellung an, indem sie das künftige Gehörknöchelchen, mit dem sie ursprünglich ein Ganzes ausmachte, verlässt, und mit ihrem oberen Ende immer weiter erst nach hinten rückt, darauf aber sich nach unten herabsenkt. So geschieht es denn, dass dieser Teil dem gleichen Teile der anderen Seitenhälfte auch hinten immer näher rückt, und zuletzt ganz horizontal zu liegen kommt. Beide Hälften des Zungenbeines sind am Ende der dritten Periode schon so gelagert, wie man sie bei der erwachsenen Natter findet, indem sie jetzt schon einander parallel verlaufen, einen nur geringen Zwischenraum zwischen sich lassen, und unter der Luftröhre ihre Lage erhalten haben.“

Von dieser Beschreibung Rathkes geht als das Hauptergebnis hervor, dass das ganze Gehörknöchelchen der Ringelnatter, d. h. sowohl seine im ovalen Fenster liegende Fussplatte oder Operculum wie sein langer, schmaler Stiel, d. h. die Columella im engeren Sinne als ein einheitliches Stück aus dem obersten Teil des Hyoidbogens sich entwickelt und dass dieser Bogen in früheren Stadien mit der Belegungsmasse des Kopfstückes der Chorda zusammenhängt.

Vierzig Jahre später, d. h. im Jahre 1879, hat Parker (No. 6) die Ergebnisse seiner Untersuchungen über die Struktur und Entwicklung des Schädels der Ringelnatter veröffentlicht. Seine Ergebnisse weichen in verschiedenen Punkten von den Rathke'schen ab. Ich werde deshalb aus den Beschreibungen Parkers von den verschiedenen Entwicklungsstadien die

betreffenden Teile herausholen und wörtlich wiedergeben. Die von Parker angeführten englischen Längenmaße werde ich nebenbei zu Millimetern überführen.

Stadium I. Ringelnatterembryo von 19 mm totaler Länge.

(p. 389). „Die zweiten post-oralen oder Hyoidfortsätze sind grösser als die branchialen, und jeder hat oben eine dicke Wurzel; dieser fächerförmige „Ursprung“ umfasst die ganze untere Fläche der Ohrkapsel.“

Stadium II. Embryo von 25,4 mm Länge.

(p. 392). „Der nächste oder Hyoidbogen ist nun verhältnismässig viel schmaler und gleich den drei übrigen — denn es gibt nun drei Branchialbögen — ist er nach vorne gekrümmt . . . In dem schmalen Hyoidbogen tritt oben ein wenig Knorpel auf, aber die drei übrigen Bögen bleiben membranös, und sie sind nun in ihrer höchsten Entwicklung. Im ersten Stadium wurde die Ohrkapsel vom Fuss des Hyoidbogens umfasst und also traten die Anlagen des siebenten und neunten Hirnnerven in bedeutender Entfernung von einander auf. Nun ist diese Entfernung sehr angewachsen, denn der Hauptast des N. facialis zieht sich zum Vorderteil des Hyoidbogens, hinter der Hyomandibularspalte versteckt, also ist der Raum zwischen diesen Nerven grösser als der lange Durchmesser der sich vergrössernden, eiförmigen Ohrkapsel. Diese Kapsel ist nun von der Haut gut bedeckt; die Entfernung vom Auge ist gross.“

Stadium III. Embryo von 44,4 bis 57 mm Länge.

(p. 396). „Hinter diesem einwachsenden Beutel gibt es eine Öffnung, und an dem quer über dieser Öffnung gespannten Häutchen ist der kleine Hyoidknorpel befestigt; der membranöse Raum ist die Fenestra ovalis, aus der hyoidalen Anlage entwickelt sich die Columella.“ (p. 398). „Der Hyoidbogen hat Knorpel nur in seinem oberen Drittel; dieser ist ein rippenähnliches Stück mit einem abgerundeten Kopfe, einem soliden Tuberculum und einem sichelförmigen Stiel, dessen Konvexität nach hinten gekehrt ist. Der hintere Rand hat unten einen Kamm, welcher nahe daran ist, sich vom Hauptteil zu trennen. Das Capitulum ist am Häutchen der Fenestra ovalis befestigt, welches in ununterbrochener Folge mit der rippenähnlichen Stange zu verknorpeln

anfängt. Die Bedeutung dieser Teile wird im nächsten Stadium deutlich.“

Stadium IV. Embryo von 63,5 bis 76,2 mm Länge.

(p. 399). „Der kleine Hyoidknorpel zieht nun nach unten und hinten, und das „Tuberculum“ ist hinter dem „Capitulum“; beide sind an der Stapedialplatte befestigt, und die ganze Struktur ist knorpelig: das ist die Columella. Der schmale hintere Rand des Hyoidknorpels ist nun abgetrennt als ein herzförmiges Stylohyale . . . Das Quadratum dreht sich auf dem Gelenkteil der Mandibula mittels eines Condylus, ähnlich dem des Humerus für die Ulna; es bildet mit ihr einen stumpfen und dann einen spitzen Winkel. Der eingehende Winkel dieses Gelenkes bildet das Maul, welcher immer weiter nach hinten rückt; ein Deckknochen, das Squamosum, schiebt sich zwischen das Quadratum und den Schädel hinein.“

Stadium VI. Erwachsener Ringelnatterembryo von 165 mm Länge.

(p. 406). „Die Verlängerung des riesigen Mandibularbogens nach hinten hat ihn an der Hyoidanlage vorbei gedrängt; das ist die Ursache der eigentümlichen Lage des Stylohyale und der Columella an der inneren Seite des Quadratum. Der dritte Ast des fünften Hirnnerven, der N. facialis und die Columella nehmen dieselbe Richtung nach hinten an, als ein Correlat zu der extremen Richtung des Maules nach hinten. Trotz der unbedeutenden Grösse des Hyoidbogens, ist er in die zwei normalen Stücke segmentiert worden; die Columella (mit Ausnahme der Stapedialplatte) entspricht dem Hyomandibulare, während das Stylohyale der oberste Teil des bekannten Styloceratohyalbogens ist. Der wahre stapediale Teil dieser zusammengesetzten Columella hat einen beinahe geraden hinteren Rand, während der vordere Rand gut gekrümmt ist: ihre innere Fläche ist ausgehöhlt. Der Stiel ist leicht S-förmig gekrümmt; das letzte Drittel ist unverknöchert: das ist der „extra-stapediale Teil“ und er hat keinen supra-stapedialen Sporn. Die Form des ursprünglichen Stäbchens ist kaum geändert, aber die Richtung ist nach hinten, anstatt nach vorn zu; der capituläre Teil ist nach unten und vorwärts, der tuberculäre nach oben und hinterwärts. Es gibt weder eine deutliche Membrana noch ein Cavum tympani und das Stylohyale klebt nun an der Columella. Dieses Element (d. h. das Stylohyale)

ist nierenförmig und sein mittlerer und konvexer Teil ist mit einer krustenartigen ectostealen Platte bedeckt; diese und der extra-stapediale Teil sind zwischen Schädel und Quadratbein eingeklemmt.“

Stadium VII. Eine sechs Wochen alte Natter, 195 mm lang.

(p. 407). „Nachdem Professor Huxley mir mitgeteilt hatte, dass es Knorpel in den distalen Teilen der hyoidalen oder lingualen Gegend der Natter gab, habe ich diesem (sowohl in den früheren Stadien als bei dem erwachsenen Tiere) eifrig nachgeforscht: das Resultat war negativ.“

Stadium VIII. Erwachsene Ringelnatter.

(p. 415). „Von dem Hyoid- oder zweiten postoralen Bogen kann ich nur zwei Rudimente finden, und diese haben ihre Unabhängigkeit verloren; das vordere — obere oder hyomandibulare Element ist nun der winzige columellare Stachel auf der ovalen stapedialen Platte. Das andere oder hintere — untere Stück ist gezehrt und unnütz; es ist mit der inneren Fläche des Quadratum, gegen die Hinterseite des oberen Drittels, anihyotisch verbunden. Das ist alles, was von dem Styloceratohyalbogen übrig geblieben ist; wenigstens ist es mir nicht gelungen, einen Knorpel in der distalen oder lingualen Gegend zu finden.

Während also nach Rathke das ganze Gehörknöchelchen sich aus dem Zungenbeinbogen entwickelt, sind nach Parker hinsichtlich der Entwicklung zwei verschiedene Teile zu unterscheiden. Die stapediale Platte oder das Operculum anderer Autoren entwickelt sich aus dem Häutchen, das quer über das ovale Fenster gespannt ist, während der übrige Teil, der Stiel oder die Columella im engeren Sinne, von dem obersten Teil des Zungenbeinbogens seinen Ursprung nimmt. Diese Teile verknorpeln jedoch kontinuierlich. Von demselben Bogen trennt sich noch ein nierenförmiges Knorpelstück, das Stylo-hyale, ab. Nach Rathke steht der genannte Schlundbogen in frühen Stadien mit der Belegungsmasse der Kopfchorda in Verbindung; Parker erwähnt ein solches Verhältnis nicht, nach ihm umfasst er mit einer dicken Wurzel die ganze untere Fläche der Ohrkapsel. Der von Rathke beschriebene unterste und grösste Teil des Bogens, welcher zu der einen Seitenhälfte des Zungenbeines sich

entwickelt, hat Parker im knorpeligen Zustande nicht finden können.

Nur diese zwei Forscher haben sich meines Wissens mit Untersuchungen über die Entwicklung des Gehörknöchelchens bei den Schlangen beschäftigt.

Zuletzt mag noch hinzugefügt werden, dass C. K. Hoffmann (Nr. 2, p. 2016) sich in der vorliegenden Frage folgenderweise äussert: „Aus der Entwicklungsgeschichte geht mit voller Deutlichkeit hervor, dass das einzelne Gehörknöchelchen der Reptilien — oder ich will lieber sagen der Saurier, denn nur diese habe ich darauf genauer untersucht —, man möge daselbe nun „Columella“ oder „Stapes“ nennen, aus zwei ganz verschiedenen Teilen besteht. Das eine, proximale und bei weitem grösste Stück ist nichts anderes als ein Teil des knorpeligen resp. knöchernen Labyrinths selbst, der ohne jemals seine Continuität mit dem übrigen Labyrinth zu verlieren, bei der geweblichen Differenzierung mit demselben in bewegliche Verbindung tritt, während das kleinere, distalwärts gelegene Stück, welches mit dem Paukenfell sich verbindet, ein Abgliederungsprodukt des zweiten Kiemenbogens oder des Zungenbeinbogens bildet. Wie beide Stücke im ausgebildeten Zustande sich zu einander verhalten, ob sie bei der einen Gattung vollständig mit einander verwachsen, bei der anderen dagegen mehr oder weniger deutlich als zwei verschiedene Teile gesondert bleiben, wird die vergleichende Anatomie genauer festzustellen haben. Deutlichkeitshalber werde ich das proximale, von dem knorpeligen resp. knöchernen Labyrinth gelieferte Stück als „Otostapes“, das von dem Hyoidbogen abgegliederte Stück als „Hyostapes“, das ganze Knöchelchen als „Stapes“ bezeichnen.

Dann gibt der genannte Autor eine Beschreibung von der Entwicklung des so zusammengesetzten Gehörknöchelchens (p. 2017—2019). Obgleich diese Beschreibung sich hauptsächlich auf die Verhältnisse bei den Sauriern bezieht, werde ich jedoch hier die Hauptpunkte anführen, um später an geeigneten Stellen einige Einzelheiten davon zum Vergleich mit meinen eigenen Ergebnissen aufzunehmen.

Wenn ich die Ansicht Hoffmanns mitrechne, obgleich sie sich nicht auf eigene Untersuchungen des Autors von Schlangembryonen, sondern nur auf Analogie-Schlüsse gründet, gibt es

also drei verschiedene Ansichten von der Herkunft des Gehörknöchelchens bei den Schlangen. Nach der Beobachtung Rathkes entsteht es im Ganzen aus dem obersten Teil des Zungenbeinbogens; nach Parker entwickelt sich aus dem genannten Bogen nur der Stiel in seiner ganzen Länge, die scheibenförmige Fussplatte aber aus dem Häutchen des ovalen Fensters, durch Verknorpelung desselben; nach der Hypothese von Hoffmann (Nr. 2, p. 2017) leitet die Fussplatte und der grössere Teil des Stieles seinen Ursprung von einem distalwärts wachsenden Fortsatze des Blastems der Ohrkapsel, noch bevor dieses Blastem irgend eine Spur von Knorpelbildung zeigt, während der Zungenbeinbogen gleichzeitig proximalwärts einen viel kleineren Fortsatz absendet, der dem soeben genannten entgegenwächst und mit ihm verwächst, aber so, dass die Grenzen beider Stücke auch in den spätern Entwicklungsstadien noch deutlich zu sehen sind „Wenn die erste Knochenbildung in dem knorpeligen Labyrinth und in dem proximalen Teil des Otostapes aufzutreten anfängt, verschmelzen Otostapes und Hyostapes so vollständig mit einander, dass es sehr schwierig ist, die Grenze beider Teile angeben zu können.“

Welche von den drei oben erwähnten Ansichten für meine Untersuchungsobjekte die zutreffende ist, werde ich in der folgenden Darstellung auseinanderzusetzen versuchen. Ich möchte schliesslich hinzufügen, das Gustaf Retzius (Nr. 7) in seinem grossartigen Werke „Das Gehörorgan der Wirbeltiere“, eine geschichtliche Darstellung von der Entwicklung unserer Kenntnisse in Betreff des Gehörorgans der Schlangen gibt; eigene Untersuchungen in der mich interessierenden Frage hat er aber nicht gemacht.

Nach diesem Blicke auf den gegenwärtigen Stand der Columellafrage bei den Schlangen, schreite ich dazu meine diesbezüglichen Untersuchungen mitzuteilen. Ich gebe zuerst nebst der Photographie des Embryos einige wenige Daten zur Charakteristik der äusseren Form desselben, soweit es mir möglich gewesen ist, dies zu tun durch blosses Beschauen der mir zugänglichen, gehärteten Embryonen, dann wird eine Darstellung der bei der mikroskopischen Durchmusterung der Präparate gemachten Beobachtungen folgen, danach die Beschreibung des zugehörigen

Modells, wenn ein solches von dem fraglichen Stadium angefertigt worden ist, endlich eine kurze Zusammenfassung der bemerkenswertesten Beobachtungen.

Um eine annähernde Vorstellung von der Länge der Ohrkapsel in sagittaler Richtung zu geben, werde ich für jede Serie die Zahl derjenigen Schnitte, in welchen noch etwas von diesem Organ zu sehen ist, anführen. Die Dicke aller Schnitte ist, wie oben angegeben, gleich 15 μ .

Zur Bestimmung der Richtung oder der gegenseitigen Lage der verschiedenen Teile werde ich mich hauptsächlich folgender Adjektive oder ihrer Zusammensetzungen bedienen, nämlich oral und caudal um die Lage auf der sagittalen, dorsal und ventral auf der senkrechten, medial und lateral auf der transversalen Linie zu bezeichnen.

Dann möchte ich noch bemerken, dass ich mich bei der Beschreibung der Serien auf die Teile, die mit dem Gehörorgan in naher Beziehung stehen, einschränken muss, schon aus dem Grunde, weil die Mehrzahl meiner Serien nur die Ohrgegend umfasst.

Es bleibt mir noch übrig meine Auffassung von den verschiedenen Entwicklungsstadien des Knorpelgewebes und der diesbezüglichen Nomenclatur darzustellen. Ich unterscheide folgende Formen:

1. Bildungsmasse oder Blastem.

Die Zellen sind dicht aneinander gedrängt, ihre Grenzen nur schwer sichtbar, ihr Protoplasma an Menge sehr gering. Die Kerne rund oder oval, intensiv färbbar, füllen die Zellen zum grössten Teil aus. Interzellulärsubstanz nicht vorhanden. Als Ganzes betrachtet kann das Gewebe schon durch seine viel stärkere Farbe von dem umgebenden embryonalen Bindegewebe leicht unterschieden werden.

2. Vorknorpel oder Chondroblastem.

Die Zellen von polygonaler Form, ihr Zellkörper ein wenig grösser als im vorigen Stadium, ihre Grenzen nunmehr deutlich sichtbar. Die Kerne gross und oval. Eine Interzellulärsubstanz, die mit der beschriebenen Färbungsmethode eine strohgelbe Farbe annimmt, ist schon vorhanden. Zwischen diesem Stadium und dem vorigen gibt es ein Übergangsstadium: das Gewebe zeigt

zahlreiche Kerne, die in einer gelblich schimmernden Grundsubstanz eingebettet zu liegen scheinen; die Zellgrenzen sind aber nicht wahrnehmbar.

3. Jungknorpel oder reifer, embryonaler Knorpel.

Die Zellen sind viel grösser als im vorigen Stadium, sie zeigen ein helles, bläschenförmiges Aussehen; der Zellkörper ist durchsichtig, das körnige Protoplasma an Menge gering. Die Form der Kerne ist zum grössten Teil rund oder oval, eine kleinere Zahl jedoch unregelmässig geformt, eckig, wie geschrumpft aussehend. Die Zellgrenzen sind sehr deutlich. Eine Interzellularsubstanz ist vorhanden, an Menge jedoch sehr wechselnd.

Serie I.

Das Äussere des Embryos.

Die Länge des in mehreren ungleich grossen Windungen zusammengerollten Embryos beträgt in diesem Zustande, vom Scheitelhöcker bis zur Schwanzspitze gerechnet, 10 mm. Im Innern der Augenblase ist ein weisslicher, zentraler Körper, die Linse, sichtbar. Der Unterkiefer ist wenig entwickelt; seine Länge beträgt etwa ein Viertel der Strecke vom Mundwinkel zur Schnauzenspitze. Die Thränen-Nasenfurchen sichtbar. Keine äusseren Schlundfurchen sind zu sehen. Die Anlagen der hinteren Gliedmassen erscheinen als sehr kleine, warzenförmige Bildungen.

Beschreibung der Schnittserie.

Wenn man die Zahl der Schnitte vom ersten Auftreten des Labyrinthanhangs in der Serie bis zum Verschwinden der Labyrinthblase berücksichtigt, umfasst das Gehörorgan in diesem Stadium 60 Schnitte.

In der Mitte zwischen der lateralen Körperwand und der Seite des Hinterhirns treten die Querschnitte zuerst des Labyrinthanhangs, dann der epithelialen Labyrinthblase hervor. Sie liegen in Mesenchymgewebe eingebettet. Dieses wird caudalwärts in der Umgebung der Labyrinthblase allmählich dichter und erscheint deshalb stärker gefärbt, was zuerst an der ventralen, dann an der lateralen, wenig aber an der medialen Seite der Labyrinthblase zum Vorschein kommt. Die Labyrinthblase zeigt die Anlagen der häutigen Bogengänge. In der nächsten Umgebung derselben treten folgende Organe hervor. Zuerst erscheint ventral von

der Labyrinthblase der mächtig entwickelte N. trigeminus, welcher in zwei dicke Stränge zerfällt, die aus sehr dicht aneinander gedrängten Nervenzellen zusammengesetzt sind. Der eine Strang, die Anlage des Ramus ophthalmicus, verläuft gegen die mediale Seite des Auges, der andere, der sich wieder in zwei Äste gliedert, einen kleineren, den Ramus supramaxillaris, und einen viel grösseren, den Ramus inframaxillaris, kann caudalwärts eine lange Strecke weit verfolgt werden. Dann erscheint an der medialen Seite der Labyrinthblase das Ganglion acustico-faciale, welches sich weiter nach hinten in zwei deutlich getrennte Teile, das Ganglion faciale oder geniculi und das Ganglion acusticum spaltet. Der das Ganglion faciale fortsetzende Nervenstamm gliedert sich unmittelbar in zwei Äste, von denen der dorsalwärts gelegene das kurz nach der Teilung auftretende Columella-Blastem caudalwärts begleitet, der ventrale Ast aber zwischen der A. carotis interna (?) und der ersten, inneren Schlundspalte ventralwärts verläuft. Diese Äste bilden, wie die Untersuchung älterer Embryonen zeigt, die zwei Hauptstämme des N. facialis, dieser den vorderen Hauptstamm, Ramus palatinus, jener den hinteren Hauptstamm. Lateral von der A. carotis liegt eine überaus grosse Vene, wahrscheinlich die V. jugularis.

Im siebenten Schnitte (Fig. 1), vom caudalen Ende der Labyrinthblase gerechnet, bemerkt man zwischen diesem und der eben genannten Vene, dicht dorsalwärts vom Querschnitte des hinteren Facialisstammes, eine kreisrunde, dichte Anhäufung von Blastemzellen, welche ich unbedenklich als die erste Anlage des Gehörknöchelchens oder der Columella bezeichnen kann, weil sie eine vollkommen gleichartige Lage zu den genannten Gefässen und Nerven einnimmt, wie die Columella in späteren Entwicklungsstadien. Die fragliche Blastem-Anhäufung bildet eine deutliche Einbuchtung in der unmittelbar lateral davon gelegenen Wand der Vena jugularis, wie die Figur 1 zeigt. Auf der gegenüberliegenden Seite der genannten Vene sieht man als die erste Anlage des Meckelschen Knorpels eine ovale Blastemmasse, die dem Kieferbogen angehört. In diesem Schnitte beginnt nämlich lateral von der A. carotis interna auch die erste, innere Schlundspalte hervorzutreten. Sie gelangt in diesem Stadium zum deutlichen Durchbruch nach aussen mittels einer sehr engen und kurzen, röhrenförmigen Öffnung.

In dem Maße wie die Labyrinthblase caudalwärts sich verjüngt, hebt sich die Columella-Anlage von dem umgebenden, dichten Mesenchymgewebe scharfer ab. Nach dem gänzlichen Verschwinden der Labyrinthblase kann man die in Rede stehende, runde Blastemmasse noch in etwa 16 Schnitten verfolgen; die Abgrenzung von den umgebenden Teilen wird jedoch allmählich undeutlicher, bis sie endlich dorsal von dem lateralen Ende der ersten Schlundspalte gänzlich aufhört.

Verfolgt man mit der gespanntesten Aufmerksamkeit, unter Benutzung mittelstarker Vergrößerung, wenigstens Zeiss Obj. C., Ok. 2, den weiteren Verlauf des hier sichtbaren Teils des hinteren Hauptstammes des N. facialis, welcher, wie gesagt, das Columella-Blastem begleitet, so kann man schon in dieser Serie beobachten, wie der fragliche Nerv, sieben Schnitte caudalwärts von der Labyrinthblase, einen feinen Zweig abgibt, der sich caudalwärts von der feinen äusseren Öffnung der ersten Schlundspalte, allmählich in den Kieferbogen hineinzieht, um sich dicht an die mediale Seite des hier befindlichen Blastems anzulegen und mit ihm ventralwärts zu verlaufen, während der übrige Teil des fraglichen Nerven im Zungenbeinbogen verbleibt und hier, von einer Blastemmasse umgeben, eine lange Strecke caudalwärts verfolgt werden kann. Den zuerst beschriebenen Facialiszweig fasse ich als die Chorda tympani oder einen ihr bei den niederen Wirbeltieren entsprechenden Nerven auf.

Der Kopfteil der Chorda dorsalis ist in diesen 60 Schnitten nicht sichtbar, sondern erscheint erst 20 Schnitte weiter caudalwärts.

In diesem Stadium ist nirgends eine Spur von Knorpelbildung zu sehen. Die Augen-Linse ist entwickelt. Zwischen dem vorderen Linsenepithel und den Linsenfasern ist nur ein kleiner Spaltraum übrig.

Die wichtigsten von den obigen Beobachtungen fasse ich noch in folgende Sätze zusammen.

1. Die Blasteme der Columella und des Meckelschen Knorpels treten in diesem Entwicklungsstadium zu gleicher Zeit auf, durch die V. jugularis und dann durch die erste Schlundspalte von einander getrennt.

2. Die Lage des Columella-Blastems wird dadurch gekennzeichnet, dass es von dem hinteren Hauptstamme des N. facialis und von der V. jugularis begleitet wird und zugleich medial von der genannten Vene liegt.
3. Die Chorda tympani oder der ihr homologe Facialiszweig lässt sich in dieser Serie, bei aufmerksamer Durchmusterung der letzten Schnitte der Serie, beobachten.

Serie II.

Das Äussere des Embryos.

Die Länge des zusammengerollten Embryos beträgt, vom Scheitelhöcker zur Schwanzspitze gerechnet, etwa 10 mm. In den grossen Augenblasen sind die Linsen deutlich erkennbar. Die Thränen-Nasenfurchen nicht sichtbar. Der vordere Rand des Unterkiefers erreicht etwa eine senkrechte Linie, die man sich durch den vorderen Rand der Augenblase gezogen denkt. In dem halboffenen Munde bemerkt man die Zunge. Die äusseren Schlundfurchen nicht sichtbar. Die Anlagen der hinteren Extremitäten erscheinen beiderseits als kleine, warzenförmige Vorsprünge, die ein wenig grösser sind als im vorigen Stadium.

Beschreibung der Serie.

Das Gehörorgan umfasst in diesem Stadium 66 Schnitte.

Die Verhältnisse sind hier im wesentlichen dieselben wie in der vorigen Serie. Die epitheliale Labyrinthblase liegt in embryonales Bindegewebe eingebettet, umgibt sich aber caudalwärts nach und nach mit einer Kapsel von rundlichen Blastemzellen. Zwischen den die Bogengänge bildenden Ausstülpungen der epithelialen Blasenwand bemerkt man stellenweise eine schwach gelblich gefärbte, strukturlose Masse, welche grosse Ähnlichkeit mit der Grundsubstanz des Gallertgewebes zeigt und möglicherweise von dem embryonalen Bindegewebe durch Schwund der spärlichen Zellen entstanden ist.

Hinsichtlich der umgebenden Organe ist folgendes zu bemerken.

Der N. trigeminus teilt sich bei dem Austritt aus der dritten Hirnblase in zwei Äste, von denen der eine als ein überaus dicker und zellenreicher Nervenstrang gegen den hinteren Pol des Auges verläuft, der andere Ast aber bildet zuerst ein voluminöses Ganglion, aus welchem dann zwei Nerven hervorgehen, ein kleinerer

zum Oberkiefer, ein grösserer zum Unterkiefer. Es sind die früher erwähnten Rami supra- und infra-maxillaris. Das Ganglion, aus welchem diese Äste hervorgehen, werde ich von jetzt ab „das zweite Trigeminus-Ganglion“ benennen, um es von dem Ganglion ophthalmicum des ersten Astes zu unterscheiden.

Die Ganglien des N. acusticus und des N. facialis sind auch hier oralwärts verschmolzen, trennen sich aber caudalwärts von einander, indem der von dem gemeinsamen Ganglion heraustrittende Facialis-Stamm sich ventro-lateralwärts zur äusseren Seite der Blastemkapsel zieht und hier ein neues Ganglion durchläuft, welches das besondere Ganglion faciale oder geniculi darstellt. Seine Hauptäste verhalten sich wie in der vorigen Serie. Auch in dieser Serie kann man deutlich beobachten, wie der hintere Facialis-Stamm einen feinen Zweig abgibt, der längs der Innenseite der Anlage des Meckelschen Knorpels ventralwärts verläuft, während der übrige Teil des Nerven, von einem dicken Blastemring umgeben, seinen Lauf weiter caudalwärts fortsetzt.

Wie in der vorigen Serie erscheint auch hier neben der ventro-lateralen Wand der Labyrinthblase, nahe dem caudalen Ende derselben, zwischen diesem und der V. jugularis, eine dichtere Blastemmasse, die sich allmählich von dem umgebenden Gewebe absondert und einen gelblichen Farbenton annimmt, was auf einen beginnenden Übergang in das Vorknorpelstadium hindeutet. Caudalwärts vom hinteren Ende der Labyrinthblase erblickt man sie noch in etwa 12 Schnitten als eine freie, kreisrunde Bildung, welche vom hinteren Facialis-Stamme während ihres ganzen Verlaufes begleitet wird.

In der nächsten Umgebung dieses Columella-Blastems habe ich folgende Erscheinung wahrgenommen, die ich der Erwähnung wert erachte, obwohl ich sie in keiner der übrigen Serien wiedergefunden habe.

In dem Maße nämlich wie sich das Columella-Blastem vom übrigen Labyrinth-Blastem abzusondern beginnt, schiebt sich zwischen beide ein Ring von grossen, mononucleären Zellen, wahrscheinlich Leukocyten, deren Zelleiber von verhältnismässig grossen Körnern vollgepropft sind. (Fig. 2 und 3.) Die fraglichen Zellen sind viel grösser als die umgebenden Blastemzellen, die Körner haben aus der Lösung von Bleu de Lyon den blauen Farbstoff aufgenommen; zwischen ihnen liegt eine Anzahl kleinerer,

goldglänzender Körnchen, welche mir als Teilchen zerfallener Kerne vorkommen, denn eben diese goldglänzende Farbe habe ich an vielen kompakten und geschrumpft aussehenden Kernen wahrgenommen. Ähnliche Körnchen-Zellen findet man auch in der unmittelbar lateral gelegenen V. jugularis und kann stellenweise die Einwanderung derselben in das benachbarte Gewebe verfolgen.

Welche besondere Aufgabe diesen Zellen zukommt, kann ich nicht entscheiden. Ich habe mir die Frage vorgelegt, ob das Auftreten dieser granulaführenden Zellen nur in diesem Entwicklungsstadium ein Zufall ist, d. h. in keinem causalen Zusammenhang mit dem Abtrennen des Columella-Blastems steht, oder ob vielleicht ein solcher Zusammenhang besteht und welcher Art er in diesem Falle wäre. Anfänglich schien mir die Vermutung am nächsten zu liegen, dass diese granulaführenden Zellen bei dem Abtrennen des ins Vorknorpelstadium übergehenden Columella-Blastems vom übrigen Labyrinth-Blastem auf irgend einer Weise wirksam wären, möglicherweise so, dass sie eine phagocytische, d. h. in diesem Falle eine formbildende oder modellierende Tätigkeit ausübten. Diese Annahme könnte zwar eine Antwort auf die Frage geben, wie sich die Columella-Anlage vom übrigen Labyrinth-Blastem abtrennt, aber der Umstand, dass ich nur in dieser Serie die in Rede stehenden Zellen beobachtet habe, obgleich ich andere ziemlich nahe stehende Entwicklungsstadien untersucht habe, macht es mir jedoch schwer an einer solchen Hypothese festzuhalten. Wenn man aber nicht annehmen wollte, dass die fraglichen Zellen irgend einen Stoff, z. B. Teilchen zu Grunde gegangener Zellen, aus dem Gewebe wegführen, könnte man sich noch die Möglichkeit denken, dass sie etwas dem Gewebe zuführen, was zur Umbildung oder Entwicklung desselben dient; aber auch mit dieser Annahme steht man auf einem schwankenden Boden.

Es bleibt mir also nichts anderes übrig, als diese vereinzelte Beobachtung hier mitzuteilen, in der Absicht die Aufmerksamkeit derjenigen Forscher, die sich mit Untersuchungen dieser Art beschäftigen, auf ähnliche Erscheinungen zu lenken; die Deutung aber muss ich der Zukunft überlassen. Dass dieses Bild meine Aufmerksamkeit in hohem Grade gefesselt hat, ist hauptsächlich der vortrefflichen Färbungsmethode zuzuschreiben, ohne welche ich es wahrscheinlich übersehen hätte.

Am latero - ventralen Umfange des verlängerten Markes beginnt das Blastem eine gelbliche Farbe anzunehmen, was caudalwärts nach und nach deutlicher wird. Diesen Übergang des Blastems ins Vorknorpelstadium beobachtet man auch im Innern des Kieferbogens. Hier tritt nämlich caudalwärts von der Labyrinthblase ein gelbschimmernder, von einem roten Blastemkranz umgebener Fleck — der Querschnitt des künftigen Meckelschen Knorpels — auf; je weiter caudalwärts um so deutlicher wird dieser Knorpel. Kurz vor dem Auftreten desselben kann man auch im Blastem des Kieferbogens granulaführende Zellen derselben Art, welche ich soeben bei der Columella-Anlage beschrieben habe, beobachten. Dazu bemerkt man noch eine lebhafte Kernteilung in den Blastemzellen.

Die erste innere Schlundspalte gelangt in diesem Stadium nicht mehr zum Durchbruch nach aussen. Der Spaltraum im Innern der Linse ist verschwunden.

Als die wichtigsten Beobachtungen aus diesem Stadium sind folgende zu erwähnen:

1. In der nächsten Umgebung der Columella-Anlage treten granulaführende Zellen auf.
2. Das Blastem fängt stellenweise an ins Vorknorpelstadium überzugehen.

Serie III.

Das Äussere des Embryos.

Dieser Embryo gehört der Gattung *Tropidonotus natrix* an. Nach den makroskopischen Verhältnissen zu urteilen, scheint er beinahe demselben Entwicklungsstadium anzugehören wie der vorige Embryo, weshalb ich auf die hier gegebene Darstellung hinweisen kann.

Beschreibung der Serie.

Das Gehörorgan umfasst etwa 75 Schnitte. Die epithelialen Labyrinthblasen sind beiderseits von dicken, gelblich schimmernden Blastemkapseln umgeben. Diese zeigen im Querschnitt eine dreiseitige Gestalt. Die drei Wände derselben können als die dorso-laterale, die ventro-laterale und die mediale unterschieden werden. Die ventralen Ränder der Ohrkapseln sind durch einen zum

grössten Teil aus Vorknorpel bestehenden Bogen, welcher das Gehirn vom Schlunddarm abgrenzt, miteinander verbunden. In diesem Bogen, der einen Querschnitt zuerst des Sphenoideum basilare und dann des Occipitale basilare ausmacht, kann man den Übergang des Blastems in Vorknorpel gut beobachten. Innerhalb der Blastemkapsel sieht man teils embryonales Bindegewebe, teils die schon in der vorigen Serie erwähnte zellenlose, gelatinöse, gelblich gefärbte Substanz, welche besonders reichlich zwischen den epithelialen Ausstülpungen der Labyrinthblase vorhanden ist. Der N. trigeminus verhält sich wie in der vorigen Serie. Medial von der Labyrinthkapsel, nahe deren ventralem Rande, kommt das Ganglion acusticum zum Vorschein und bald darauf, aber weiter lateralwärts das Ganglion faciale als scheinbare Fortsetzung des zweiten Trigeminus-Ganglions. Das Ganglion faciale steht durch Nervenfasern und Zellen mit dem Ganglion acusticum in Verbindung.

Im Schnitte 35, vom caudalen Ende der Labyrinthblase gerechnet, bemerkt man, wie ein Teil der ventro-lateralen Kapselwand gegenüber der V. jugularis allmählich dicker wird und durch dichteres Anliegen der Blastemzellen sich als eine ovale Bildung vom übrigen Teil derselben Wand unterscheiden lässt. Verfolgt man sie in der Serie weiter caudalwärts, so sieht man, wie aus ihr ein langer, kegelförmiger Fortsatz hinauswächst (Fig. 4). Dieser erstreckt sich ventralwärts, längs der medialen Seite des nun zum erstenmal erscheinenden Quadratum, bis zum geschlossenen, lateralen Ende der ersten, inneren Schlundspalte; er liegt zwischen der A. carotis interna und der V. jugularis; hart an demselben liegt der Querschnitt des hinteren Facialis-Stammes.

Im Kieferbogen tritt der schöne, ovale Querschnitt des Meckel'schen Knorpels hervor; dann erscheint dicht dorsalwärts von demselben ein neues, aus Vorknorpel aufgebautes Element, das Quadratum. Jeder von diesen Knorpelquerschnitten ist von einem dichten Blastemmantel umgeben. Dann bemerkt man ventral von der Luftröhre eine dichte, gelbliche Blastemmasse, die sich bald, d. h. nach acht Schnitten, in zwei verschiedene, im Querschnitt rundliche Hälften gliedert; es ist wahrscheinlich die Anlage des Zungenbeines.

In diesem Stadium zeigt sich auch die erste Spur der Körpermuskulatur.

Nahe dem caudalen Ende der Ohrkapsel treten zwei Hirnnerven durch die knorpelige Schädelwand, zuerst ein feiner Nerv, der sich mit einem Zweige des hinteren Facialis-Stammes verbindet, der N. glossopharyngeus, dann ein dicker, von zahlreichen Nervenzellen durchsetzter Stamm, der in ein ventro-lateral gelegenes, grosses Ganglion übergeht, der N. accessorio-vagus.

Einige Schnitte hinterwärts tritt durch eine mehr ventralwärts gelegene Öffnung aus dem ventralen Teile des Rückenmarks ein feiner Nerv, der N. hypoglossus.

Von den obigen Beobachtungen sind folgende hervorzuheben:

1. Die Columella erscheint hier als ein kegelförmiger Auswuchs von der ventro-lateralen Labyrinthwand. Dieses mikroskopische Bild scheint mir unzweideutig darzutun, dass, wenigstens bei der Ringelnatter, sowohl die ganze Fussplatte, als auch der Stiel der Columella ihren Ursprung aus der Blastemwand der Labyrinthkapsel leiten. Zwischen den genannten Teilen der Columella ist keine Grenze zu sehen, ebensowenig zwischen dieser und dem naheliegenden Teil der Labyrinthkapsel.

2. Das Quadratum entsteht aus dem Blastem des Kieferbogens, dorsalwärts von der Anlage des Meckel'schen Knorpels, als unmittelbare Fortsetzung desselben. Die erste Schlundspalte erstreckt sich hier nicht soweit seitwärts, dass sie eine deutliche Grenze zwischen dem ersten und zweiten Schlundbogen bildete.

3. Die Knorpelbildung tritt im Quadratum ein wenig später als im Meckel'schen Knorpel auf.

4. Ein Zusammenhang zwischen dem Blastem der Columella und der Anlage des Zungenbeins lässt sich nicht beobachten.

Serie IV.

Das Äussere des Embryos.

Die Länge des Embryos beträgt in zusammengerolltem Zustande etwa 13,5 mm. Im Munde bemerkt man die Zunge. Der Unterkiefer von etwa derselben Länge wie im vorigen Stadium. Keine äusseren Schlundfurchen sichtbar. Die Anlagen der hinteren Gliedmaßen sind von kegelförmiger Gestalt, ihre Länge etwas grösser als im vorigen Stadium. An den Seiten

der Haut bemerkt man eine Streifung der Quere nach, von abwechselnden helleren und dunkleren Linien hervorgerufen.

Beschreibung der Serie.

Die Zahl der Schnitte kann nicht genau bestimmt werden, weil einige von den ersten Schnitten der Serie durch unbehutsames Vorgehen beim Schneiden verloren gegangen sind.

Die epithelialen Teile des Labyrinths sind zunächst von embryonalem Bindegewebe umgeben. Nach aussen davon liegt eine relativ dicke Kapsel, die zum grössten Teil aus Vorknorpel, stellenweise aber noch aus Blastem besteht. Von der Kapsel dringen Fortsätze in den Binnenraum hinein, wodurch dieser in verschiedene Abschnitte geteilt wird. In der dorsalen Hälfte fehlt stellenweise die fragliche Kapselwand ganz und gar; das Labyrinth geht dann ohne deutliche Grenze in das umgebende embryonale Bindegewebe über. An der ventralen Seite des Nachhirsns sieht man einen Bogen von embryonalem Knorpel, der die ventralen Ränder der Labyrinthkapsel miteinander verbindet. Das ist der Querschnitt des Sphenoideum basilare. Aus diesem entsteht ein hornartiger Vorsprung und unmittelbar medial von demselben liegt eine grosse Arterie, die A. carotis interna, lateral aber zwei Nervenquerschnitte, von denen der eine sich bald mit dem zweiten Trigeminus-Ganglion verbindet, der andere den vorderen Facialis-Stamm ausmacht; ausserdem sieht man hier zwei dicht aneinander liegende Venen, die sich bald zu einem Stamme vereinigen, und endlich das zweite Trigeminus-Ganglion. An der medialen Seite des Auges und weiter caudalwärts im Oberkieferfortsatze läuft eine riesige von Blut prall gefüllte Vene, welche sich caudalwärts der ventro-lateralen Labyrinthwand immer mehr nähert, um sich schliesslich hart an dieselbe zu legen.

Die Anlage der Körpermuskulatur tritt in dieser Serie noch deutlicher als in der vorigen hervor.

Zwischen dem ventralen Rande der Labyrinthkapsel und dem Occipitale laterale bemerkt man eine weite Öffnung, welche das grosse, birnförmige zweite Trigeminus-Ganglion durchlässt. An einigen Schnitten kann man deutlich zwei Wurzeln in das Ganglion eintreten sehen. Von diesem erstreckt sich ein Ast in den Oberkieferfortsatz hinein, indem er zuerst lateralwärts läuft und sich dann um ein rundes Muskelbündel herum ventralwärts

biegt; das ist der *R. supramaxillaris n. trigemini*. Neun Schnitte caudalwärts von der Austrittsöffnung des zweiten Trigemini-Ganglions und medialwärts von dem aus ihm hervorgehenden Nervenstamm erscheint ein zweites, kleineres Ganglion, dessen Wurzelfäden eine besondere feine Öffnung in der knorpeligen Schädelswand durchziehen. Dieses Ganglion gehört unzweifelhaft dem *N. facialis* an. Zwischen ihm und dem *R. inframaxillaris* schiebt sich für eine kurze Strecke (drei Schnitte) ein Ast der *A. carotis interna* hinein. Das Ganglion faciale sendet sogleich unter einer bogenförmigen Krümmung ventralwärts einen Ast aus, welcher längs der *A. carotis interna* oralwärts verläuft. Das ist der vordere Facialis-Stamm oder der *Ramus palatinus*. Der andere oder hintere Facialis-Stamm nimmt dann die mehrmals erwähnte, charakteristische Lage zwischen der *A. carotis interna* und der *V. jugularis*, welche lateralwärts von demselben liegen, und der ventro-lateralen Kapselwand medianwärts, ein. Nun beginnt in dieser Wand folgende Veränderung einzutreten.

Zuerst verdünnt sich die Wand gegenüber dem lateralwärts hervorragenden, bläschenförmig erweiterten oberen Ende des Ductus cochlearis. Der Vorknorpel wird bald durch einen schmalen Blastemstreifen ersetzt. Dasselbe kommt etwas später auch an einer anderen mehr dorsalwärts gelegenen Stelle derselben Wand zum Vorschein. Zwischen den also verdünnten Stellen der Wand bleibt ein Stück des Vorknorpels, gerade gegenüber dem hinteren Facialis-Stamme übrig. Zugleich nimmt das Blastem an der zuletzt besprochenen dünnen Stelle an Menge zu und dringt in das Innere des Kapselraumes hinein, das embryonale Bindegewebe hier verdrängend. In der Mitte dieses intrakapsulären Blastems, neben dem beschriebenen Reste der vorknorpeligen Wand, erscheint nun die Columella-Anlage in Gestalt einer gelben, von einem dichten, roten Blastemkranz umgebenen Kugel aus Vorknorpel (Fig. 5). Diese Kugel zieht sich immer mehr latero-caudalwärts, steht jedoch noch eine Strecke mittels einer roten Blastemmasse in Verbindung mit der Kapselwand, wo die Öffnung sich bald wieder schliesst. In gleicher Flucht erscheint in der medialen Kapselwand eine kleine Öffnung, durch welche der *N. glossopharyngeus* hineindringt, um den Kapselraum in caudo-lateraler Richtung durchzuziehen, durch dieselbe Öffnung, wie

die Columella hervorzutreten und sich weiter caudalwärts mit dem ventralen Zweige des hinteren Facialis-Stammes zu vereinigen. Dieser Nervenstamm hat sich nämlich kurz vor dem Erscheinen der Columella-Anlage in der Serie in zwei beinahe gleich grosse Äste geteilt, einen dorsalen und einen ventralen, von denen dieser, wie früher erwähnt, die Columella und die V. jugularis, jener aber die A. carotis interna caudalwärts begleitet.

Dorso-lateralwärts von der Columella beginnt im 25. Schnitte, vom caudalen Ende des Labyrinths gerechnet, der ovale Querschnitt des aus Vorknorpel bestehenden Quadratum hervorzutreten. Zugleich erscheint im ventralen Ende des Kieferbogens der Meckel'sche Knorpel. Von der das Quadratum umgebenden Blastemkapsel strecken sich Muskelbündel ventralwärts in den Unterkiefer hinein; zwischen ihnen bemerkt man Querschnitte des dritten Trigeminus-Astes.

Caudalwärts nähern sich die Columella und das Quadratum immer mehr, bis sie dicht nebeneinander zu liegen kommen. Dann erscheint innerhalb der Blastemkapsel der Columella, an deren lateralen Seite, eine rote Blastemmasse, die sich nur undeutlich von der eigentlichen Columella abgrenzt, umsomehr, als die Columella selbst gegen ihr hinteres Ende ebenfalls in Blastem übergeht. Zusammen bilden sie eine herzförmige Figur, die durch eine feine Spalte vom Quadratum getrennt ist. Dieses Verhältnis ist jedoch nur eine kurze Strecke, etwa in acht Schnitten zu sehen. Ich halte die fragliche, der Columella deutlich zugehörige Blastemmasse für die Anlage des sogenannten Stylohyale, ein kleines, birnförmiges Knorpelstück, das man in späteren Stadien zwischen der Columella und dem Quadratum eingeschoben findet.

In den fünf letzten Schnitten der Serie sieht man den nunmehr in seiner ganzen Länge getroffenen, blutegelförmigen Meckel'schen Knorpel, welcher sich mittels einer dünnen Lage von Blastem mit dem Quadratum verbindet.

Dicht am hinteren Ende der Ohrkapsel tritt durch eine weite Öffnung ein aus zwei Wurzeln gebildeter Nerv aus dem Rückenmark heraus; kurz darauf sieht man einen feinen Nerv aus dem ventralen Teil des Rückenmarks heraustreten, eine besondere feine Öffnung durchziehen, um sich weiter lateralwärts mit dem vorigen Nerven zu verbinden. Diese Nerven sind Accessorio-vagus und hypoglossus.

Fünfzehn Schnitte caudalwärts vom hinteren Ende des Columella-Stieles erscheint in der Serie das vordere Ende der Zungenbein-Anlage, welche in diesem Stadium aus Vorknorpel besteht.

Von den obigen Beobachtungen sind folgende hervorzuheben:

1. In dieser Serie erkennt man besonders deutlich, dass dem Facialis ein eigenes, vom zweiten Trigeminus-Ganglion getrenntes Ganglion zukommt.

2. Das vordere mediale Ende oder die Fussplatte der Columella ist innerhalb der Labyrinthkapsel gelegen, von einem dicken Blastemmantel umgeben.

3. Zum ersten Mal erscheint hier das Blastem des Stylohyale als ein Auswuchs von der lateralen Seite der Columella.

Beschreibung des Modells.

Die Ohrkapsel zeigt in diesem Stadium eine birnförmige, in transversaler Richtung ein wenig abgeplattete Gestalt, an der man, um die folgende Beschreibung zu erleichtern, eine von oben nach unten konkave mediale, eine konvexe dorso-laterale und eine ebenfalls konvexe ventro-laterale Seite unterscheiden kann. Die Wände des Labyrinths sind noch nicht allenthalben verknorpelt. Es gibt nämlich hier und da einige Lücken in der Knorpelkapsel. Die grösste liegt dorsalwärts von dem grossen Loch für das Ganglion acusticum und greift noch etwas auf die dorso-laterale Seite über. Am abgerundeten, hinteren Ende der Ohrkapsel sieht man zwei kleinere Lücken. Die knorpeligen Wände sind ziemlich eben.

Betrachtet man das Modell zuerst von der medialen Seite, so kann man, von vorn nach hinten gehend, folgendes bemerken. Unmittelbar ventral vom vorderen Ende der Ohrkapsel erblickt man ein grosses Loch für das zweite Trigeminus-Ganglion, das sogenannte Foramen ovale pro n. trigemino, mit zwei in das Ganglion hineintretenden Wurzeln, einer dickeren dorsalen und einer dünneren ventralen. Kurz danach tritt das Ganglion acusticum auf, welches durch ein grosses Loch in der medialen Kapselwand, das sogenannte Foramen pro n. acustico, in das Innere des Labyrinths hineindringt. Zwei Zentimeter weiter caudalwärts,

in der Höhe des besagten Ganglions, sieht man eine sehr kleine Öffnung, die vom N. glossopharyngeus durchzogen wird. Dieser Nerv durchläuft dann den Binnenraum der Labyrinthkapsel in latero-caudaler Richtung, um durch das ovale Fenster neben der Columella hervorzutreten, an deren medialen Seite weiter zu verlaufen und sich schliesslich mit dem ventralen Zweige des hinteren Facialis-Stammes zu verbinden. Etwa zwei Zentimeter weiter caudo-ventralwärts findet sich eine runde Öffnung mit einem Durchmesser von etwa 7 mm, die in das Labyrinth hineinleitet. Derselben gegenüber liegt das ovale Fenster. In dieser Weise entsteht ein kurzer, weiter Kanal, der vom N. glossopharyngeus in schiefer Richtung durchzogen wird. Caudalwärts vom hinteren Ende der Ohrkapsel sieht man drei Nervenwurzeln durch eine Öffnung in der knorpeligen Schädelwand, das Foramen jugulare, heraustreten; zwei von diesen Wurzeln vereinigen sich schon in der genannten Öffnung, der dritte verbindet sich weiter lateralwärts mit den übrigen zu einem gemeinsamen Stamme, den ich als den N. accessorio-vagus und -hypoglossus auffasse.

An der dorso-lateralen Wand ist nichts zu bemerken.

Zunächst der ventro-lateralen Wand liegen die grösseren Gefässe und Nerven. In derselben Wand findet sich eine eiförmige Öffnung, das Foramen vestibulare, welche von der Fussplatte der Columella zum grössten Teil ausgefüllt wird, während der Stiel derselben in der Richtung nach hinten, aussen und unten, zwischen den beiden Zweigen des hinteren Hauptstammes des N. facialis gelegen, weiter verläuft. Am meisten nach vorn sieht man den hinteren Teil einer überaus grossen S-förmig gekrümmten „Vene“, welche, wie die Schnittserie belehrt, unmittelbar medialwärts vom Auge gelegen ist und sich dann in den Oberkieferfortsatz hinein erstreckt. Diese Vene benenne ich, nach dem Vorschlage von Rathke (Nr. 5, p. 55), V. facialis. Caudalwärts nähert sie sich der Ohrkapsel und nimmt eine von vorn und innen kommende Vene, die V. cerebralis, auf. Der so gebildete Venenstamm, die V. jugularis, läuft dann dorsal über der Columella, dicht an der Wand der Ohrkapsel, bis zu deren hinteren Ende, wo er sich in zwei beinahe gleich dicke Äste zu spalten scheint, die in entgegengesetzter Richtung auseinandergehen, der eine Ast ventro-lateralwärts, der andere medialwärts. Jener Ast, der Haupt-

stamm, wird an seiner medialen Seite vom N. accessorio-vagus begleitet; längs seiner vorderen Seite läuft der dorsale Zweig des hinteren Facialis-Stammes. Ventral von der V. jugularis, derselben ziemlich parallel und dicht an der Schädelwand gelegen, läuft eine grosse Arterie, die A. carotis interna. Etwa der Mitte der Labyrinthkapsel entsprechend, nimmt sie einen dicken Ast auf, welcher zuerst längs dem dorsalen Rande der V. facialis verläuft, um dann unter einer knieförmigen Krümmung medialwärts in die Hauptarterie einzumünden.

Von den Nerven erblickt man zuerst das zweite Trigeminus-Ganglion. Aus diesem gehen zwei dicke Äste ab. Der eine, der R. supramaxillaris, läuft zuerst lateralwärts, macht dann eine rechtwinkelige Krümmung ventralwärts um ein in sagittaler Richtung verlaufendes Muskelbündel und legt sich schliesslich dicht an die hintere Wand der V. facialis, wo er noch einen Seitenast ventro-lateralwärts abgibt.

Der andere und dickere Trigeminus-Ast, der R. infra-maxillaris, läuft caudo-lateralwärts und teilt sich später in drei Zweige.

Der N. facialis scheint seinen Ursprung aus dem zweiten Trigeminus-Ganglion, nahe dessen hinterem Ende, zu nehmen. Er spaltet sich unmittelbar in zwei auseinandergehende Haupt-Stämme. Der eine, Ramus anterior s. palatinus, läuft oro-ventralwärts zwischen der A. carotis interna s. cerebralis und der ihr parallelen Vena cerebralis. Der hintere Haupt-Stamm spaltet sich, etwa 7 mm bevor er den Columella-Stiel erreicht, in zwei diesen später zwischen sich fassende Zweige, von denen der obere die Columella an ihrer lateralen Seite kreuzt, läuft dann nach einer bogenförmigen Krümmung ventro-lateralwärts dicht am dorsalen Rande der Columella, zwischen ihr und dem mit ihr gleichlaufenden Haupt-Stamme der V. jugularis. Der andere Facialis-Zweig läuft längs der ventralen Seite des Columella-Stieles und verbindet sich mit dem an dessen medialer Seite verlaufenden N. glossopharyngeus. Der gemeinsame Stamm dieser Nerven verbindet sich ferner, gerade am hinteren Ende der Columella, mit dem N. accessorio-vagus, welcher, wie gesagt, caudalwärts von der Ohrkapsel hervortritt und die mediale Seite der V. jugularis begleitet.

Serie V.

Das Äussere des Embryos.

Die Länge des in etwas mehr als zwei Windungen zusammengerollten Embryos beträgt 15 mm. Die Spitze des Unterkiefers erreicht eine senkrechte Linie, welche man sich durch das Nasen grubchen gezogen denken kann. Im Munde bemerkt man die zweigespaltene Zunge. Die Haut zeigt in den Seitenregionen eine Schattierung in der Querrichtung, Die Rückenseite scheint dagegen glatt und ohne alle Zeichnung zu sein. Die Anlagen der hinteren Giedmassen sind von warzenförmiger Gestalt, etwas grösser als im vorigen Stadium.

Beschreibung der Serie.

Das Gehörorgan, einschliesslich der ganzen Columella, umfasst in dieser Serie 105 Schnitte.

Das Labyrinth zeigt sich aus folgenden Schichten zusammengesetzt. Äusserst der Peripherie zu liegt eine dünne Hülse von Blastem, d. h. ein Perichondrium, welches eine relativ dicke Kapsel aus Vorknorpel umschliesst und innerhalb dieser letzteren liegen dann die epithelialen Teile, in embryonalem Bindegewebe eingebettet.

Von den umgebenden Organen ist folgendes zu bemerken.

In den ersten Schnitten, von vorn aus gerechnet, bemerkt man zwei Nervenquerschnitte. Der eine liegt unmittelbar lateral vom Rathke'schen Schädelbalken; er vereinigt sich caudalwärts mit dem zweiten Trigemini-Ganglion. Durchmustert man die Serie, so findet man, dass er von diesem Ganglion nach vorn verläuft, um sich mit dem Ramus palatinus n. facialis zu verbinden; er bildet also einen Ramus recurrens ad n. facialem. Der andere Ast liegt mehr dorsalwärts, dicht neben dem Rückenmark, zwischen dem genannten Knorpelbalken und der Spitze der Labyrinthkapsel; er senkt sich etwas früher in die dorsale Trigemini-Wurzel ein. Es ist der Ramus ophthalmicus n. trigemini. Vom zweiten Trigemini-Ganglion geht ein dicker Ast ab, der anfangs lateralwärts verläuft, sich dann aber unter einem rechten Winkel um ein dichtes, ovales Muskelbündel schlingt, um nunmehr eine Richtung ventralwärts anzunehmen und im Oberkieferfortsatze zu endigen. Dann dringen kleinere Äste in die ventralwärts vom Ganglion gelegenen Muskelbündel hinein. Die Austrittsöffnung

für den N. trigeminus im Knorpelbogen schliesst sich nun, aber nur für eine kurze Strecke, denn sechs Schnitte weiter caudalwärts öffnet sich ein neues Loch, welches von Nervenfäden durchzogen wird, die vom Gangl. acusticum herauszugehen und in das hintere Ende des zweiten Trigeminus-Ganglions einzumünden scheinen. Von hier biegt sich ein Teil der Fäden ventralwärts um; das ist der vordere Ast oder Ramus palatinus nervi facialis. Nach dem Verschwinden des genannten Ganglions bleiben zwei Nervenquerschnitte, die aus demselben hervorgegangen sind, übrig, ein grösserer lateraler, der Querschnitt des dritten Trigeminus-Astes, und ein kleinerer medialer, der des hinteren Facialis-Stammes.

In dieser Serie treten die ersten Spuren von Belegknochen auf, so z. B. an der ventro-lateralen Seite des Meckel'schen Knorpels und am lateralen Winkel der Labyrinthkapsel, das Squamosum.

Etwa in der Mitte der Serie erscheint die Columella. Man bemerkt zuerst, wie sich die ventro-laterale Kapselwand gegenüber der V. jugularis immer mehr verdünnt; die so entstandene Öffnung wird zuerst durch eine kugelige Blastemmasse und bald darauf durch die aus Vorknorpel bestehende Columella eingenommen. Zugleich spaltet sich der hintere Facialis-Stamm in seine zwei vorher erwähnten Zweige. Am lateralen Winkel der Labyrinthkapsel, dicht neben und ventro-lateral von dem Squamosum, erscheint dann das knorpelige Quadratum.

Noch weiter nach hinten zu durchzieht ein vom Gehirn austretender feiner Nerv, der N. glossopharyngeus, die ventrale Spitze des Labyrinths und nähert sich mehr und mehr dem ventralen Facialis-Zweige, bis sie sich endlich weiter caudalwärts miteinander verbinden. Medialwärts von dem hinteren Ende der Labyrinthkapsel erscheint dann ein neues Ganglion, welches dem N. accessorio-vagus angehört.

Indessen hat sich die Columella dem Quadratum allmählich genähert. Zwischen beiden erscheint eine rundliche Blastemmasse, die Anlage des Stylohyale.

Von den obigen Beobachtungen ist nur das Auftreten von Belegknochen besonders hervorzuheben.

Beschreibung des Modells.

Die knorpelige Labyrinthkapsel zeigt in diesem Stadium keine Defekte mehr. Ihre Wände sind an einigen Stellen hervorgewölbt, an anderen eingesunken, ein Verhältnis, das durch die Entwicklung der Bogengänge bedingt ist.

Betrachtet man das Modell zuerst von der medialen Seite, so bemerkt man, dass sein vorderstes Drittel eine beträchtliche Einsenkung zeigt, der eine ähnliche an der lateralen Seite entspricht, wodurch die Umrisse des vorderen, sagittalen Bogenganges ziemlich gut hervortreten. Ventralwärts von der Spitze der Labyrinthkapsel liegt das zweite Trigeminus-Ganglion. Mit der dorsalen Wurzel des Ganglions verbindet sich ein von vorn kommender dicker Nervenstamm, der erste Trigeminus-Ast. Aus dem ventralen Rande des Gangl. acusticum scheint ein Nerv herauszutreten, der, in ventro-lateraler Richtung verlaufend, eine besondere nahe liegende Öffnung in der knorpeligen Schädelkapsel durchzieht, um sich an der lateralen Seite derselben in das caudale Ende des zweiten Trigeminus-Ganglions einzusenken. Es ist der N. facialis. Etwa drei Zentimeter dorsalwärts von dem Gangl. acusticum liegt eine runde Öffnung mit einem Durchmesser von etwa 5 mm; sie wird, wie die Schnittserie belehrt, vom Labyrinthanhange durchgezogen. Dann folgt weiter nach hinten das kleine Loch für den N. glossopharyngeus und dann etwa 1 cm caudo-ventralwärts eine grössere Öffnung, die in den früher erwähnten kurzen Kanal hineinleitet. Dicht am caudalen Ende der Labyrinthkapsel liegt ein kleines Ganglion, das Gangl. radialis n. vagi; die aus demselben heraustretenden Nervenfasern durchlaufen eine enge Öffnung, vereinigen sich an der lateralen Seite mit dem N. glossopharyngeus und dann mit einem 7 mm weiter kaudalwärts die Schädelwand durchziehenden Nerven, dem N. hypoglossus.

An der ventro-lateralen Seite der Labyrinthkapsel erblickt man die V. jugularis, welche durch den Zusammenfluss von zwei Venen, einer grösseren ventro-lateralen, der V. facialis, und einer kleineren medialen der V. cerebialis, gebildet wird. In dem Winkel zwischen diesen Venen liegt ein Teil der A. carotis. In der Höhe des hinteren Endes der Labyrinthkapsel geht von dieser Arterie ein dicker Ast dorsalwärts ab, während die V. jugularis in derselben Höhe noch keine Teilung zeigt. Von dem zweiten

Trigeminus-Ganglion gehen zwei dicke Äste ab, der eine Ast unmittelbar vom vorderen, der andere vom hinteren Ende desselben; es sind die Rr. supra- et inframaxillaris. Jener läuft vor dem eben erwähnten Venenwinkel in einem Bogen zuerst ventral-dann medialwärts; dieser geht 4 cm weiter caudalwärts ab, entsendet einen Muskelzweig, der sich von aussen und unten um die A. carotis interna herumwindet, während er selbst caudo-lateralwärts verläuft und sich in mehrere kleinere Äste teilt. Der hintere Hauptstamm des N. facialis teilt sich in seine zwei Äste etwa $1\frac{1}{2}$ cm vor dem Columella-Stiele, verhält sich übrigens wie vorher.

Der N. glossopharyngeus tritt hier nicht durch das ovale Fenster heraus, sondern durch eine besondere, $\frac{1}{2}$ cm weiter caudalwärts gelegene Öffnung.

In diesem Modell ist das knorpelige Quadratum und das mit ihm verbundene Stück des Meckelschen Knorpels rekonstruiert worden. Das Quadratum hat die Gestalt eines von vorn nach hinten ein wenig abgeplatteten Zylinders; sein oberes Ende ist abgerundet und etwas vornüber gekrümmt, die Base bildet eine in transversaler Richtung ausgehöhlte Gelenkfläche zur Verbindung mit dem Meckel'schen Knorpel, an welchem die entsprechende Gelenkfläche in derselben Richtung konvex ist; der Krümmungsradius derselben ist jedoch ein wenig kleiner als der für die Gelenkfläche des Quadratum, wodurch seitwärts kleinere Zwischenräume zwischen den Gelenkflächen entstehen. Die Columella verhält sich wie im vorigen Modell.

Serie VI.

Das Äussere des Embryo.

Die Länge des zusammengerollten Embryos beträgt 24 mm. Der Unterkiefer von derselben Länge wie der Oberkiefer. Die Bauchseite zeigt regelmässige, leistenförmige Erhebungen in der Quere, die Seiten- und Rückenflächen mosaikartig angeordnete, weissliche Wärzchen, durch dunklere Linien voneinander getrennt. Die Anlagen der hinteren Gliedmassen sind zu einer Länge von etwa 1,5 mm angewachsen.

Beschreibung der Serie.

Das Gehörorgan umfasst 133 Schnitte. Die Labyrinthkapseln bestehen aus reifem, embryonalem Knorpel. Der Verknöcherungsprozess ist weiter fortgeschritten, die Zahnanlagen sichtbar.

In den ersten Schnitten der Serie bemerkt man an der lateralen Seite des Gehirns je eine bogenförmig gekrümmte Knochenlamelle, welche am vorderen Ende des Labyrinths endigt. Es ist der Querschnitt des Parietale. Medial von diesem Knochen bemerkt man jederseits ein Ganglion und als dessen Fortsetzung einen Nervenquerschnitt, welcher sich später mit der dorsalen Trigeminus-Wurzel verbindet. Es ist der *R. ophthalmicus n. trigemini*. Latero-dorsalwärts von demselben liegt der Querschnitt des zweiten Trigeminus-Astes oder des *R. supramaxillaris*, der später in das vordere Ende des zweiten Trigeminus-Ganglions übergeht. Verfolgt man den *R. supramaxillaris* von hier an eine kurze Strecke oralwärts, so sieht man wie er sich, im 13. Schnitte nach vorn hin oder auf andere Weise ausgedrückt, gerade in derselben frontalen Ebene wie das vordere Ende der Labyrinthkapsel in zwei Äste teilt, einen kleineren dorsalen und einen ein wenig grösseren ventralen, von welchem dieser sich um ein sagittales Muskelbündel, das dem *M. parietali-quadrato-mandibularis* zuzugehören scheint, ventralwärts umbiegt; unmittelbar lateralwärts stösst er während dieser bogenförmigen Krümmung an die grossen Gefässe, *A. carotis interna* und *V. jugularis*. Ich erwähne diese Beobachtung aus dem Grunde, weil ich dieses Verhältnis nur in den zwei ersten, von mir angefertigten Rekonstruktionsmodelle der Ser. IV und V wiedergegeben finde. Den weiteren Verlauf dieser Nervenäste zu schildern gehört nicht zur Aufgabe dieser Untersuchung. Die zuerst aus dem Ganglion heraustretenden zwei Äste verlaufen ventralwärts zu den zwei sagittal verlaufenden Muskeln, deren Querschnitte den Raum zwischen dem Unterkiefer und dem ventralen Rande der Labyrinthkapsel nebst dem *Occipitale basilare* ausfüllen. Diese Muskeln sind durch einen Belegknochen, das *Pterygoideum* (?), von einander getrennt; ventralwärts grenzen sie an die Schlundhöhle. Die sichere Bestimmung dieser Muskeln ist mir nicht gelungen, trotz aller darauf gerichteten Bestrebungen. Vermutungsweise darf ich sie als *M. parietali-quadrato-mandibularis* und *M. pterygo-sphenoidalis anterior* bezeichnen. Das Foramen pro *n. trigemino* schliesst sich dann, aber nur für eine kurze Strecke, 6 Schnitte. Dann öffnet sich ein neues Loch, durch welches die Wurzelfasern des *N. facialis* dicht am Ganglion acusticum vorbei zum hinteren Ende des zweiten Trigeminus-Ganglions verlaufen. Ein Teil dieser

Nervenfasern macht eine knieförmige Krümmung ventralwärts (Fig. 6). Es ist der vordere Facialis-Stamm. Der übrige Teil der Fasern dieses Nerven läuft caudalwärts als scheinbare Fortsetzung des zweiten Trigeminus-Ganglions, den hinteren Hauptast des N. facialis bildend. Der dritte Trigeminus-Ast zieht sich allmählich mehr latero-ventralwärts, indem er dem M. parietali-quadrato-mandibularis mehrere Zweige abgibt, und dringt endlich unter dem Namen N. alveolaris inferior durch ein grosses Loch in den Unterkiefer-Kanal hinein. Der Meckel'sche Knorpel ist nämlich hier von Belegknochen ringsum eingeschlossen, weiter oralwärts aber nimmt ihre Zahl ab, bis endlich ein einziger Belegknochen an der lateralen Seite des Knorpels übrig bleibt. Die zwei Äste, in welche der hintere Facialis-Stamm sich spaltet, zeigen ein verschiedenartiges mikroskopisches Aussehen, indem der ventrale Ast heller und feinfaseriger aussieht als der dorsale Ast, der zugleich ein wenig dicker ist.

Lateralwärts von den eben genannten Nerven erscheinen mehrere Lymphräume, die caudalwärts an Grösse beträchtlich zunehmen und sich um die fraglichen Organe schlingen.

Die Columella verhält sich wie bei dem vorigen Embryo. Zwischen ihr und dem Quadratum erscheint das Stylohyale, anfangs der inneren Fläche des letzteren dicht anliegend, von der Columella aber durch eine feine Spalte getrennt, später zieht sich das Stylohyale mehr dorso-medialwärts, legt sich dicht an die Columella und wird von derselben Blastem-Kapsel wie diese eingeschlossen. Das Stylohyale besteht nur in seinem zentralen Teil aus Vorknorpel, welcher von einer Kapsel aus Blastem umgeben wird. Am hinteren Ende der Columella spaltet sich der sie begleitende Facialis-Ast in zwei Zweige, von welchen der eine sich in den M. occipito-quadrato-mandibularis hineinsenkt, der andere aber eine Strecke weit längs der lateralen Seite der V. jugularis läuft, dann eine knieförmige Krümmung ventro-lateralwärts macht und sich hart an die mediale Seite des Meckel'schen Knorpels legt (Fig. 7). (Betrachtet man den Schädel des erwachsenen Tieres, so sieht man an der inneren Seite des Unterkieferknochens, nahe dessen hinteren Rande, eine der soeben angedeuteten Stelle entsprechende Öffnung, die in einen feinen Kanal hineinleitet.) Von hier aus kann man in der Schnittserie diesen Facialis-Zweig, den ich als die Chorda tympani

auffasse, caudalwärts nicht mehr verfolgen. Wenn man aber die Serie in der entgegengesetzten Richtung, d. h. oralwärts, mit gespannter Aufmerksamkeit durchmustert, so kann man an der medialen Seite des Meckel'schen Knorpels einen sehr feinen Nervenquerschnitt eine lange Strecke weit verfolgen. Dann sieht man den N. alveolaris inferior in den Unterkieferkanal hineindringen und sich an den dorsalen Rand des genannten Knorpels legen. Weiter oralwärts spaltet sich der genannte Nerv in zwei Äste, welche die mediale und die laterale Seite des Meckel'schen Knorpels umschlingen. Der mediale von diesen Ästen verbindet sich mit der Chorda tympani. Die beiden Äste des N. alveolaris inferior dringen dann durch ein Loch im Unterkieferknochen in den Boden der Mundhöhle hinein und vereinigen sich mit zwei dort verlaufenden Nerven; innerhalb des Unterkieferknochens bleibt nur ein kleiner Nervenzweig dorso-lateralwärts übrig.

Caudalwärts vom Labyrinth sieht man ein Bündel von Nervenfasern aus dem ventralen Teile des verlängerten Markes heraustreten, eine kleine Öffnung in der Knorpelkapsel durchziehen und sich mit dem Stamme der vereinigten Nn. glossopharyngeus und accessorio-vagus verbinden; es ist der N. hypoglossus. Zugleich erscheint in dem gemeinsamen Nervenstamme, unmittelbar dorsalwärts von der A. carotis, ein grosses peripherisches Ganglion, das man in etwa 16 Schnitten caudalwärts verfolgen kann, d. h. die Länge des Ganglions beträgt etwa $\frac{1}{4}$ mm. Ich möchte dieses als das sogenannte Ganglion cervicale supremum auffassen.

Von den in dieser Serie erwähnten Tatsachen ist besonders hervorzuheben das Verhalten des als Chorda tympani bezeichneten Facialis-Zweiges (S. 81).

Beschreibung des Modells.

Die Verhältnisse, die erst in diesem Modell hervortreten oder von den vorher beobachteten in irgend einer Hinsicht abweichen, sind hauptsächlich folgende:

Die knorpelige Labyrinthkapsel hat die Gestalt einer freilich nicht regelmässigen dreiseitigen Pyramide mit einer caudalwärts gekehrten, kleinen Grundfläche. Die Umrisse aller drei Bogengänge treten sehr deutlich hervor, besonders die des vorderen

sagittalen Bogenganges, weil die Kapselwände unterhalb desselben zusammengefallen sind.

Betrachtet man die mediale Seite, von vorn beginnend, so sieht man zuerst das hintere Ende eines, das Gehirn lateralwärts begrenzenden Belegknochens; es ist wahrscheinlich das Parietale. Zwischen ihm und dem knorpeligen Labyrinth ist ein Zwischenraum, in dem man das grosse zweite Trigeminus-Ganglion und eine dieses beinahe umschlingende Vene liegen sieht. Dicht an der lateralen Seite des genannten Belegknochens läuft ein dicker Nervenstamm, der, von vorn kommend, sich in das besagte Ganglion hineinsenkt; es ist der *R. supramaxillaris n. trigemini*. An der medialen Seite desselben Belegknochens erblickt man den ebenfalls sagittal caudalwärts verlaufenden ersten Trigeminus-Ast, den *R. ophthalmicus*. Der *N. glossopharyngeus* zieht hier nicht durch das früher erwähnte kleine Loch, sondern durch die caudo-ventralwärts davon gelegene weitere Öffnung, die im Modell eben für die Endphalange des kleinen Fingers durchgängig ist.

In der Mitte der dorso-lateralen Seite bemerkt man ein rundes Loch mit einem Durchmesser im Modell von etwa 6 mm. Dieses Loch bildet die Durchtrittsöffnung eines Gefässes. Im übrigen gibt es hier nichts Bemerkenswerthes.

Vom hinteren Drittel des zweiten Trigeminus-Ganglions, dicht am Occipitale basilare, zwischen ihm und der *A. carotis interna*, entspringen zwei Nerven, die in ventro-oraler Richtung verlaufen. Der hintere ist, wie die Schnittserie zeigt, der vordere Hauptast des *N. facialis* oder dessen *Ramus palatinus*, der vordere stellt sich als ein *Ramus recurrens n. trigemini* zu eben diesem *Facialis*-Aste heraus. Gerade diesen Nerven gegenüber entspringt aus der lateralen Seite des Ganglions der sehr dicke *N. inframaxillaris*, der in einem Bogen ventro-lateralwärts läuft, indem er die *A. carotis* von oben und aussen umschlingt. Er entsendet zwei Zweige, den einen grösseren oralwärts längs der lateralen Seite der *A. carotis interna*, den anderen ventralwärts. Der hintere Hauptast des *N. facialis* scheint im Modell, wie früher schon bemerkt wurde, vom hinteren Ende des zweiten Trigeminus-Ganglions hervorzutreten. Nach einem Verlaufe von 2,5 cm spaltet er sich in zwei Zweige, einen ventralen, den *R. communicans cum n. glossopharyngeo*, und einen dorsalen, über den *Columella*-Stiel verlaufenden, welchen ich, mit Bezug auf seinen weiteren Verlauf,

als einen Ramus chordo-muscularis bezeichnen möchte. Dieser Zweig spaltet sich nämlich, gerade dem hinteren Ende des Columella-Stieles und dem entsprechenden Ende der knorpeligen Labyrinthkapsel gegenüber, in zwei feinere Zweige, einen dorso-caudalwärts verlaufenden Muskelzweig und die Chorda tympani, welche letztere, in einem Bogen ventro-oralwärts verlaufend, sich dicht an die mediale Fläche des Meckel'schen Knorpels anlegt. Der Columella-Stiel ist an Länge ansehnlich gewachsen. Zwischen ihm und der Mitte des Quadratum, nahe dessen hinteren Rande, liegt ein kleiner eiförmiger Knorpel, das Stylohyale eingeklemmt. Das Quadratum ist der Länge nach leicht S-förmig gekrümmt, in der oberen Hälfte zeigt es sich in transversaler Richtung ein wenig abgeplattet, während seine untere Hälfte ziemlich rund ist. Die in querer Richtung konkave Gelenkfläche des Quadratum überragt auch hier nach beiden Seiten hin die in derselben Richtung konvexe Gelenkfläche des Meckel'schen Knorpels.

Serie VII.

Das Äussere des Embryos.

Die Länge des zusammengerollten Embryos beträgt 27 mm. Die Anlagen der hinteren Gliedmaßen haben etwa 2 mm Länge. Die äusseren Körperformen verhalten sich übrigens wie bei dem vorigen Embryo.

Beschreibung der Serie.

Diese Serie zeigt im wesentlichen dasselbe Bild wie die vorige. Hinzuzufügen ist nur folgendes:

Innerhalb des Parietale bemerkt man hier ein Ganglion, welches man vom vorderen Ende des Labyrinths oralwärts in 20 Schnitten verfolgen kann; das ist das erste Trigemini-Ganglion, welches in die Bahn des R. ophthalmicus eingeschaltet ist. Caudalwärts von der Eintrittsöffnung des N. alveolaris inferior in den Unterkieferkanal bemerkt man nur einen einzigen feinen Nervenquerschnitt im Innern des Knochens, an der medialen Seite des Meckel'schen Knorpels; es ist die Chorda tympani. In der Wurzel des N. glossopharyngeus bemerkt man eine kleine Gruppe von Nervenzellen. Gleichzeitig mit dem Stylohyale erscheint in der Serie auch das vordere Ende des Zungenbeins, welches aus Vorknorpel aufgebaut ist, während das Stylohyale noch grössten-

teils aus Blastem, nur sein zentraler Teil aus Vorknorpel besteht.

In der knorpeligen Kapsel rings um das verlängerte Mark und das Rückenmark herum bemerkt man teils sehr dünne, vom Perichondrium aus gebildete Knochenlamellen teils im Innern des Knorpels eine Zerstörung des Gewebes durch eingedrungene Blutgefäße. Im übrigen gibt es hier nichts besonders Bemerkenswertes.

Von dieser Serie ist kein Modell angefertigt worden, hauptsächlich aus dem Grunde, weil sie hinsichtlich der Entwicklung der vorigen Serie sehr nahe steht.

Serie VIII.

Das Äussere des Embryos.

Wenn man die Körperlänge des Embryos in gestrecktem Zustande annähernd zu bestimmen sucht, so kommt man zu einem Maße von 112 mm. In dem weit offenen Munde erblickt man die Zunge. Die mosaikartige Zeichnung der Rückenseite greift nunmehr auch auf den Kopf über. Die Anlagen der hinteren Gliedmaßen sind zu einer Länge von 5 mm angewachsen.

Beschreibung der Serie.

Das Gehörorgan umfasst 151 Schnitte. In der von dichtem Bindegewebe ausgefüllten Öffnung zwischen dem ventralen Ende des knorpeligen Labyrinths und dem Sphenoideum basilare sieht man die Querschnitte von zwei Nervenzweigen, die sich weiter caudalwärts mit einander verbinden, um sich endlich in das zweite Trigemini-Ganglion einzusenken. Verfolgt man diese Nervenzweige oralwärts, so findet man, dass der eine Zweig sich mit dem vorderen Facialis-Stamme verbindet, also einen Ramus recurrens ad N. facialem bildet, während der andere Zweig sich in den lateralen von den zwei Muskelquerschnitten, die man zwischen dem Pterygoideum und dem Sphenoideum basilare bemerkt (*M. pterygo-sphenoidalis anterior?*), einsenkt. Zwei Schnitte weiter caudalwärts von dem Punkte, wo sich die genannten Nervenzweige miteinander verbinden, tauchen aus der Mitte des medialen Muskelquerschnittes zwei neue Nervenzweige auf; sie vereinigen sich dann zu einem Stamme, welcher sich ebenso in das zweite Trigemini-Ganglion einsenkt, oder genauer ausgedrückt, in den

dicht an diesem liegenden Querschnitt des R. inframaxillaris. An der Ohrkapsel zeigt sich die erste Spur der Verknöcherung als eine von dem Perichondrium stellenweise gelieferte dünne Lamelle, die zuerst an der ventralen Seite der Ohrkapsel erscheint. Von dieser Lamelle erhebt sich ein stachelförmiger Vorsprung; ein ähnlicher geht ihm gegenüber aus dem Sphenoideum basilare hervor. Zwischen diesen liegt teils eine sehr schmale Knochenbrücke, teils eine dichte Reihe von Bindegewebszellen, welche das Foramen trigemini lateralwärts begrenzen.

Von den zahlreichen grossen Lymphräumen des Kopfes sind besonders zwei zu erwähnen, welche an der ventro-lateralen Seite des Labyrinths liegen. Durch ihre Verbindung untereinander bilden sie einen bogenförmigen Lymphraum unmittelbar lateral von der A. carotis, der V. jugularis und dem hinteren Facialisstamme. Weiter caudalwärts sieht man diese Organe wie auch den hinteren Teil des Stieles der Columella nebst dem Stylohyale frei in dem Lymphraume liegen, nur von einer Scheide aus embryonalem Bindegewebe umgeben. Noch weiter caudalwärts verbindet sich dieser Lymphraum mit einem ähnlichen an der anderen Seite des Kopfes.

Die Fussplatte der Columella liegt so tief in das Labyrinth hineingesenkt, dass sie nebst einem Teil des Stieles innerhalb der Linie, welche die äussere Fläche des Labyrinths tangiert, zu liegen kommt.

Stellenweise bemerkt man eine beginnende Zerstörung des reifen embryonalen Knorpels und ein Hineindringen von Blutgefässen zwischen die vom Perichondrium gelieferten dünnen Knochenlamellen. Diesen Vorgang beobachtet man zuerst in der Mitte des Occipitale basilare, dann an dem Teil desselben Knorpels, welcher an das hintere Ende der Ohrkapsel grenzt. Das Quadratum hat eine beträchtliche Grösse erreicht. Das Stylohyale ist auch hier durch eine Spalte von der Columella getrennt. Das hintere Ende des Stylohyale verschmilzt mit dem hinteren Rande des Quadratum.

Im Übrigen sind die Verhältnisse dieselben wie in der vorigen Serie.

Beschreibung des Modells.

Weil dieses Rekonstruktionsmodell das vollständigste von allen meinen Modellen ist, erlaube ich mir noch zuletzt hier eine

erschöpfende und zusammenfassende Darstellung der früher beschriebenen Verhältnisse, besonders hinsichtlich der Gefässe und Nerven, zu geben.

Das Labyrinth zeigt in diesem Stadium eine sehr unregelmässige Form, die man vielleicht am besten mit der einer dreiseitigen Pyramide vergleichen könnte. An ihr kann man nämlich vier Wände unterscheiden: eine ventro-laterale, eine dorso-laterale, eine mediale und eine birnförmige, caudalwärts gerichtete Grundfläche, dazu drei sanft abgerundete Kanten, eine dorsale, eine ventrale und eine laterale; die Spitze ist stumpf, abgerundet und nach vorne gerichtet. Die Oberfläche des Labyrinths zeigt grosse Hervorragungen und Vertiefungen, die durch den Verlauf der häutigen Bogengänge bedingt sind.

Betrachtet man das Modell zuerst von der medialen Seite, so bemerkt man folgendes.

In der dorsalen Hälfte und am weitesten nach vorn findet sich eine grosse, tiefe Grube, die durch eine Einsenkung der Kapselwand zwischen dem vorderen, sagittalen und dem horizontalen Bogengänge gebildet zu werden scheint. In der Mitte der genannten Wand liegt die Öffnung zum Durchtritt für den Labyrinthanhang. Ventralwärts vom vorderen Drittel des Labyrinths sieht man die mediale Seite des zweiten Trigeminalganglions mit seinen zwei Wurzeln, einer dickeren dorsalen und einer feineren ventralen. Von der dorsalen Wurzel geht der R. ophthalmicus aus. Dann folgt die grosse Öffnung für das Ganglion acusticum, welche in diesem Stadium durch eine neu entstandene knorpelige Scheidewand in zwei verschiedene Löcher für die zwei Hauptäste des Gehörnerven geteilt ist. Aus der Mitte des ventralen Randes des genannten Ganglions scheint ein Nervenstrang hervorzugehen, welcher durch eine eigene, mehr ventralwärts gelegene Öffnung in der knorpeligen Schädelswand lateralwärts verläuft, um sich mit dem hinteren Ende des zweiten Trigeminalganglions zu verbinden. Zwei Zentimeter weiter nach hinten liegt eine feine Öffnung, durch welche die Wurzel des N. glossopharyngeus in das Labyrinth hineinzudringen scheint. Dann folgt ventralwärts eine Öffnung oder besser ausgedrückt ein kurzer Kanal von der Grösse einer Zeigefingerspitze. Wenn man in den Kanal hineinsieht, so bemerkt man in dessen oberer Wand eine grosse, eiförmige Öffnung, durch welche der soeben

genannte Nerv aus dem Labyrinth heraustritt, um durch den fraglichen Kanal in schiefer Richtung latero-caudalwärts zu verlaufen. Ein Zentimeter mehr nach hinten liegt noch eine grosse Öffnung, welche das Ganglion radialis n. vagi durchtreten lässt. Etwa 5 mm weiter caudalwärts findet sich noch eine Öffnung, welche vom N. hypoglossus in lateraler Richtung durchzogen wird. Endlich sieht man von dieser Seite eine dicke Vene sich um das caudale Ende des Labyrinths herumwinden und eine Richtung medialwärts annehmen, um sich bald in zwei Äste zu teilen, zwischen welchen eine Arterie hervorblickt. Diese Vene ist wahrscheinlich der Sinus occipitalis, welcher in die V. jugularis einmündet.

Der ventrale Rand geht ununterbrochen in den benachbarten Teil der Schädelkapsel über.

Der in der Horizontalebene bogenförmig gekrümmte, stumpfe dorsale Rand zeigt nahe seinem caudalen Ende, $2\frac{1}{2}$ cm oberhalb der Durchtrittsöffnung für den Labyrinthanhang, eine grosse, eiförmige Lücke in der Knorpelkapsel, wo der birnförmige Saccus endolymphaticus sich hart an den entsprechenden Teil des häutigen Labyrinths anlegt, nur durch eine dünne Schicht Bindegewebe von diesem Teile getrennt.

An der dorso-lateralen Wand gibt es nichts besonders Bemerkenswertes.

An der ventro-lateralen Wand liegen die grossen Gefässe und Nerven nebst deren Ganglien. Am meisten dorsalwärts liegt die V. jugularis, die durch den Zusammenfluss der V. facialis und der V. cerebialis gebildet wird. Sie läuft gerade caudalwärts und spaltet sich nahe dem hinteren Ende des Labyrinths in zwei unter einem stumpfen Winkel auseinandergehende Äste, von welchen der eine medialwärts verläuft und sich medial vom Labyrinth wieder in zwei Äste teilt; es ist der Sinus occipitalis. Der andere Ast, der in Begleitung der Chorda tympani eine Richtung ventro-lateralwärts einschlägt, ist der Hauptstamm der V. jugularis. Etwa in der Mitte der fraglichen Wand nimmt die V. jugularis einen Seitenast auf, welcher den N. alveolaris inferior begleitet und den ich also V. alveolaris inferior benennen will.

Die A. carotis interna liegt am vorderen Ende des Labyrinths dicht neben und ventral von der V. jugularis, läuft dann, allmählich von der Vene ein wenig divergierend, ziemlich gerade

caudalwärts und spaltet sich in derselben Höhe wie die Vene in zwei Äste, von denen der eine den medialwärts verlaufenden Venenast begleitet, der andere der oralen Seite des gemeinsamen Stammes der vier letzten Gehirnnerven dicht anliegt. In ihrem Verlaufe nimmt sie zwei grössere Äste auf. Der eine läuft in Begleitung des *N. alveolaris inferior*, ist also als *A. alveolaris inferior* zu bezeichnen, der andere Ast begleitet den vorderen Hauptast des *N. facialis*; er mündet in die Arterie in derselben Höhe wie der vorige Ast, aber auf der entgegengesetzten Seite, ein.

Die grossen Nervenstämme liegen hauptsächlich zwischen den genannten Gefässen. Im Einzelnen verhalten sie sich folgendermassen. Ventralwärts vom vorderen Ende der Labyrinthkapsel erscheint zuerst das grosse, langgestreckte und seitlich abgeplattete zweite Trigeminus-Ganglion. In der Richtung von vorn nach hinten gelangen zu ihm drei Nervenzweige, von denen der vorderste, sagittal nach hinten verlaufende im Foramen pro *n. trigemino* sichtbar ist; er gliedert sich oralwärts, wie die Untersuchung der Schnittserie belehrt, in einen *Ramus recurrens ad n. facialem* und einen Muskelast (für den *M. pterygo-sphenoidalis posterior*?)

Die zwei anderen Nerven sind dadurch gekennzeichnet, dass sie dicht am knorpeligen Sphenoideum basilar dorsocaudalwärts zum Ganglion verlaufen. Der obere von diesen, ein Nerv für den dicht am genannten Knorpel verlaufenden Muskel, senkt sich bald in den ventralen Rand des Ganglions ein, während der dritte, am meisten ventralwärts gelegene Nerv, welcher sich als der vordere *Facialis*-Stamm herausstellt, erst mit dem caudalen Ende des Ganglions verschmilzt. Zwischen den Eintrittsstellen der beiden zuletzt erwähnten Nerven tritt aus dem Ganglion ein dicker Nervenstamm heraus; es ist der *R. inframaxillaris*, welcher in einem grossen Bogen ventralwärts verläuft, indem er die *A. carotis interna* von oben und aussen umschlingt. Er entsendet von seinem Anfangsteile drei Muskelzweige, den ersten oralwärts längs der *A. carotis interna*, die zwei anderen ventralwärts.

Als scheinbare Fortsetzung des zweiten Trigeminus-Ganglions läuft dann der hintere *Facialis*-Stamm weiter caudalwärts; nach einem Verlaufe von etwa $1\frac{1}{2}$ cm teilt er sich in zwei unter einem spitzen Winkel auseinandergehende Äste, von denen der

ventrale, welcher in Begleitung der A. carotis verläuft, in der Höhe der Teilungsstelle der genannten Arterie, sich mit dem N. glossopharyngeus verbindet, also einen Ramus communicans n. facialis cum n. glossopharyngeo darstellt. Der dorsale Facialis-Ast nähert sich immer mehr der V. jugularis, läuft dann über der Columella nach hinten zwischen der V. jugularis und dem Stylohyale, spaltet sich in derselben Höhe wie die V. jugularis in zwei unter einem spitzen Winkel auseinandergehende Zweige. Von diesen läuft der eine dorso-lateralwärts und dringt, wie die Schnittserie zeigt, in den M. occipito-quadrato-mandibularis hinein, während der andere in einem grossen, nach hinten konvexen Bogen neben dem entsprechenden Venenaste ventro-lateralwärts verläuft und sich hart an die mediale Seite des Meckel'schen Knorpels anlegt.

Etwa 1 cm caudalwärts von der Teilungsstelle des N. facialis liegt das Foramen vestibulare, welches von der Fussplatte der Columella zum grössten Teil ausgefüllt wird. Von hier läuft der Stiel der Columella leicht gekrümmt caudo-lateralwärts und endet mit einer freien abgerundeten Spitze. Lateral von der Columella und den oben beschriebenen Gefässen und Nerven liegt das Quadratum, ein grosser ziemlich senkrecht gelegener Knorpel von unregelmässig zylindrischer Form. Es ist nämlich in eigentümlicher Weise abgeplattet, indem seine obere Hälfte eine Abplattung in transversaler, seine untere Hälfte dagegen in sagittaler Richtung zeigt. Der Knorpel scheint also in seiner Mitte in einem rechten Winkel gedreht zu sein, so dass z. B. die Seite, welche oben die mediale ist, unten die vordere wird usw. An das ventrale Ende des Quadratum legt sich nun der ziemlich horizontal verlaufende Meckel'sche Knorpel, dessen dem Quadratum entsprechendes Stück in transversaler Richtung abgeplattet ist. Die Gelenkflächen der besagten Knorpel verbinden sich zu einem Sattelgelenke, indem die Gelenkfläche des Meckel'schen Knorpels in sagittaler Richtung konkav, in transversaler konvex ist und die Gelenkfläche des Quadratum entsprechende Krümmungen zeigt. Ein Teil des Meckel'schen Knorpels überragt caudalwärts das Gelenk; er zeigt eine zylindrische Form.

Zwischen der medialen Seite des Quadratoms, nahe dessen hinterem Rande, und der Mitte des Columella-Stieles, liegt das Stylohyale, ein verhältnismässig kleiner, birnförmiger Knorpel,

dessen mittleres Drittel mit dem Quadratum durch eine knorpelige Brücke verbunden ist. Die Anheftungsstelle desselben entspricht eben der Stelle, wo die Drehung des Quadratum anfängt. Das spitze Ende des Stylohyale, welches caudo-lateralwärts sieht, liegt frei wie auch das vordere, dickere Ende; von der Columella sind sie durch eine Spalte getrennt.

Geht man vom Foramen vestibulare etwa $\frac{1}{2}$ cm weiter nach hinten, so sieht man die laterale Öffnung des vorher beschriebenen kurzen und breiten Kanals, durch welchen der N. glossopharyngeus heraustritt. Der fragliche Nerv läuft noch eine kurze Strecke caudalwärts, biegt dann ventro-lateralwärts ab und vereinigt sich mit dem ventralen Aste des hinteren Facialis-Stammes, worauf beide sich unmittelbar mit dem gemeinsamen Stamme der vereinigten drei letzten Gehirnnerven, Accessorius, Vagus und Hypoglossus, verbinden. Ein wenig nach hinten öffnet sich nämlich ein grosses Loch, durch welches das Ganglion radialis n. vagi und der N. accessorius hervortreten. Dicht daneben liegt noch die Austrittsöffnung für den N. hypoglossus. Diese Nerven verbinden sich bald miteinander und dann mit den zuerst genannten Nerven. Der so entstandene mächtige Nervenstamm durchzieht, dann ein grosses Ganglion, welches mit dem lateralen Endaste der A. carotis interna ventro-lateralwärts verläuft. Laut dem Vorschlage von Johannes Müller benennt man diesen Nervenknotten Ganglion cervicale supremum. Ich möchte jedoch vorschlagen, es als Ganglion nodosum zu bezeichnen, um damit deutlich hervorzuheben, dass das fragliche Ganglion hauptsächlich dem Vagus, nicht dem Sympathicus angehört.

Serie IX.

Das Äussere des Embryos.

Dieser Embryo zeigt dieselben äusseren Merkmale wie der vorige, scheint jedoch etwas länger zu sein.

Beschreibung der Serie.

Das Gehörorgan umfasst 148 Schnitte. Das zweite Trigemini-Ganglion beginnt in dieser Serie schon 12 Schnitte nach vorn von der Labyrinthkapsel. In dem genannten Ganglion kann man hier deutlich den Teil unterscheiden, welcher von den Wurzelfäden des N. facialis durchzogen wird, denn er ist durch eine sehr feine Spalte von dem übrigen Teil des Ganglions getrennt

und liegt ventral von diesem. Weiter oralwärts findet man in der Mitte desselben den Querschnitt des vorderen Facialis-Stamms. Die aus reifem, embryonalem Knorpel gebildeten Labyrinthkapseln sind von einer schmalen blaufärbten Linie, sowohl auswendig wie inwendig begrenzt. Diese Linie entsteht teils durch ein dichtes Aneinanderliegen der feinen Fasern der Bindegewebszellen des Perichondriums, an einigen wenigen Stellen auch durch Bildung von Knochenlamellen seitens der genannten Membran. An der rechten Seite ist die V. jugularis, an der linken die A. carotis von so geringem Durchmesser, dass man die winzigen Gefäße leicht übersehen könnte, wenn man nicht ihre charakteristische Lage zu den Facialis-Ästen berücksichtigt. Etwa in der Mitte des Quadratum bemerkt man eine Zerstörung der Knorpelzellen und Bildung kleinerer Hohlräume, die von Gefäßen und Zellentrümmern teilweise erfüllt sind. Dasselbe bemerkt man später auch in der Seitenwand der knorpeligen Schädelkapsel.

Sehr schön zeigt sich hier das Ganglion radialis n. vagi, in einer Vertiefung an der inneren Seite der knorpeligen Schädelkapsel gelegen. Mit dem von ihm ausgehenden Stamme verbindet sich schon in der Austrittsöffnung der vom ventralen Teile des Rückenmarks entspringende N. accessorius vagi. Durch eine besondere, fünf Schnitte hinterwärts gelegene Öffnung sieht man den N. hypoglossus aus dem ventralen Teile des verlängerten Markes heraustreten und sich mit dem von Glossopharyngeus, Vagus und Accessorius gebildeten Stamme verbinden. Den Verlauf der Chorda tympani kann man in dieser Serie sehr gut beobachten und die in der Serie VI (Seite 81 u. f.) gemachte Beschreibung nochmals bestätigen.

Beschreibung des Modells.

Dieses Modell zeigt im wesentlichen dieselben Verhältnisse wie das vorige, nur mit dem Unterschiede, dass das Quadratum und das ihm entsprechende hintere Ende des Meckelschen Knorpels hier nicht rekonstruiert worden sind, wodurch die an der ventrolateralen Labyrinthwand gelegenen Gefäße und Nerven in der photographischen Abbildung besser sichtbar werden.

Serie X.

Beschreibung der Serie.

Diese letzte Serie stammt von einer einen Tag alten Kreuzotter. Die Serie ist lückenhaft, denn der erste Objekt-

träger, welcher 25 Schnitte enthielt, ist leider verloren. Die Zahl der übrigen Schnitte beträgt 100. Die Labyrinthkapseln sind in ihren vorderen Teilen aus verhältnismässig dünnen, knöchernen Lamellen gebildet, nach hinten zu besteht die mediale Wand nebst der ventralen Kante aus zwei dünnen Knochenlamellen mit zwischenliegenden Knorpelzellen. Der Unterkiefer ist allseitig von Belegknochen begrenzt. Im Inneren desselben sieht man den runden Querschnitt des Meckelschen Knorpels mit seinem Perichondrium, etwa die ventrale Hälfte des Binnenraums ausfüllende, und dorsalwärts den dicken Querschnitt des *N. alveolaris inferior* mit zwei begleitenden Gefässen, schliesslich sehr deutlich einen feinen Nervenquerschnitt, die *Chorda tympani*, welche von einigen kleinen Gefässen begleitet wird. Caudalwärts vom Foramen mandibulare sieht man ausser dem Meckelschen Knorpel nur die *Chorda tympani*, mit den sie begleitenden Gefässen. Die *Columella* besteht aus reifem, embryonalem Knorpel, die Fussplatte ist von einer Scheide von embryonalem Bindegewebe umgeben, der Stiel von einer Knochenlamelle bekleidet. Die lateralwärts von ihr gelegenen Gefässe und Nerven sind von zahlreichen Pigmentzellen mit langen Ausläufern umgeben. Pigment findet sich auch in der Haut des Rückens und im subcutanen Gewebe. Die *Vv. jugulares* sind beiderseits von ausserordentlich kleinem Kaliber, an der linken Seite auch die *A. carotis interna*. Das knorpelige *Stylohyale* verschmilzt ohne jede Grenze mit dem *Quadratum*, von dem Ende des *Columella*-Stieles ist es durch eine Spalte getrennt. Die Verhältnisse im Übrigen wie früher.

Von dieser unvollständigen Serie ist kein Modell angefertigt worden.

Zusammenfassung und Besprechung der Beobachtungen.

Nachdem ich die Serien und die Modelle beschrieben habe, scheint es mir nützlich die wesentlichen Züge der vorstehenden Beschreibungen herauszuholen und in ihrem Zusammenhang darzustellen.

Es ist ja der Hauptzweck dieser Untersuchung gewesen, den Ursprung des Gehörknöchelchens zu erforschen zu suchen. In dieser Hinsicht bin ich zu folgenden Ergebnissen gelangt.

1. Die erste Anlage des Gehörknöchelchens oder der Columella finde ich bei der von mir hauptsächlich untersuchten Kreuzotter in einem Stadium, welches mit der Angabe Rathkes gut übereinstimmt, d. h. „in der Zeit, die zwischen der vollführten Bildung der vier Schlund- oder Kiemenöffnungen und der Verschlussung derselben liegt“.

2. Die fragliche Anlage entsteht aus dem caudalen Ende der Blastemkapsel, welche sich um das häutige Labyrinth herum entwickelt. Von hier wächst sie als ein konischer Vorsprung in den Hyoid- oder Zungenbeinbogen hinein, um nahe der äusseren Öffnung der ersten, inneren Schlundspalte zu endigen.

3. Anfänglich gibt es keine deutliche Grenze zwischen der Columella-Anlage und dem übrigen Teil der Labyrinthkapsel. Erst später, bei dem Eintritt der Knorpelbildung im Blastem der Labyrinthkapsel, scheint ein Teil dieses Blastems ringsum das dickere, innere Ende oder die künftige Fussplatte sich zu einem ringförmigen Band aus Bindegewebe umzubilden und in diesem Zustande während der embryonalen Zeit zu verharren.

4. Im Inneren des Blastems der künftigen Fussplatte tritt ein Vorknorpelkern auf. Von diesem geht die Bildung des Vorknorpels in den Stiel der Columella und dehnt sich mit diesem ventro-caudalwärts in den Hyoidbogen hinein.

5. Irgend eine Verbindung mit demjenigen Teil des genannten Bogens, welcher dem künftigen Zungenbeine als Ursprung dient, habe ich, trotz aller auf diesen Punkt gerichteten Aufmerksamkeit, nicht finden können. Ich betrachte also die Columella nur als einen bei der geweblichen Differenzierung abgelösten Teil der Labyrinthkapsel.

6. Das ganze Gehörknöchelchen bildet in allen von mir untersuchten Stadien ein einheitliches Gebilde, besteht also nicht, wie Parker und Hoffmann annehmen, aus zwei Teilen. Seine Form ist mit der einer Trompete oder, vielleicht besser ausgedrückt, mit der einer Mörserkeule zu vergleichen. Die Fussplatte ist nämlich bei der von mir untersuchten Schlangenart nicht schalenförmig ausgehöhlt, sondern buchtet sich wie eine Mörserkeule in das Innere des Labyrinths hinein vor, wo sie nebst einem Teil des Stieles gelegen ist.

Mit den oben angeführten Befunden gerate ich in vielfachen Widerspruch mit den früheren Autoren.

Was zuerst die Ergebnisse Rathkes betrifft, kann ich leider nur einige von diesen bestätigen. Nach meiner Auffassung entsteht das Gehörknöchelchen aus der Ohrkapsel, nicht aus dem obersten Teile des Zungenbeinbogens. Dieser hängt nach Rathke mit der Belegungsmasse des Kopfstückes der Chorda dorsalis zusammen und wandert von hier später in schwer erklärlicher Weise nach der unteren Seite der Ohrkapsel, indem er seinen Zusammenhang mit der Belegungsmasse des Kopfstückes der Chorda allmählich aufgibt. Ich aber sehe keinen Zusammenhang zwischen der fraglichen Belegungsmasse der Chorda und der Columella-Anlage. Der Kopfteil der Chorda streckt sich in den früheren Stadien nicht einmal so weit nach vorn, dass er mit der Columella-Anlage in Berührung kommen könnte. Die Entfernung zwischen den genannten Gebilden ist jedoch so gering, dass es wohl erklärlich ist, dass Rathke, seinen technisch unvollkommenen Arbeitsmethoden zufolge, einen Zusammenhang zwischen ihnen hatte sehen können. Von den Methoden dieses ausgezeichneten Forschers schreibt nämlich Ballowitz (No. 8, p. 6): „Die Instrumente, welche dieser embryologische Forscher bei seinen Untersuchungen benutzte, bestanden hauptsächlich in Messer, Scheere, Nadeln und Lupe. Wenn das Mikroskop zur Anwendung kam, so wurden nur ganz schwache Vergrößerungen benutzt. Schnitte durch gehärtetes Material scheinen gar nicht angefertigt worden zu sein. Schon Valentin hat in seinem Referat an diesen schönen Forschungen den Mangel mikroskopischer Untersuchungen mit stärkeren Vergrößerungen bedauert.“ Wenn die oben zitierte Angabe richtig ist, was wohl kaum zu bezweifeln ist, kann man einesteils nicht genug die von Rathke mit diesen einfachen Mitteln erzielten grossartigen Untersuchungsergebnisse bewundern, wie man auch andernteils die in seinem Werke möglicherweise vorkommenden Irrtümer damit gut erklären kann. Dass es jedoch sehr vorteilhaft ist, die mikroskopische Durchmusterung der Schnittserien mit einer Präparation, unter Benutzung der Lupe, zu verknüpfen, habe ich während meiner Arbeit tief empfunden, besonders wenn es festzustellen galt, ob ein Zusammenhang zwischen der Zungenbein-Anlage und der Gehörknöchelchen-Anlage vorhanden ist oder nicht.

Diese Frage habe ich mit Hilfe meiner Serien nicht sicher beantworten können. Ich möchte deshalb auch dieser Methode für geeignete Fälle das Wort reden.

Nach dieser Abschweifung, die mir zur richtigen Auffassung der vorliegenden Divergenzen nützlich erscheint, kehre ich zu den Ergebnissen Rathkes zurück. Die von ihm beschriebene Gliederung des Hyoidbogens in drei Teile habe ich mit Hilfe meiner Serien nicht bestätigen können. Ich sehe nur zwei getrennte Teile, nämlich die Columella-Anlage, die aus der Ohrkapsel her stammt, und die Anlage des Zungenbeins. Die erstere entspringt aus der Ohrkapsel, aber nicht da, „wo der grösste senkrechte Durchmesser derselben sich befand“, sondern nahe ihrem caudalen Ende, von der ventro-lateralen Wand. Ich finde auch kein fibröses Band, welches sich in einem späteren Stadium zwischen dem Ende der Columella und dem während der Entwicklung immer weiter nach hinten geschobenen Quadratum, ausgesponnen hätte.

Aus dem früher Gesagten geht hervor, dass ich der Darstellung Parkers von dem doppelten Ursprung der Columella nicht beipflichten kann. Die Existenz eines „Tuberculum“, welches hinter dem „Capitulum“ an der Stapedialplatte befestigt wäre, habe ich bei der Kreuzotter nicht sehen können. Das Stylohyale ist nach Parker ein vom hinteren Rande des Hyoidknorpels abgelöstes nierenförmiges Knorpelstück. Ich aber sehe das eiförmige Stylohyale seinen Ursprung vom hinteren Ende und lateralen Rande der Columella leiten, sich hart an die mediale Seite des Quadratum anlegen und im knorpeligen Zustande mit diesem verschmelzen, während es dagegen von dem Columellastiele durch eine feine Spalte getrennt ist. Die Frage, ob es „in der hyoidalen oder lingualen Gegend“ der Kreuzotter Knorpel gibt oder nicht, muss ich bejahend beantworten. Ich finde nämlich ventralwärts von der Luftröhre zwei runde Knorpelquerschnitte, die oralwärts miteinander zu einer kurzen, ovalen Bildung verschmelzen. Das ist meiner Ansicht nach die Anlage des Zungenbeins.

Was die von C. K. Hoffmann gemachte Beschreibung betrifft, kann ich dieser nur mit der Einschränkung beistimmen, dass ich die Existenz eines „Hyostapes“, d. h. eines kleineren, vom Hyoidbogen gebildeten Teils des Gehörknöchelchens, nicht bestätigen kann.

Ausser den obigen, aus meiner Untersuchung hervorgehenden Hauptergebnissen, erlaube ich mir noch einige andere Beobachtungen hinzuzufügen. Diese betreffen hauptsächlich das Verhalten der Nerven in der Nähe des Labyrinths. Mit dem Erforschen dieser Dinge habe ich mir grosse Mühe gegeben, indem ich sie auch in meinen Modellen rekonstruiert habe.

Um die Zusammenfassung der vorher bei der Beschreibung meiner Serien gegebenen Beiträge zur Kenntnis der Neurologie der Kreuzotter zu erleichtern, werde ich meine Darstellung an die in Bronns „Klassen und Ordnungen des Tierreichs“ (No. 2, p. 1480 u. f.) gegebene anknüpfen und, diese als bekannt vorausgesetzt, nur das hinzufügen, was in dem Bronn'schen Werke als ganz unbekannt oder unsicher bezeichnet worden ist.

7. Der erste Ast des Trigeminus besitzt, wie bekannt, ein eigenes Ganglion, welches von dem gemeinschaftlichen Ganglion des zweiten und dritten Astes getrennt ist. Ich finde, dass der erste Trigeminusast mit dem ihm zugehörigen Ganglion ophthalmicum bei der Kreuzotter eine verhältnismässig ansehnliche Strecke innerhalb der Schädelkapsel oralwärts verläuft. Das Ganglion zeigt eine spindelförmige Gestalt.

8. Nach der Angabe von Vogt (No. 9, p. 45) „entspringt ganz in der Nähe der Bifurcation der Wurzel in den zweiten und dritten Trigeminusast aus diesem ein sehr dünner Zweig auf der unteren Fläche, welcher in ein eigenes Loch des Felsen- oder Keilbeines (ich könnte nicht unterscheiden, in welchem Knochen die Schädelöffnung des für den Nerven bestimmten Knochenkanals sich befindet) eintritt. Der Kanal öffnet sich mit einem feinen Loche unter dem processus articularis ossis sphenoides, zwischen diesem und dem os parietale. Der Nerv tritt aus ihm hervor und verzweigt sich schief nach vorn und aussen laufend in den inneren, vorderen Flügelmuskel.“ Diese Angabe kann ich für die Kreuzotter nicht bestätigen.

9. Ob dem N. facialis bei den Schlangen ein eigenes Ganglion zukommt, was bei allen Sauriern der Fall ist, ist meines Wissens bisher nicht ermittelt worden.

Ich habe ein solches Ganglion gefunden und vorher mehrmals beschrieben. In späteren Entwicklungsstadien ist es freilich ziemlich schwer dieses Ganglion faciale oder geniculi zu entdecken, weil es mit dem hinteren Ende des

zweiten Trigeminus-Ganglions mehr oder weniger vollständig verwachsen ist. Anders verhält es sich aber in jüngeren Stadien. Da bemerkt man, dass von dem gemeinsamen, grossen Ganglion acustico-faciale eine Gruppe von Nervenzellen sich ablöst und sich ventro-lateralwärts zieht, um unmittelbar ausserhalb der Labyrinthkapsel eine andere grössere Gruppe von Nervenzellen zu bilden. Es sieht also aus, als ob der Anlage des N. facialis zwei Ganglien zukämen. Die erstere Gruppe scheint mir die Nervenfasern des Facialis-Stammes zu bilden, die letztere aber das Ganglion faciale, welches, wie erwähnt, in späteren Stadien mit dem hinteren Ende des grossen zweiten Trigeminus-Ganglions mehr oder weniger verschmilzt. Von diesen verwickelten Verhältnissen gibt die Figur 6, obwohl einem späteren Stadium zugehörig, eine gute Vorstellung. Man sieht hier wie der Facialis-Stamm hart am Ganglion acusticum vorbei läuft und unter einer knieförmigen Krümmung das Ganglion faciale durchläuft. Hier teilt er sich in zwei unter einem Winkel von nahe 180° auseinandergehende Äste, den vorderen Hauptast oder Ramus palatinus n. facialis und den hinteren, bis jetzt nicht mit einem besonderen lateinischen Namen belegten Hauptast, welchen ich, mit Bezug auf seine weitere Verbreitung, als Ramus chordomuscularis benennen möchte.

Um einige bisher nicht sicher ermittelte neurologische Verhältnisse anzugeben, werde ich mir erlauben, folgendes Stück aus Bronn (No. 2, p. 1484) wörtlich zu zitieren, um so mehr als die erwähnten Aufsätze mir nicht zugänglich gewesen sind. Das Stück lautet:

„Ob der Facialis auch einen von dem Trigeminus abstammenden Ramus recurrens ad nervum facialem aufnimmt und einen Ramus communicans externus cum glosso-pharyngeo entlässt, wissen wir bei den Schlangen noch nicht, wohl aber ist es wahrscheinlich, wie Fischer hervorhebt, dass eine Chorda tympani vorhanden ist. Aus den Untersuchungen von Joh. Müller ergibt sich nämlich, dass das Ganglion petrosum glosso-pharyngei, nachdem es vorher mehrere Zweige aus dem N. facialis aufgenommen hat, einen Ast abtreten lässt, der zum hinteren Winkel des Unterkiefers tritt und hier in eine sehr kleine Öffnung sich begibt, um sich im Innern des Unterkiefers wahrscheinlich mit dem N. alveolaris inferior zu verbinden.“

Um die interessanteste von den obigen Fragen näher zu beleuchten erlaube ich mir noch von dem Referate Gaupps (No. 1, p. 1094) folgendes Stück zu entleihen:

„Was die Chorda tympani der Schlangen anlangt, so ist es sehr wahrscheinlich, dass der von Vogt (s. mein Lit.-Verzeichn. No. 9, p. 51) beschriebene und von Hasse (siehe mein Lit.-Verzeichn. No. 4, p. 654) vermutungsweise für die Chorda angesprochene Ast diese tatsächlich repräsentiert. Vogts Beschreibung geht dahin, dass der Stamm des Facialis, an der Columella angelangt, einen Ast abgibt, welcher längs der Columella auf deren oberen Fläche hinabläuft, sich aber sogleich in zwei Zweige teilt, deren vorderer sich in die Muskeln am hinteren Rande des Quadratbeins verzweigt, der hintere auf dem oberen Rande der Columella zur Befestigungsstelle der Columella am Quadratbeine läuft, sich um das Unterkiefergelenk nach hinten schlägt und noch in der Membran des Kapselgelenkes verfolgbar ist. Wo er sich verzweigt, habe ich nicht auffinden können, es scheint mir, als dringe er durch ein feines Loch in den Unterkiefer selbst ein. „Ich glaube, wie gesagt, dass der zuletzt beschriebene Nerv die Chorda tympani repräsentiert, deren Verlauf dann prinzipiell ähnlich wäre dem bei den Geckonen unter den Sauriern. Das würde auch durchaus mit der Auffassung stimmen, dass die Verhältnisse des Mittelohrs bei den Schlangen sich durch Reduktion aus dem Lacertilier-Zustand entwickelt haben.“

Auf die hierdurch aufgeworfenen Fragen erlauben mir meine Untersuchungen folgende Antworten zu geben.

10. Der vordere Hauptstamm des Facialis nimmt einen vom zweiten Trigemini-Ganglion entspringenden Ramus recurrens ad n. facialem auf.

11. Vom vorderen Hauptstamme des Facialis finde ich keinen Verbindungszweig zum N. glossopharyngeus. Es gibt also bei der Kreuzotter keinen sogenannten Ramus communicans internus cum n. glossopharyngeo.

12. Der hintere Hauptstamm des Facialis entlässt aber, bevor er den Columella-Stiel erreicht, einen Ast, welcher sich mit dem Stamme des N. glossopharyngeus verbindet. Es ist der sog. Ramus communicans externus cum n. glossopharyngeo. Diesen Ast habe ich von

der Serie III an deutlich gesehen und mehrmals beschrieben; in in den zwei ersten Serien konnte ich ihn nur stellenweise und undeutlich hervortreten sehen und habe seiner deshalb nicht dort erwähnt.

13. Was die Frage betrifft, ob man bei den Schlangen die Chorda tympani oder einen sie repräsentierenden Facialis-Zweig finden kann oder nicht, mag ich an meine diesbezügliche Beschreibung in der Serie VI, Seite 80, und an die dazu gehörige Figur 7 hinweisen. Ich kann also die angeführten Beobachtungen von Johannes Müller und Karl Vogt teils bestätigen, teils ergänzen. Nachdem ich die Chorda tympani zuerst in der Serie VI deutlich gesehen hatte, habe ich sie nachher auch in der Serie I auffinden können. Ich habe hier gesehen, wie sie sich vom Hyoidbogen allmählich in den Kieferbogen hineinzieht und sich an die mediale Seite des hier befindlichen Blastems anlegt. Ich sehe hierin ein Gegenstück zu dem von Froriep (Nr. 10, p. 490) bei Embryonen von *Torpedo ocellata* geschilderten Verlaufe des Zungenbeinastes oder des sog. Hauptstammes des Facialis. Die von Froriep beigegebene Abbildung kann auch zum Verständnis des Verlaufes der Chorda tympani bei Kreuzotterembryonen benutzt werden.

14. „Ob der N. glossopharyngeus auch kurz nach dessen Austritt aus dem Schädel zu einem Ganglion anschwillt, ist bis jetzt noch nicht genügend bekannt“ (Nr. 2, p. 1485). Bei der Kreuzotter habe ich in dem genannten Nervenganglion nahe seiner Austrittsöffnung, eine sehr kleine Gruppe von Nervenzellen, aber kein grösseres Ganglion gefunden. (Siehe Fig. 4.)

15. „Bei den Schlangen scheint ein eigener N. accessorius immer zu fehlen und mit dem Vagus zu einem gemeinschaftlichen Stamm, dem N. accessorio-vagus verschmolzen zu sein“ (Nr. 2, p. 1486). Diese Angabe kann ich meinstenfalls bestätigen mit dem Zusatze, dass man die vom ventralen Teil des Nachhirns entspringende Wurzel des N. accessorius innerhalb der Schädelkapsel beobachten kann, bevor er sich im Foramen jugulare in den Vagusstamm hineinsenkt.

16. Das Verhalten der drei letzten Gehirnnerven der Kreuzotter zu einander habe ich vorher mehrmals ausführlich beschrieben. Ich darf hier noch wiederholen, dass der N. accessorio-

vagus unmittelbar lateralwärts von der Schädelwand sich mit dem Stamme des N. hypoglossus verbindet und dann, eine sehr kurze Strecke weiter lateralwärts, mit dem vereinigten Stamme des N. glossopharyngeus und des Ramus communicans externus n. facialis cum n. glossopharyngeo. Hierdurch findet also eine gänzliche Verschmelzung der vier letzten Gehirnnerven und des soeben genannten Facialis-Astes statt. Der so gebildete dicke Nervenstamm oder, vielleicht besser ausgedrückt, das Nervengeflecht durchzieht dann ein grosses Ganglion, welches von einigen Autoren „Ganglion cervicale supremum“, von andern aber „Ganglion nodosum“ benannt wird. Meinestills ziehe ich, wie vorher erwähnt, vor, es mit dem letzteren Namen zu bezeichnen, um dadurch an seine Verbindung mit dem Vagus, nicht mit dem Sympathicus, zu erinnern.

Ausser den oben angeführten kleinen neurologischen Beobachtungen habe ich mehrere andere gemacht, welche ich in diesem Aufsatz nicht gut mitteilen kann, weil sie ausserhalb der Grenzen der von mir nun hauptsächlich untersuchten und beschriebenen Ohrgegend liegen. Vielleicht werde ich späterhin Gelegenheit finden, eine diesbezügliche Mitteilung zu machen.

Dieser zusammenfassenden Darstellung erlaube ich mir folgende zerstreute Bemerkungen und Vergleiche beizufügen:

17. Wenn ich die von Hasse (Nr. 4, p. 656 u. folg.) gegebene Schilderung des knöchernen Gehörapparates der Ringelnatter mit meiner Beschreibung der knorpeligen Labyrinthkapsel eines älteren Kreuzotterembryos (S. 92 u. folg.) vergleiche, finde ich mehrere Unterschiede zwischen diesen Beschreibungen, die möglicherweise von einer ziemlich bedeutenden morphologischen Ungleichheit herzuleiten sind.

18. Es ist bemerkenswert, dass Hasse (Nr. 4, p. 653) das Vorkommen eines sogenannten Stylohyale nicht erwähnt. Er spricht von „einem Höcker an der Hinterseite des Quadratum“, welcher mit der äusseren, knorpeligen Abteilung der Columella durch sehr lockere Bandmassen verbunden ist. Dieser „Höcker“ entspricht wahrscheinlich dem mit dem Quadratum verschmolzenen Stylohyale. Nach meinen Beobachtungen ist das Stylohyale durch ein Gelenk mit dem Columella-Stiel verbunden.

19. Es scheint mir, als ob die Labyrinthkapsel sich während ihres Wachstums allmählich nach hinten verschieben würde.

Ich vermeine einen solchen Schluss daraus ziehen zu können, dass ich den Stamm des Ramus supramaxillaris n. trigemini in den zwei Modellen, welche den jüngsten Entwicklungsstadien zugehören, rekonstruiert finde, während er in den drei übrigen nicht mehr zu sehen ist. Die Rekonstruktion beginnt nämlich gerade mit dem Erscheinen der Labyrinthkapsel in der Schnittserie und endet da, wo die genannte Kapsel verschwindet.

20. Die Öffnung in der knorpeligen Labyrinthkapsel, durch welche die Äste des Ganglion acusticum in das häutige Labrinth hineindringen, ist gross und einfach bis zu einem ziemlich entwickelten embryonalen Stadium. Erst in der Serie VIII finde ich nämlich, dass sich in der Öffnung eine knorpelige Scheidewand gebildet hat, wodurch zwei kleinere Löcher für die beiden Hauptäste des Gehörnerven entstehen. Dieses Verhältnis geht auch aus meinen Modellen deutlich hervor. Dass die fragliche Scheidewand aus dem oberen Rande der grossen einfachen Öffnung nach unten hervorwächst, scheint aus dem Modelle der Serie VI hervorzugehen. Hier zeigt nämlich die noch einfache Öffnung eine herzförmige Gestalt, d. h. man sieht wahrscheinlich hier ein Übergangsstadium, welches zur Bildung von zwei kleineren Löchern leitet.

21. Schliesslich gestatte ich mir noch an das auf den Seiten 43 u. folg. beschriebene und in den Figuren 2 und 3 abgebildete Auftreten von eigentümlichen granulaführenden Zellen rings um die Columella in dem Stadium, wo die Bildung von Vorknorpel anfängt, zu erinnern.

Die vorstehenden Beobachtungen möchte ich, wie eingangs schon bemerkt wurde, nur als einen kleinen Beitrag zur Lösung der verwickelten Frage von der Herkunft und der morphologischen Bedeutung der Gehörknöchelchen ansehen. Dagegen scheint es mir nicht nötig, nach der erschöpfenden und scharfsinnigen Darstellung Gaupps in seinem mehrmals zitierten Referate „Ontogenese und Phylognese des schalleitenden Apparates bei den Wirbeltieren“, die oben genannte Frage hier noch zur Diskussion aufzunehmen, hauptsächlich aus dem Grunde, weil der von mir gelieferte Beitrag keine neuen Gesichtspunkte hervortreten lässt. Wenn es sich jedoch im Laufe der Zeit herausstellen würde, dass diese Untersuchung als brauchbares Material für spätere Arbeiten

dienen kann, werde ich das als die beste Errungenschaft meiner Arbeit ansehen. Die zugehörigen Präparate und Modelle werden im anatomisch-biologischen Institut zu Berlin verwahrt.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, dem Direktor des anatomisch-biologischen Instituts zu Berlin, Herrn Geheimrat Prof. Oskar Hertwig, meinen verbindlichsten Dank für das mir während der Ausführung dieser Arbeit erwiesene liebenswürdige Entgegenkommen auszusprechen.

Herrn Professor Dr. Rudolph Krause, auf dessen Anregung diese Arbeit entstanden ist, der mir auch das Material für die Untersuchung und die Photogramme der Embryonen gütig überlassen hat, bin ich sowohl hierfür, wie auch für seine guten Ratschläge und sein reges Interesse an meiner Arbeit, zu herzlichem Dank verpflichtet.

Literaturverzeichnis.

1. Gaupp, E.: Ontogenese und Phylogenese des schalleitenden Apparates bei den Wirbeltieren. *Ergebn. der Anat. und Entwicklungsgeschichte.* Bd. 8. 1898.
 2. Bronn, Dr. H. G.: *Klassen und Ordnungen des Tierreichs.* Fortgesetzt von C. K. Hoffmann. Bd. 6, Abteil. 3 C. Leipzig 1890.
 3. Müller, Johannes: „Beiträge zur Anatomie und Naturgeschichte der Amphibien.“ F. Tiedemann G. R. und L. C. Treviranus. Bd. 4, Heft 2. 1832.
 4. Hasse, C.: Die Morphologie des Gehörorgans von *Coluber natrix*. *Anat. Studien.* Bd. 1, No. 16. Leipzig 1873.
 5. Rathke, H. *Entwicklungsgeschichte der Natter (Coluber natrix).* Königsberg 1839.
 6. Parker, W. K.: On the structure and development of the skull in the common snake (*Tropidonotus natrix*). *Philos. transact. of the Roy Soc. of London.* Vol. 169, Part. 2. London 1879.
 7. Retzius, Gustaf: Das Gehörorgan der Wirbeltiere. Bd. 2. Das Gehörorgan der Reptilien, der Vögel und der Säugetiere. Stockholm 1894.
 8. Ballowitz, Emil. *Die Entwicklungsgeschichte der Kreuzotter (Pelias berus Merr.), I. Teil.* Jena 1903.
 9. Vogt, Carl: Zur Neurologie von *Python tigris*. *Johannes Müllers Arch. f. Anat., Phys. u. wiss. Med.* Jahrg. 1839.
 10. Froriep, August. Über das Homologon der Chorda tympani bei niederen Wirbeltieren. *Anat. Anz.,* Jahrg. 2. 1887.
-

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXV und XXVI.

- Fig. 1. Teil eines Querschnittes durch die Ohrgegend eines im zusammengerollten Zustande 10 mm langen Kreuzotterembryos (Ser. I) *ac* Art. carotis interna; *hf* hinterer, *vf* vorderer Hauptstamm des N. facialis; *co* Columella-Blastem; *s* inneres Ende der ersten Schlundspalte; *l* caudales Ende der epithelialen Labyrinthblase; *tr* dritter Trigeminus-Ast; *m* Blastem des Kieferbogens; *vj* Vena jugularis. Zeiss Obj. AA, Ok. 3, Tub. 160 mm. Zeichenappar.
- Fig. 2. Die Ohrgegend eines Kreuzotterembryos (Ser. II). *gl* N. glossopharyngeus: die Bedeutung der übrigen Buchstaben ist dieselbe wie in der vorigen Figur. Zeiss Obj. AA, Ok. 3, Tub. eingeschoben.
- Fig. 3. Ein Teil der Figur 2 bei stärkerer Vergrößerung gezeichnet. *bl* Blastemzelle der Columella-Anlage; *gr* granulaführende Zellen. Zeiss homog. Immers. $\frac{1}{12}$ Ok. 1, Tub. 160 mm.
- Fig. 4. Die Ohrgegend eines Ringelnatterembryos (Ser. III). *ob* occipitale basillare; *gl* N. glossopharyngeus mit dem zugehörigen kleinen Ganglion; *m* Meckel'scher Knorpel; *q* Quadratum; die Bedeutung der übrigen Buchstaben wie in der vorigen Figur. Zeiss Obj. AA, Ok. 3, Tub. eingeschoben.
- Fig. 5. Die Ohrgegend eines im zusammengerollten Zustande 13,5 mm langen Kreuzotterembryos (Ser. IV). *lk* die knorpelige Labyrinthkapsel. Der hintere Hauptstamm des N. facialis, mit *hf* bezeichnet, hat sich zwei Schnitte früher in zwei Äste geteilt, von denen der kleinere, ventrale den Ramus communicans n. facialis cum n. glossopharyngeo bildet, der grössere, dorsale Teil der Nerven die Chorda tympani abgibt um später selbst in einem Muskel zu endigen. Ich benenne deshalb diesen letzteren Ast Ramus chordo-muscularis. Die Bedeutung der übrigen Buchstaben ist dieselbe wie früher. Zeiss Obj. AA, Ok. 3, Tub. ausgezogen.
- Fig. 6. Teil eines Querschnittes durch die Ohrgegend eines im zusammengerollten Zustande 24 mm langen Kreuzotterembryos (Ser. VI). *fa* Stamm des N. facialis, das hintere Ende des zweiten Trigeminus-Ganglions durchziehend und den vorderen Hauptast *vf* abgebend; *ga* Ganglion acusticum; *mb* Muskelbündel; die übrigen Bezeichnungen wie früher. Zeiss Obj. AA, Ok. 3, Tub. 160 mm, Zeichenappar.
- Fig. 7. Teil eines Querschnittes durch die Unterkiefergegend eines im zusammengerollten Zustande 24 mm langen Kreuzotterembryos (Ser. VI). *ch* Chorda tympani; *m* Meckelscher Knorpel, ventro-lateralwärts von einem Belegknochen bedeckt. Dorsalwärts (in der Figur nach unten) von diesem Knorpel sieht man den Querschnitt des M. occipito-quadrato-mandibularis mit *om* bezeichnet, und medialwärts von ihm den Querschnitt eines Bauches des M. parietali-quadrato-mandibularis mit *pm* bezeichnet. Zeiss Obj. AA, Ok. 3, Tub. 160 mm, Zeichenappar.

Erklärung der photographischen Abbildungen der Rekonstruktionsmodelle (Tafel XXVI).

No. 1. Rekonstruktionsmodell zu der Serie IV, von der lateralen Seite gesehen.

No. 2. Modell zu der Serie V, von der lateralen Seite gesehen.

No. 3. Modell zu der Serie VI, von der medialen Seite gesehen.

No. 4. Modell zu der Serie VI, von der lateralen Seite gesehen.

No. 5. Modell zu der Serie VIII, von der lateralen Seite gesehen.

No. 6. Modell zu der Serie IX, von der medialen Seite gesehen.

No. 7. Dasselbe Modell, von der lateralen Seite gesehen.

Die Bedeutung der Ziffern ist für alle Modelle folgende:

1. Die dorso-laterale Wand der knorpeligen Labyrinthkapsel.
2. Der Stiel des Gehörknöchelchens oder der Columella.
3. Die Vena jugularis.
4. Die Vena facialis.
5. Die Art. carotis interna.
6. Ein Ast der vorigen Arterie.
7. Ramus supramaxillaris n. trigemini.
8. Sagittal verlaufendes Muskelbündel, der künftige dritte Bauch des M. parietali-quadrato-mandibularis.
9. Der ventralwärts vom Labyrinth gelegene Teil der knorpeligen Schädelskapsel.
10. Ramus inframaxillaris n. trigemini mit dessen Zweigen.
11. Der hintere Hauptstamm des N. facialis.
12. Der dorsale Ast desselben oder Ramus chordo-muscularis.
13. Der ventrale Ast oder R. communicans cum n. glossopharyngeo.
14. Das zweite Trigemini-Ganglion tiefer gelegen und von dunkler Farbe.
15. Zwei Lücken in der knorpeligen Labyrinthkapsel.
16. Das Quadratum.
17. Das ihm entsprechende Stück des Meckelschen Knorpels.
18. Die Spitze.
19. Die Grundfläche.
20. Die mediale Seite der knorpeligen Labyrinthkapsel.
21. Das hintere Ende eines Belegknochens, des Parietale (?).
22. Die mediale Seite des zweiten Trigemini-Ganglions nebst einer dasselbe beinahe umschlingenden Vene.
23. Ramus ophthalmicus n. trigemini.
24. Foramen pro n. acustico mit dem darin gelegenen Ganglion acusticum und diesem dicht anliegend.
25. Der Stamm des N. facialis, welcher eine eigene, mehr ventralwärts gelegene Öffnung in der Schädelskapsel durchläuft.
26. Der N. glossopharyngeus.
27. Das Foramen jugulare mit dem Ganglion radialis n. vagi und dem Accessorio-vagusstamme.
28. Die Chorda tympani.
29. Ein kleines, rundes Loch in der Labyrinthkapsel.
30. Der Facialisast zum M. occipito-quadrato-mandibularis.
31. Foramen vestibulare, in welchem ein Teil der Fussplatte der Columella sichtbar ist.
32. Das Stylohyale.
33. N. hypoglossus.
34. Der „kurze breite Kanal“.
35. Die Öffnung zum Durchtritt für den Labyrinthanhang.
36. Der gemeinsame Stamm der drei letzten Gehirnnerven mit dem dazu gehörigen Ganglion nodosum.
37. Lücke in der knorpeligen Labyrinthkapsel, innerhalb welcher der Saccus endolymphaticus liegt.
38. Sinus occipitalis.
39. Vena alveolaris inferior.
40. Der vordere Hauptstamm des N. facialis oder dessen Ramus palatinus.
41. Ein denselben begleitender Ast der A. carotis interna.
42. Ramus muscularis n. trigemini.
47. Vena cerebialis, welche durch Zusammenfluss mit der V. facialis die V. jugularis bildet (No. 2).