

LATVIJAS UNIVERSITĀTES SALĪDZINOŠĀS ANATOMIJAS UN
EKSPERIMENTĀLĀS ZOOLOĢIJAS INSTITŪTA DARBI
ARBEITEN AUS DEM
VERGLEICHEND-ANATOMISCHEN U. EXPERIMENTAL-
ZOOLOGISCHEN INSTITUT D. LETTLÄNDISCHEN UNIVERSITÄT

№ 44

E. Anshmit

*Zur Morphologie des embryonalen
Meckel'schen Knorpels der Vögel.*

R I G A

1933.

(Aus dem Vergleichend-anatomischen und experimentell-zoologischen Institut
der Universität Lettlands, Riga. Vorstand: N. G. Lebedinsky)

Zur Morphologie des embryonalen Meckel'schen Knorpels der Vögel

Von
E. Anschmit

Inhalt.

- I. Einleitung.
- II. Technisches.
- III. Eigene Untersuchungen.
 1. *Corvus cornix*,
 2. *Muscicapa grisola*,
 3. *Turdus iliacus*,
 4. *Passer domesticus*,
 5. *Larus ridibundus*,
 6. *Larus minutus*,
 7. *Gallus domesticus*,
 8. *Sturnus vulgaris*.
- IV. Zusammenfassung.
- V. Literatur.

I. EINLEITUNG.

Über die Morphologie des Meckel'schen Knorpels der Saurop-
siden gibt es nur wenige spezielle Untersuchungen. Nebenbei haben
in dieser Richtung *Parker*, *Gaupp*, *Winslov*, *Schreiber* und
andere gearbeitet. Im allgemeinen wird von diesen Autoren die Form
des Meckel'schen Knorpels als ungefähr gerade oder etwas gekrümmt,
S-förmig bezeichnet. Ich kenne nur zwei spezielle Arbeiten über die
Gestaltsveränderung dieses Knorpels, und zwar bei den Reptilien und
Vögeln. Es sind dies die Arbeiten von *Lebedinsky* aus den Jahren
1916 und 1917. Er untersuchte leider nur einige Reptilien- und Vogel-

embryonen, hat aber bereits feststellen können, dass bei diesen am Meckel'schen Knorpel gewisse, von ihm als „schlängelnde“ bezeichnete, wellenförmige Auskrümmungen zu beobachten sind, die zum grössten Teile in der Horizontalebene des embryonalen Unterkiefers liegen. In ihrer weiteren Entwicklung werden die Meckel'schen Knorpel immer gerader, um zum Schlusse in der Richtung des erwachsenen Unterkiefers zu verlaufen. Wie es sich erwiesen hat, sind diese Auskrümmungen nicht zufällige Bildungen, sondern sie kommen typisch vor bei allen bisher untersuchten Sauropsiden. Bei den verschiedenen Arten und Entwicklungsstadien sind betr. Stärke und Verteilung dieser Auskrümmungen Abweichungen beobachtet worden.

Wenn auch *Lebedinsky* in seinen Arbeiten verhältnismässig viele Arten untersucht hatte, so beschränkte er sich dabei gewöhnlich nur auf etliche Stadien, deren Auswahl einen zufälligen Charakter tragen musste. Daher war das Ziel meiner Arbeit, die ontogenetischen Veränderungen des Meckel'schen Knorpels, wenigstens bei einer Art an einer ununterbrochener Folge von Stadien zu verfolgen. Ausserdem wurden von mir auch diesbezüglich neue Vogelarten berücksichtigt.

II. MATERIAL UND TECHNISCHES.

Als Untersuchungsmaterial dienten mir hauptsächlich Embryonen der Nebelkrähe, doch wurden auch einige Entwicklungsstadien anderer Vögel verarbeitet.

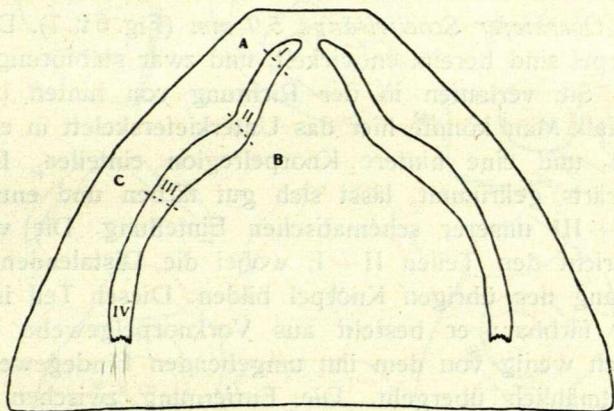
Es wurde insgesamt 64 Vogelembrionen untersucht, und zwar von *Corvus cornix* 27, *Muscicapa grisola* 4, *Turdus iliacus* 2, *Passer domesticus* 12, *Larus ridibundus* 9, *Larus minutus* 2, *Gallus domesticus* 4 und *Sturnus vulgaris* 4.

Das mir zur Verfügung gestellte fixierte Material ist vom Institut im Laufe einiger Jahre in der Rigaschen Umgebung eingesammelt worden. Zum grössten Teil war dasselbe in Formalin oder *Zenker's* Gemisch fixiert worden. Zu allererst bemühte ich mich, möglichst genaue Zeichnungen der äusseren Form der Unterkiefer aller nachher zu untersuchenden embryonalen Stadien fertigzustellen. Gezeichnet wurde mit Hilfe von *Leitz's* Stativ-Lupe und *Abbe's* Zeichenapparat. Die vom Embryo abpräparierten Unterkiefer wurden mit Methylgrün gefärbt und nach *Spalteholz's* Methode durchsichtig gemacht. Nach diesen Präparaten ist dann der Meckel'sche Knorpel in allen Entwicklungsstufen gezeichnet worden. Daraufhin wurden aus manchen Entwicklungsstadien Schnittserien hergestellt, welche zur Kontrolle der Untersuchungen dienten.

III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN.

Von meinen Beobachtungen und gewonnenen Resultaten sei hier nur das Interessanteste angeführt. — Bei den Abbildungen des Unterkiefers ist zu beachten, dass derselbe entweder von unten, oder aber im Profil (seitlich) gesehen wird.

Bevor wir die aufeinanderfolgenden Entwicklungsstadien der einzelnen Arten betrachten, wollen wir uns dem Stadium Nr. 10 von *Corvus cornix*, Schnabelspitze-Scheitellänge 9 mm (Fig. 1), zuwenden, um einen deutlicheren Begriff der einzelnen Abschnitte des Meckel'schen Knorpels zu erhalten.



1

Der beim Gelenk befindliche proximale Teil des Knorpels, Pars articularis, wird von mir nicht berücksichtigt, weil derselbe in allen Stadien gleichmässig dick und ungekrümmt ist. Deswegen wird nur der vor der Pars articularis distal gelegene Knorpelteil beachtet.

Auf dem erwähnten Entwicklungsstadium kann man am Knorpelstrang 4 Abschnitte unterscheiden:

der Abschnitt IV krümmt sich lateral;

der Abschnitt III ist verdickt, medial und nach vorne gerichtet;

der Abschnitt II ist dünner, und schwächer nach vorne gerichtet;

die Abschnitte I sind jedoch nach vorn und in der Medianebene fast gegeneinander gerichtet.

Der Knorpelstrang bildet dabei folgende Auskrümmungen:

Teil IV + Teil III — die Krümmung C zur lateralen Seite;

Teil III + Teil II — die Krümmung B zur medialen Seite;

Teil II + Teil I — die Krümmung A zur lateralen Seite.

1. *Corvus cornix.*

Nr. 1. Oberkiefer-Scheitellänge 4,5 mm (Fig. 2 u. 3). An der ventralen Seite des noch recht unentwickelten Unterkiefers befinden sich zwei selbständige dicke Wülste. Vorknorpel- oder Knorpelgewebe sind in der horizontalen Schnittserie noch nicht zu sehen.

Nr. 2. Oberkiefer-Scheitellänge 4,8 mm (Fig. 4 u. 5). Dieses Stadium ist bereits etwas grösser, wenn auch in der Form des Unterkiefers sehr ähnlich dem Stadium Nr. 1. Auch hier sind in der horizontalen Schnittserie weder Vorknorpel- noch Knorpelgewebe zu entdecken.

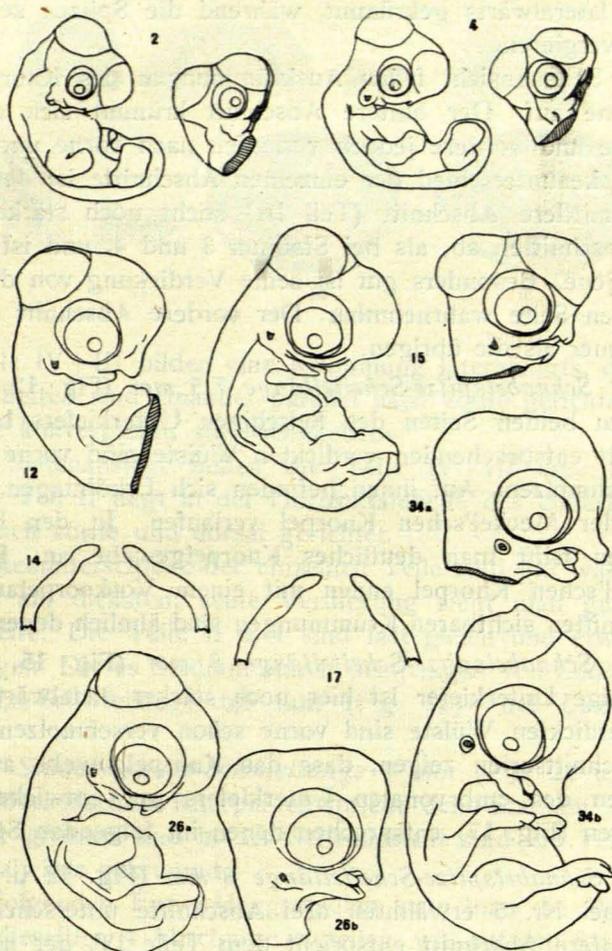
Nr. 3. Oberkiefer Scheitellänge 5,9 mm (Fig. 6 u. 7). Die Meckel'schen Knorpel sind bereits entwickelt, und zwar stabförmig und leicht gekrümmt. Sie verlaufen in der Richtung von hinten lateral nach vorne medial. Man könnte hier das Unterkieferskelett in eine vordere Vorknorpel- und eine hintere Knorpelregion einteilen. Die letztere ist lateralwärts gekrümmt, lässt sich gut färben und entspricht den Teilen IV + III unserer schematischen Einteilung. Die vordere Region entspricht den Teilen II + I, wobei die Distalenden sozusagen einen Anhang des übrigen Knorpel bilden. Dieser Teil ist hell und nur wenig färbbar; er besteht aus Vorknorpelgewebe und unterscheidet sich wenig von dem ihn umgebenden Bindegewebe, in welches er allmählich übergeht. Die Entfernung zwischen den leicht lateralwärts gekrümmten Vorderenden ist gleich der Länge des ganzen Knorpels.

In der Seitenansicht betrachtet liegen die Meckel'schen Knorpel in der Horizontalebene des Unterkiefers, nur die hellen Vorderenden sind nach vorne und etwas dorsalwärts gerichtet. Der Dickenunterschied der beiden Teile ist gut wahrnehmbar. Das Distalende der knorpeligen Region, d. h. der Teil III, ist etwas dicker, geblähter, als die übrigen Teile. Die vorknorpelige Region, d. h. Teil II + I, ist bedeutend dünner als die hintere.

In den folgenden Entwicklungsstadien werden die Meckel'schen Knorpel ständig grösser und ihre Distalenden konvergieren immer stärker, weshalb ich eine Wiederholung dieses Umstandes in jedem einzelnen Falle unterlasse.

Nr. 4. Schnabelspitze-Scheitellänge 6 mm (Fig. 8 u. 9). Die Meckel'schen Knorpel sind ihrer Form nach sehr ähnlich dem vorhergehenden Stadium.

Nr. 5. Schnabelspitze-Scheitellänge 7 mm (Fig. 10 u. 11). Die



Meckel'schen Knorpel kann man hier in 3 Abschnitte zergliedern, und zwar in einen hinteren, einen mittleren und einen vorderen Abschnitt. Der hintere Abschnitt entspricht dem Teile IV unserer Einteilung und ist lateralwärts gekrümmt. Der mittlere Abschnitt stimmt mit Teil III überein und besteht aus dem, schon auf den vorherigen Stadien erwähnten, verdickten Teil. Diese Abschnitte verlaufen fast einander parallel nach vorne. Der vordere Abschnitt endlich entspricht den Teilen II+I. Er hat sich aus dem erwähnten hellen Vorknorpelanhang entwickelt und lässt sich mit Methylgrün färben, wenn auch heller als die übrigen Partien. Seine Distalenden gehen allmählich in das sie umgebende Gewebe über. Dieser vordere Ab-

schnitt ist lateralwärts gekrümmt, während die Spitzen seiner Distalenden konvergieren.

In der Seitenansicht fallen Auskrümmungen des Knorpels in der Sagittalebene auf. Der hintere Abschnitt krümmt sich dorsalwärts, der mittlere und vordere jedoch verlaufen nach vorne und dorsal.

Der Dickenunterschied der einzelnen Abschnitte ist deutlich sichtbar. Der mittlere Abschnitt (Teil III) sticht noch stärker von den übrigen Abschnitten ab, als bei Stadium 3 und 4, und ist bedeutend dicker als jene. Besonders gut ist seine Verdickung von der lateralen und dorsalen Seite wahrnehmbar. Der vordere Abschnitt (Teil II+I) ist viel dünner als die übrigen.

Nr. 6. Schnabelspitze-Scheitellänge 7,5 mm (Fig. 12, 13 u. 14). Die sich zu beiden Seiten des fleischigen Unterkiefers befindenden, dem Skelett entsprechenden verdickten Wülste sind vorne noch nicht völlig verschmolzen. Auf ihnen befinden sich Erhöhungen, die in der Richtung der Meckel'schen Knorpel verlaufen. In den horizontalen Schnittserien trifft man deutliches Knorpelgewebe an. Die Spitzen der Meckel'schen Knorpel enden mit einem Vorknorpelanhang. Die in den Schnitten sichtbaren Krümmungen sind ähnlich denen der Nr. 5.

Nr. 7. Schnabelspitze-Scheitellänge 8 mm (Fig. 15, 16 u. 17). Der fleischige Unterkiefer ist hier noch stärker distalwärts gestreckt und die verdickten Wülste sind vorne schon verschmolzen. Die horizontalen Schnittserien zeigen, dass das Knorpelgewebe auch in den Vorderenden des embryonalen Unterkiefers gut entwickelt ist. Die Krümmungen (Fig. 17) entsprechen denen im folgenden Stadium.

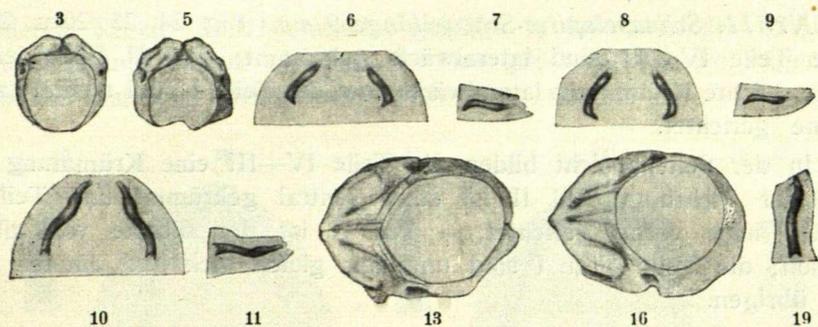
Nr. 8. Schnabelspitze-Scheitellänge 8 mm (Fig. 18 u. 19). Man kann die bei Nr. 5 erwähnten drei Abschnitte unterscheiden.

Der hintere Abschnitt entspricht dem Teile IV, der mittlere dem Teile III und der vordere Abschnitt den Teilen II+I. Der erste Abschnitt ist lateralwärts gekrümmt, der zweite ist kurz und medial nach vorne gerichtet, während der letzte wieder lateralwärts gekrümmt ist, wobei die Distalenden konvergieren.

In der Seitenansicht bilden der hintere und mittlere Abschnitt zusammen eine dorsale Krümmung. Der vordere Abschnitt hat sich gut gefärbt, und verläuft nach vorne und dorsal.

Der mittlere Abschnitt (Teil III) ist dicker als die übrigen, unterscheidet sich von denselben aber nicht so scharf wie auf Stadium Nr. 5. Der vordere Abschnitt (Teil II+I) erscheint am dünnsten.

Nr. 9. Schnabelspitze-Scheitellänge 8,1 mm (Fig. 20 u. 21). Es sind deutlich vier Abschnitte, entsprechend den 4 Teilen unserer Einteilung, sichtbar.



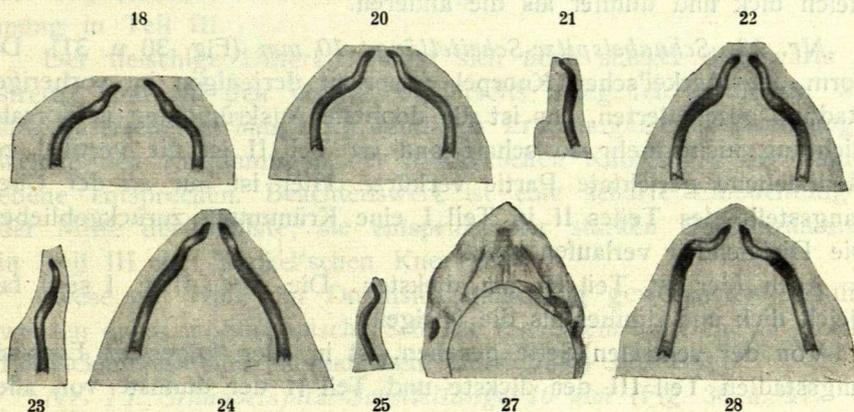
Die Teile IV+III bilden eine Krümmung lateralwärts, die Teile II der beiden Seiten sind einander parallel nach vorne gerichtet, und die ersten Teile konvergieren zur Medialebene.

In der Seitenansicht bilden die Teile IV+III eine Krümmung dorsalwärts, Teil II liegt in der Horizontalebene des Unterkiefers und Teil I ist nach vorne und dorsal gerichtet.

Die Dickenunterschiede der einzelnen Teile sind gut wahrnehmbar. Teil III ist am dicksten, seine Verdickung sieht man gut von der ventralen Seite. Die Teile II u. I sind fast gleich und etwas dünner als die übrigen. Dieses Stadium ähnelt demjenigen von *Columba Livia*, Schnabelspitze-Scheitellänge 6,5 mm (Fig. 12) bei *Lebedinsky* (1917).

Nr. 10. Schnabelspitze-Scheitellänge 9 mm (Fig. 22 u. 23). Die Form der Meckel'schen Knorpel entspricht dem Stadium Nr. 9, nur sind sie hier grösser, und in der Seitenansicht sind die Teile IV+III stärker dorsalwärts gekrümmt.

In den folgenden Entwicklungsstadien kann man die Meckel'schen Knorpel in dieselben 4 Abschnitte einteilen, wie auf den Stadien Nr. 9 u. 10, weshalb eine ständige Wiederholung unterbleiben soll.



Nr. 11. Schnabelspitze-Scheitellänge 9 mm (Fig. 24, 25, 26 u. 27). Die Teile IV+III sind lateralwärts gekrümmt; Teil II bildet eine neue, leichte Krümmung lateralwärts, und die Teile I sind medial nach vorne gerichtet.

In der Seitenansicht bilden die Teile IV+III eine Krümmung in dorsaler Richtung, Teil II ist stark ventral gekrümmt und Teil I dorsal nach vorne gerichtet. — Teil II ist der dickste von allen Teilen; die Teile II u. I sind ungefähr gleich dick und dünner als die übrigen.

Der fleischige Unterkiefer ist noch stärker distalwärts gestreckt. Ventral befinden sich beiderseits die Unebenheiten aufweisenden Wülste, welche den Krümmungen der Meckel'schen Knorpel entsprechen. In der Mitte dieser Wülste befindet sich eine Erhöhung, welche der dorsalen Krümmung der Teile IV+III entspricht. Distal und proximal von derselben sind andere Erhöhungen wahrnehmbar, entsprechend den ventralen Krümmungen im Teile II und IV der Meckel'schen Knorpel. Die Enden des embryonalen Unterkiefers sind bereits völlig verknorpelt.

Nr. 12. Schnabelspitze-Scheitellänge 9 mm (Fig. 28 u. 29). Durch verschiedene neue Auskrümmungen ist die Form der Meckel'schen Knorpel komplizierter geworden. Teil IV bildet eine leichte Krümmung medialwärts und verläuft dorsal nach vorne. Teil III ist medial nach vorne gerichtet, doppelt dorsalwärts gekrümmt. Im Teil II biegen sich die Meckel'schen Knorpel zuerst im rechten Winkel ventralwärts, d. h. von der Horizontalebene des Unterkiefers nach unten; danach nähern sie sich einander und konvergieren senkrecht zur Medialebene, um sich in Teil I fortzusetzen, welcher nach vorne und dorsal verläuft.

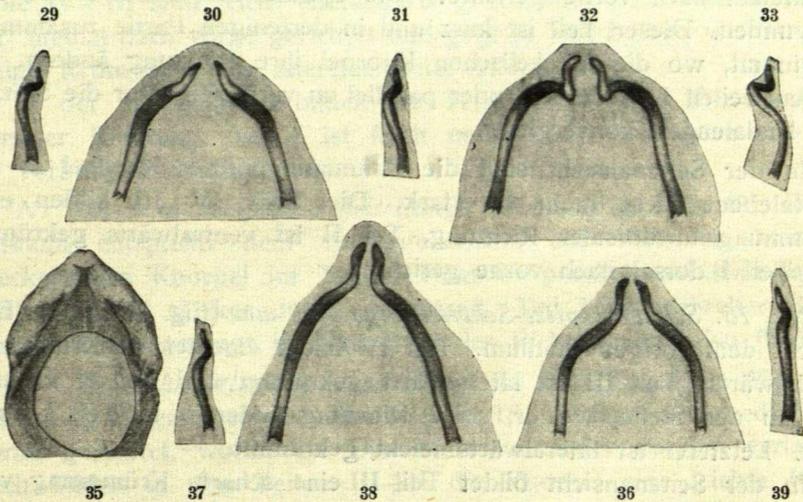
Teil III ist am dicksten von allen Teilen. Teil I und II sind fast gleich dick und dünner als die anderen.

Nr. 13. Schnabelspitze-Scheitellänge 10 mm (Fig. 30 u. 31). Die Form der Meckel'schen Knorpel entspricht derjenigen im vorherigen Stadium geschilderten, nur ist die doppelte Auskrümmung in dorsaler Richtung nicht mehr so scharf und im Teil II ist die vertikal zur Medialebene gerichtete Partie verkürzt. Hier ist nur an der Übergangsstelle des Teiles II in Teil I eine Krümmung zurückgeblieben. Die Distalenden verlaufen spitz.

Auch hier ist Teil III am dicksten. Die Teile II u. I sind fast gleich dick und dünner als die übrigen.

Von der ventralen Seite gesehen, ist in allen folgenden Entwicklungsstadien Teil III der dickste und Teil II der dünnste von allen

anderen Teilen. Teil I erscheint gebläht, in lateromedialer Richtung erweitert und breiter als Teil II. Das gilt auch für die folgenden Stadien, ohne im Besonderen erwähnt zu werden.



Nr. 14. Schnabelspitze-Scheitellänge 10 mm (Fig. 32, 33, 34 u. 35). Die Form der Meckel'schen Knorpel ist spiralförmig und äusserst kompliziert. Teil IV bildet eine leichte Krümmung ventral- und medialwärts. Teil III ist medial und stark dorsal nach vorne gerichtet. Teil II richtet sich erst ventral und medial, um dann, sich zusammenkrümmend, umzubiegen und in Form einer lateral und dorsal gerichteten Spirale zu verlaufen. Teil I ist lateralwärts gekrümmt. Die Distalenden der Meckel'schen Knorpel konvergieren.

In der Seitenansicht bilden die Knorpel starke Krümmungen in der Sagitalebene; besonders auffällig ist eine tiefe dorsale Auskrümmung in Teil III.

Der fleischige Unterkiefer hat sich noch stärker distalwärts gestreckt, und auf den ventral, beiderseits gelegenen verdickten Wülsten unterscheidet man noch deutlicher Erhöhungen und Vertiefungen, welche den Krümmungen der Meckel'schen Knorpel in der Sagitalebene entsprechen. Beachtenswert ist eine scharfe Einbuchtung in der Mitte der Wülste; sie entspricht der starken Dorsalkrümmung in Teil III der Meckel'schen Knorpel.

Diese mit Hilfe der Durchsichtigmachung gewonnenen Resultate werden durch mikroskopische Schnitte (an einem anderen, im gleichen Entwicklungsstadium befindlichen Individuum) bekräftigt.

Nr. 15. Schnabelspitze-Scheitellänge 10 mm (Fig. 36 u. 37). Die

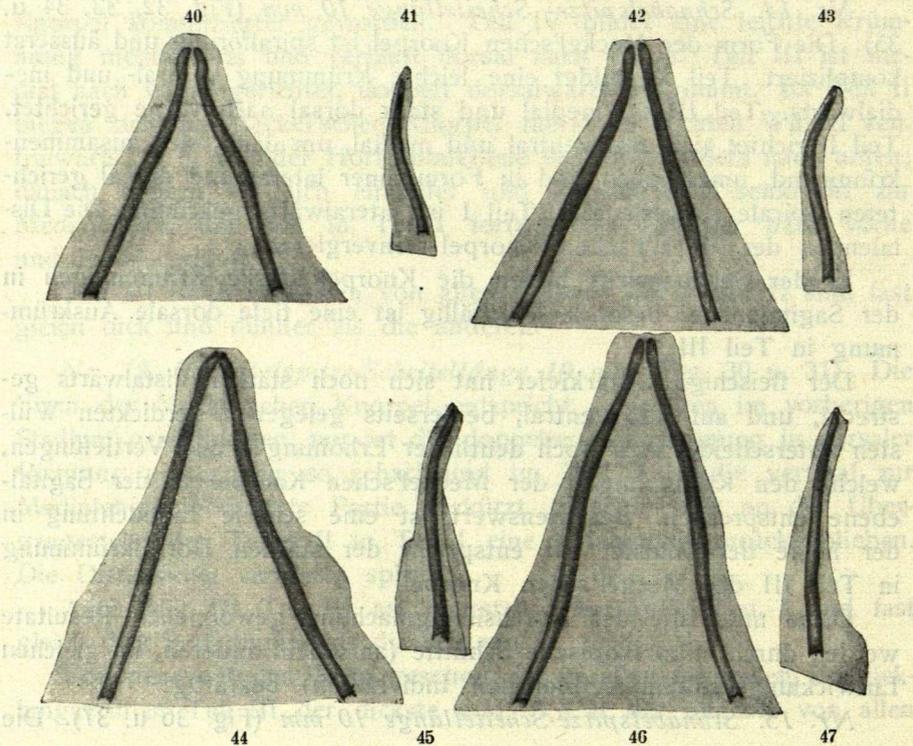
Form der Meckel'schen Knorpel hat sich im Vergleich zum vorigen Stadium vereinfacht und entspricht mehr den Stadien 9 und 10.

Die Teile IV verlaufen einander parallel nach vorne; Teil III ist medial nach vorne gerichtet. Die Spirale des Teiles II ist verschwunden. Dieser Teil ist kurz und in derjenigen Partie zusammengekrümmt, wo die Meckel'schen Knorpel ihre Richtung ändern, um in den Teilen I wieder einander parallel zu verlaufen. Nur die Spitzen der Distalenden konvergieren.

In der Seitenansicht sind die Krümmungen der Knorpel in der Sagalebene nicht mehr so stark. Die Teile IV+III bilden eine Krümmung in dorsaler Richtung, Teil II ist ventralwärts gekrümmt und Teil I dorsal nach vorne gerichtet.

Nr. 16. Schnabelspitze-Scheitellänge 10,3 mm (Fig. 38 u. 39). Entspricht dem vorigen Stadium. Teil IV bildet eine leichte Krümmung medialwärts. Teil III ist lateralwärts gekrümmt und Teil II krümmt sich an der Stelle, wo er, seine Richtung ändernd, in Teil I übergeht. Letzterer ist lateralwärts leicht gekrümmt. —

In der Seitenansicht bildet Teil II eine scharfe Krümmung ventral- und Teil III eine leichte Krümmung dorsalwärts. Teil I erscheint



gebläht, erweitert in lateral-medialer und verengt in dorso-ventraler Richtung; mit andern Worten er ist flach. —

Nr. 17. Schnabelspitze-Scheitellänge 12 mm (Fig. 40 u. 41). Die Teile IV+III sind leicht lateralwärts gekrümmt. Teil II ist viel dünner, medial nach vorne gerichtet und geht in Teil I über, welcher eine kleine Krümmung zur lateralen Seite bildet.

In der Seitenansicht bilden die Teile III+II eine Krümmung in dorsaler Richtung. Teil I ist flach und verhält sich genau so wie im vorherigen Stadium.

Nr. 18. Schnabelspitze-Scheitellänge 13 mm (Fig. 42 u. 43). Dieses Stadium entspricht dem vorhergehenden, nur verlaufen hier die Meckel'schen Knorpel im Teile I einander parallel und sind in den Teilen III+II stärker dorsal gekrümmt. Teil I ist verbreitert in lateral-medialer, verengt in dorso-ventraler Richtung, ist also flach.

Nr. 19. Schnabelspitze-Scheitellänge 14 mm (Fig. 44 u. 45). Entspricht im allgemeinen dem Stadium Nr. 18, nur ist Teil I medial nach vorne gerichtet, wobei die Distalenden einander parallel verlaufen; auch bilden in den Teilen III+II die Knorpel eine leichte Krümmung in dorsaler Richtung. Teil I ist flach, wie in den vorherigen Stadien.

Dieses Entwicklungsstadium hat Ähnlichkeit mit dem Embryo von *Corvus corone*, Schnabelspitze-Scheitellänge 13,5 mm, Fig. 11, bei *Lebedinsky* (1917).

Nr. 20. Schnabelspitze-Scheitellänge 14 mm (Fig. 46 u. 47). Teil IV bildet eine Krümmung zur medialen Seite, Teil III ist lateralwärts gekrümmt und die Teile II+I medial nach vorne gerichtet. In der Seitenansicht bilden die Meckel'schen Knorpel an den Übergangsstellen der Teile IV—III, sowie III—II nur leichte dorsale Krümmungen. Teil I ist flach, wie in den vorherigen Stadien.

Nr. 21. Schnabelspitze-Scheitellänge 15 mm (Fig. 48 u. 49). Entspricht dem Stadium Nr. 20, nur sind die Auskrümmungen der Meckel'schen Knorpel in lateral-medialer, wie auch in dorso-ventraler Richtung viel flacher geworden.

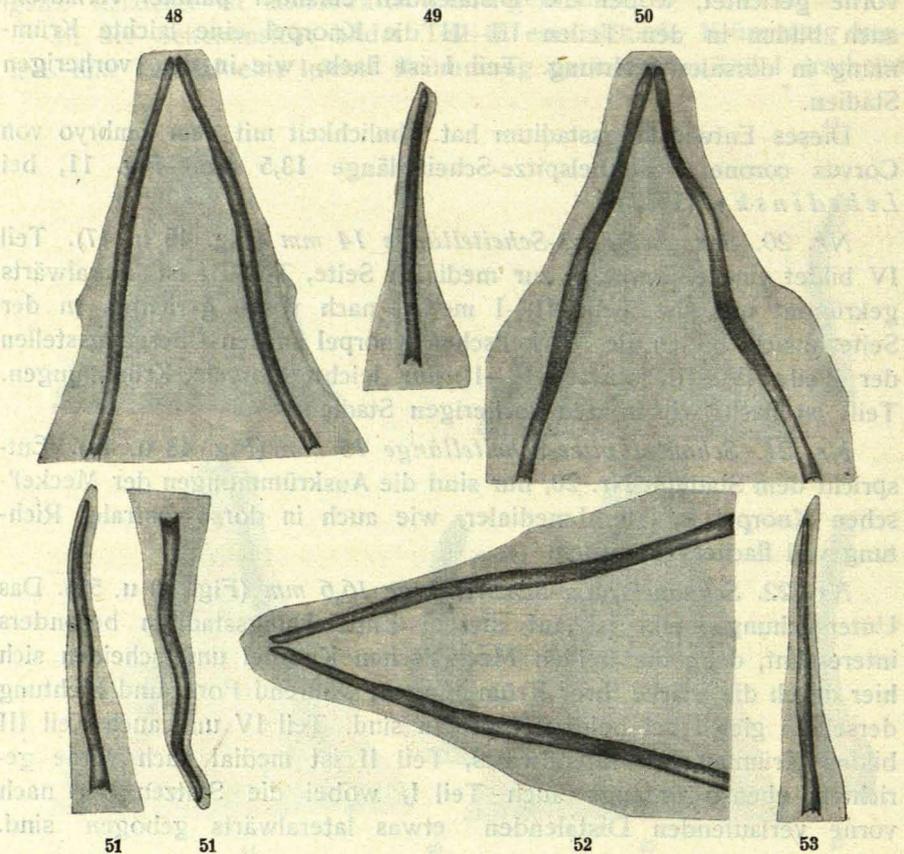
Nr. 22. Schnabelspitze-Scheitellänge 16,6 mm (Fig. 50 u. 51). Das Untersuchungsobjekt ist auf diesem Entwicklungsstadium besonders interessant, denn die beiden Meckel'schen Knorpel unterscheiden sich hier durch die Stärke ihrer Krümmungen, während Form und Richtung derselben gleich bei beiden Knorpeln sind. Teil IV und auch Teil III bilden Krümmungen lateralwärts, Teil II ist medial nach vorne gerichtet, ebenso anfangs auch Teil I, wobei die Spitzen der nach vorne verlaufenden Distalenden etwas lateralwärts gebogen sind.

Teil I ist flach, verbreitert in lateral-medialer und verengt in dorso-ventraler Richtung.

Auch bei den Entwicklungsstadien Nr. 3 u. 4 sind die Distalenden der Knorpel etwas lateralwärts gebogen, ebenso bei den 13- und 15-tägigen Entwicklungsstadien von *Anas boschas domestica* (Fig. 5 u. 6) und *Corvus corone*, Schnabelspitze-Scheitellänge 9 mm (Fig. 10) bei *Lebedinsky*.

An den Übergangsstellen der Teile IV—III, sowie III—II sieht man in der Seitenansicht Krümmungen in dorsaler Richtung.

Die Auskrümmungen des rechten Meckel'schen Knorpels sind bedeutend stärker als die des linken, welcher dem Stadium Nr. 21 ähnlich ist. Der rechte Knorpel entspricht mehr dem Stadium Nr. 20 und ist auch in der Horizontal- und Sagittalebene stärker gekrümmt. Es hat den Anschein, als ob der eine Knorpel in seiner Embryonalentwicklung zurückgeblieben wäre.



Nr. 23. Schnabelspitze-Scheitellänge 17 mm (Fig. 52 u. 53). Die Meckel'schen Knorpel sind lang und dick und verlaufen im Allgemeinen von hinten lateral nach vorne medial. Teil IV ist medial nach vorne gerichtet, Teil III bildet eine leichte Krümmung lateralwärts, die Teile II+I sind medial nach vorne, und die Distalenden nach vorne und etwas lateralwärts gerichtet. Die Entfernung zwischen den Distalenden entspricht einem Drittel der Knorpeldicke dieses Teiles. Teil I ist flach wie in den vorherigen Stadien.

In der Seitenansicht bilden die Knorpel in der Sagalebene keine Krümmungen.

Teil I dieses Stadiums ähnelt dem 15-tägigen Entwicklungsstadium von *Anas boschas domestica* (Fig. 6) bei *Lebedinsky*, 1917. Auch dort sind die Vorderenden der Meckel'schen Knorpel lateralwärts zurückgebogen, erscheinen jedoch nicht in solchem Masse erweitert.

Die Dickenunterschiede der einzelnen Knorpelteile sind die gleichen, bereits erwähnten. Teil III ist am dicksten und Teil II am dünnsten von allen anderen Teilen.

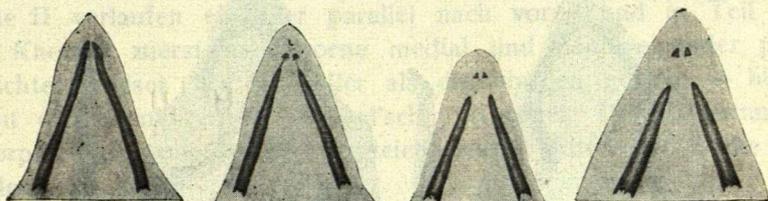
An den folgenden Entwicklungsstadien ändert sich die Form der Knorpel nicht, es treten keine neuen Krümmungen auf. In den Zeichnungen sind nur die Distalenden dargestellt, um die Reduktion der Meckel'schen Knorpel zu veranschaulichen; diese verläuft parallel der Entwicklung des Knochenskeletts des Unterkiefers.

Nr. 24. Ellbogen-Flügelspitzenlänge 18,5 mm (Fig. 54). Die Reduktion der Meckel'schen Knorpel beginnt im Teile I unweit des Distalendes und verläuft von der medialen zur lateralen Seite.

Nr. 25. Ellbogen-Flügelspitzenlänge 20 mm (Fig. 55). Die Reduktion verläuft in distal-proximaler Richtung.

Nr. 26. Ellbogen-Flügelspitzenlänge 23 mm (Fig. 56). Die Reduktion ist fortgeschritten. In Teil I sind die Meckel'schen Knorpel bereits unterbrochen. Distalwärts sind nur noch Knorpelinseln nachgeblieben.

Nr. 27. Schnabelspitze-Scheitellänge 30 mm. (Fig. 57). Die Reduktion der Meckel'schen Knorpel ist noch stärker fortgeschritten.



54

55

56

57

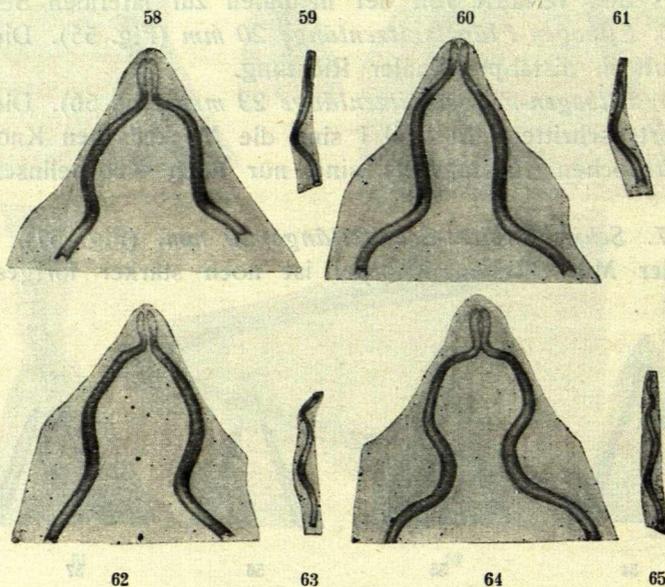
2. *Muscicapa grisola*.

Nr. 1. Ellbogen-Flügelspitzenlänge 8 mm (Fig. 58 und 59). Die Meckel'schen Knorpel sind gross und gut entwickelt. Ähnlich wie bei *Corvus cornix* kann man daran 4 Teile unterscheiden. Teil IV verläuft von hinten lateral nach vorne medial; Teil III bildet zuerst medialwärts eine engere und dann lateralwärts eine weitere Krümmung; Teil II ist medial nach vorne gerichtet und geht mit einer Krümmung in Teil I über; letzterer bildet eine kurze und sehr leichte Krümmung lateralwärts. Hier liegen die Knorpel dicht aneinander und sind heller, als in den übrigen Teilen gefärbt. Man hat den Eindruck, als ob hier bereits die Reduktion des Knorpelgewebes beginne.

In der Seitenansicht bildet Teil III eine starke Krümmung in dorsaler Richtung; am Treffpunkte der Teile II und I ist der Knorpel leicht dorsalwärts gekrümmt.

Teil III ist am dicksten; Teil II und I sind fast gleich dick und dünner als die übrigen Teile.

Nr. 2. Ellbogen-Flügelspitzenlänge 8 mm (Fig. 60 u. 61). Dieses Stadium ist älter als das vorhergehende. Die Meckel'schen Knorpel sind grösser, ähneln aber im Allgemeinen dem Stadium Nr. 1, nur verlaufen sie in Teil I einander parallel und bilden eine Krümmung dorsalwärts. Die Krümmung des Teiles III ist nicht mehr so tief, die dorsale Krümmung am Treffpunkte der Teile II+I ist jedoch besser entwickelt als in Stadium Nr. 1.



Nr. 3. *Ellbogen-Flügelspitzenlänge 8 mm* (Fig. 62 u. 63). Teil IV verläuft von hinten lateral nach vorne medial, Teil III krümmt sich erst medial- und dann lateralwärts, Teil II ist stark medial nach vorne gerichtet und Teil I bildet eine leichte und kurze Krümmung lateralwärts.

In der Seitenansicht ist die dorsale Krümmung von Teil III noch schwächer geworden, diejenige an der Verbindungsstelle der Teile II und I dagegen bedeutend verstärkt. Die Dickenunterschiede sind die gleichen wie in Stadium Nr. 1.

Nr. 4. *Ellbogen-Flügelspitzenlänge 8 mm* (Fig. 64 u. 65). Die Meckel'schen Knorpel sind stark lateral- und medialwärts gekrümmt und in ihrer Form sehr eigenartig. Teil IV bildet eine breite Krümmung lateralwärts. Teil III ist dicker und krümmt sich hier medialwärts, wird dann aber allmählich dünner und verläuft nach vorne medial. Teil II ist fast senkrecht zur Medialebene gerichtet und geht, sich zusammenkrümmend, in Teil I über. Letzterer bildet eine leichte Krümmung lateralwärts. Die Distalenden sind bedeutend heller als die übrigen Knorpelteile und liegen dicht nebeneinander.

In der Seitenansicht sind Auskrümmungen in dorso-ventraler Richtung vorhanden, d. h. dorsal gekrümmt sind die Verbindungsstellen der Teile IV—III, sowie III—II, und ausserdem Teil I.

Die Dickenunterschiede sind die gleichen wie beim Stadium Nr. 1.

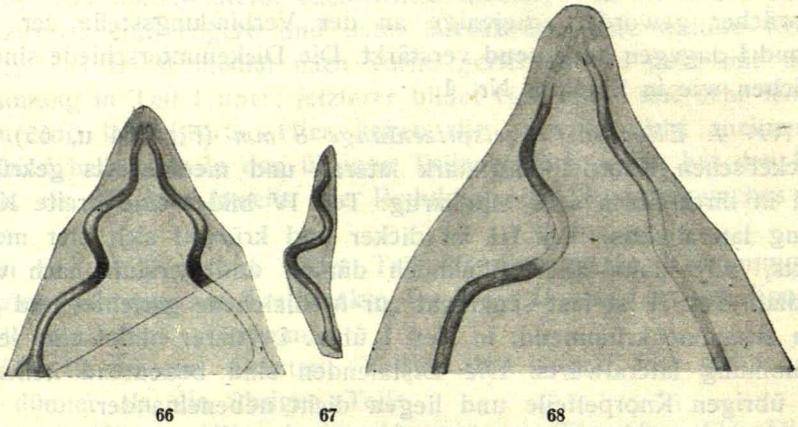
3. *Turdus iliacus*.

Nr. 1. *Ellbogen-Flügelspitzenlänge 11 mm* (Fig. 66 und 67). Die Meckel'schen Knorpel bilden tiefe wellenförmige Auskrümmungen, ähnlich den bereits erwähnten Stadien von *Muscicapa grisola*, nur sind hier diese Krümmungen noch ausgesprochener. Man kann dieselben vier Knorpelteile wie bei *Corvus cornix* und *Muscicapa grisola* unterscheiden.

Teil IV bildet eine weite Krümmung lateralwärts; der verdickte Teil III krümmt sich erst medial- und dann lateralwärts; die Teile II verlaufen einander parallel nach vorne und in Teil I sind die Knorpel zuerst nach vorne medial und dann einander parallel gerichtet. Dieser Teil ist heller als die übrigen gefärbt — hier beginnt die Reduktion der Meckel'schen Knorpel. Die Entfernung der Knorpelenden voneinander ist gleich einem Drittel der Dicke dieses Teiles.

In der Seitenansicht bildet Teil III eine tiefe Krümmung dorsal-

wärts. An der Verbindungsstelle der Teile II—I ist eine zweite dorsalgerichtete Krümmung vorhanden, welche schwächer als die erste erscheint. Teil III ist am dicksten, die Teile II und I sind fast gleich und dünner als die übrigen Teile.



Nr. 2. Ellbogen-Flügelspitzenlänge 12 mm (Fig. 68). Die Meckel'schen Knorpel sind dicker und länger. Im allgemeinen sind hier dieselben Teile mit denselben Krümmungen zu unterscheiden wie beim Stadium Nr. 1, nur sind hier die Krümmungen bedeutend flacher. Ausnahme hiervon bildet die mediale Krümmung des Teiles III am linken Knorpel, welche noch sehr stark ist. Hier begegnen wir derselben Eigenart wie bei *Corvus cornix*, da die beiden Meckel'schen Knorpel sich in ihrer Form unterscheiden. Der linke Knorpel mit seinen stärkeren Krümmungen in lateral-medialer Richtung entspricht mehr dem Stadium Nr. 1. Die Distalenden und die Mitte der Knorpel, wie auch der ganze proximale Teil des rechten Knorpels sind heller als die übrigen Teile gefärbt. Hier beginnt die Reduktion der Meckel'schen Knorpel, und aus obigem ersieht man, dass dieser Prozess am rechten Knorpel bereits fortgeschrittener ist als am linken. Es hat den Anschein, als ob der linke Knorpel noch nicht die gleiche Stufe der embryonalen Entwicklung erreicht hat wie der rechte.

In der Seitenansicht liegt der eine Knorpel bereits fast in der Horizontalebene des embryonalen Unterkiefers.

Die Dickenunterschiede sind gleich denjenigen bei Stadium Nr. 1 geschilderten.

4. *Passer domesticus*.

Nr. 1. Schnabelspitze-Scheitellänge 5 mm (Fig. 69 u. 70). Der Unterkiefer ist bereits gut entwickelt. An der Ventralseite des fleischigen Unterkiefers findet man beiderseits 2 wulstförmige Verdickungen, welche vorne verschmolzen sind und den Meckel'schen Knorpeln entsprechen. In der horizontalen Schnittserie sieht man, dass die Bildung der Meckel'schen Knorpel bereits begonnen hat. In den beiden hinteren Teilen ist gut entwickeltes Knorpelgewebe anzutreffen, die beiden vorderen Teile dagegen bestehen noch aus Vorknorpelgewebe.

Nr. 2. Schnabelspitze-Scheitellänge 5 mm. Die Meckel'schen Knorpel sind ziemlich gross und verlaufen von hinten lateral nach vorne medial. Auch hier kann man, wie bei den vorherigen Untersuchungsobjekten, die Knorpel in vier Teile zergliedern.

Die Teile IV+III bilden eine längere und Teil II eine kürzere Krümmung lateralwärts. Teil I ist stark nach vorne zur Medialebene gerichtet. Die Entfernung der Distalenden voneinander ist gleich der Knorpeldicke dieses Teiles. Teil I ist heller als die übrigen Abschnitte und besteht aus Vorknorpelgewebe. Die Spitzen der Distalenden verschmelzen allmählich mit dem sie umgebenden Bindegewebe.

In der Seitenansicht bilden die Teile IV+III eine leichte und breite, Teil II dagegen eine kurze Krümmung ventralwärts.

In der Ventralansicht ist Teil I erweitert (gebläht) in lateral-medialer Richtung und bedeutend dicker als Teil II. Seine Breite entspricht ungefähr der Dicke des Teiles III; hinsichtlich seiner Dicke übertrifft er jedoch nur wenig Teil IV.

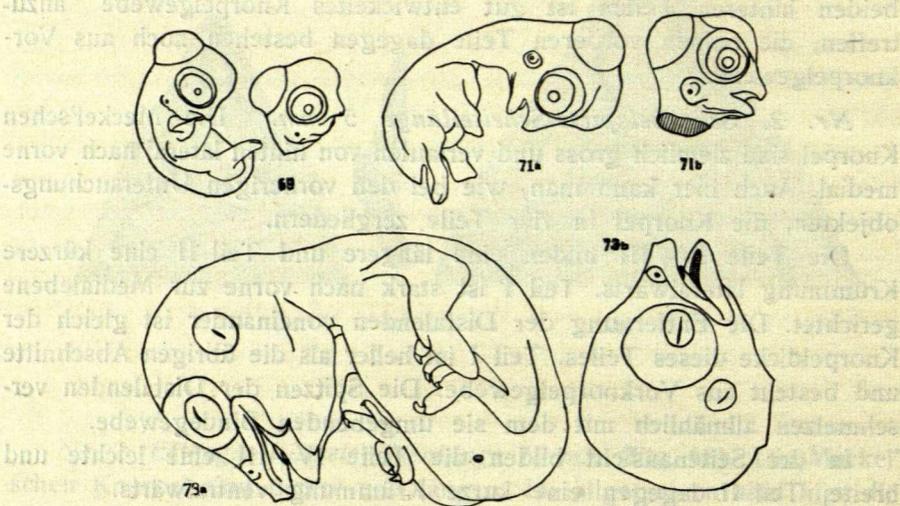
Ventral gesehen, haben die Meckel'schen Knorpel grosse Ähnlichkeit mit dem Stadium Nr. 11 von *Corvus cornix* (Fig. 24).

Nr. 3. Schnabelspitze-Scheitellänge 5,5 mm. Die Form der Knorpel unterscheidet sich im allgemeinen wenig vom Stadium Nr. 2, nur sind sie grösser und die Krümmungen lateralwärts gerichtet.

Die Teile IV+III und II sind flacher und breiter geworden; ihre Krümmungen sind ventralwärts gerichtet. Diese Teile sind kaum wahrnehmbar. In Teil I sind die Knorpel besser gefärbt, immerhin aber heller als in den übrigen Teilen. In der Ventralansicht ist Teil I breiter als in der Seitenansicht und wirkt medialwärts gebläht. In dorso-ventraler Richtung ist er verdünnt.

Nr. 4. Schnabelspitze-Scheitellänge 7 mm (Fig. 71 u. 72). Der fleischige Unterkiefer ist stark in distaler Richtung gestreckt. Auf seinen verdickten Wülsten findet man Erhöhungen und Einbuchtungen, deren Richtung mit den dorso-ventralen Auskrümmungen der Meckel'schen Knorpel übereinstimmen.

In den Schnittserien kann man die 4 bereits erwähnten typischen Auskrümmungen der Knorpel unterscheiden.



Nr. 5. Schnabelspitze-Scheitellänge 7 mm. Im Teile IV sind die Meckel'schen Knorpel einander parallel nach vorne gerichtet. Teil III ist lateralwärts gekrümmt, ebenso auch Teil II, nur ist dessen Krümmung breiter. Teil I ist medial nach vorne gerichtet und erscheint heller als die übrigen Teile gefärbt.

In der Seitenansicht bildet Teil III eine kurze, flache Krümmung ventralwärts. Teil I ist breiter in lateral-medialer und enger in dorso-ventraler Richtung. Seine Breite ist fast gleich der Dicke des Teiles III, beide Teile sind die dicksten. Dieses Stadium ähnelt in vielem dem 13-tägigen Entwicklungsstadium von *Anas boschas domestica* (Fig. 5) bei *Lebedinsky*, 1917.

Nr. 6. Schnabelspitze-Scheitellänge 7,5 mm. Dieses Stadium unterscheidet sich nur wenig vom vorhergehenden. Teil IV ist medial nach vorne gerichtet, Teil III bildet eine geringe und kurze, die Teile II+I eine breitere und längere Krümmung lateralwärts. Die Spitzen der Distalenden sind fast gegeneinander gerichtet und die Entfernung

zwischen ihnen ist halb so gross wie die Dicke dieses Knorpelteiles. Teil I ist heller als die übrigen Teile gefärbt.

In der Seitenansicht sind in der Sagalebene keine starken Krümmungen vorhanden, nur Teil II+I bildet eine leichte Krümmung dorsalwärts. Teil I ist verbreitert in lateral-medialer und verdünnt in dorso-ventraler Richtung, also abgeflacht. Die Breite dieses Teils ist fast gleich der Dicke des Teiles III., Beide Teile sind die dicksten.

Das *Lebedinsky'sche* Entwicklungsstadium von *Passer domesticus*, Schnabelspitze-Scheitellänge 7,6 mm (Fig. 7), könnte zwischen den Stadien Nr. 6 und 7 meiner Arbeit eingegliedert werden. Es entspricht in vielem dem Stadium Nr. 6.

Nr. 7. Schnabelspitze-Scheitellänge 7,7 mm. Die Meckel'schen Knorpel sind grösser geworden, doch hat sich ihre Form nur wenig verändert und entspricht im allgemeinen dem vorhergehenden Stadium.

Die laterale Krümmung des Teiles III ist kaum wahrnehmbar. Die Teile II verlaufen einander parallel nach vorne, Teil I ist dagegen nach vorne und stark medial gerichtet.

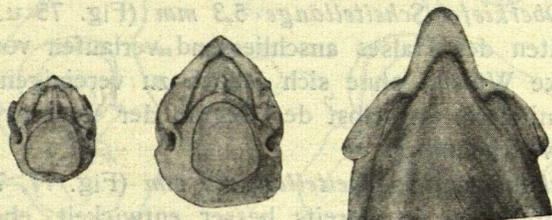
In der Seitenansicht bildet Teil III eine kurze leichte Krümmung ventralwärts. Teil I ist ventral gerichtet.

Die Breite des Teiles I ist fast gleich der Dicke des Teiles III. Diese beiden Teile sind die dicksten.

Nr. 8. Schnabelspitze-Scheitellänge 8 mm. Die Meckel'schen Knorpel haben sich stark gestreckt. Teil III bildet eine leichte und kurze Krümmung lateralwärts. Die Entfernung zwischen den hier gut gefärbten Distalenden beträgt die Hälfte der Dicke dieses Knorpelteiles.

In der Seitenansicht sind fast gar keine Krümmungen sichtbar.

Teil I ist erweitert in lateral-medialer und verengt in dorso-ventraler Richtung, also flach. Auch hier ist seine Breite fast gleich der Dicke des Teiles III, und beide Teile sind die dicksten.



Nr. 9. Schnabelspitze-Scheitellänge 8,3 mm. Dieses Stadium entspricht dem vorhergehenden. Die flache Form des Teiles I ist hier noch deutlicher sichtbar. Seine dünnste Stelle liegt in der Mitte zwischen der dorso-ventralen und latero-medialen Krümmung. Mit seinem abgeflachten Teile I entspricht dieses Stadium dem 15-tägigen Entwicklungsstadium von *Anas boschas domestica* (Fig. 6) bei *Lebedinsky* (1917), seiner Form nach jedoch dem Stadium Nr. 23 von *Corvus cornix* in meiner Arbeit.

Dem Grösse nach folgt diesem Stadium dasjenige von *Passer domesticus*, Schnabelspitze-Scheitellänge 8,5 mm (Fig. 8 bei *Lebedinsky*, 1917).

Nr. 10. Schnabelspitze-Scheitellänge 12 mm (Fig. 73 und 74). Der Unterkiefer mit dem bereits verhornten Schnabel ist gut entwickelt. Ventral gesehen, erstrecken sich an beiden Seiten der Kiefer zwei längliche Erhöhungen in der Richtung vom Hornschnabel zum Halse. Sie entsprechen dem Unterkieferskelett. — Ein Durchsichtigmachen dieses Stadiums wurde nicht vorgenommen.

Nr. 11. Schnabelspitze-Scheitellänge 13,5 mm. Die Form der Meckel'schen Knorpel hat sich vereinfacht. Sämtliche Auskrümmungen in der Horizontal- und Sagitalebene sind verschwunden. Die Knorpel verlaufen von hinten lateral nach vorne medial und liegen in der Horizontalebene des Unterkiefers. Die Entfernung der Distalenden voneinander ist gleich einem Drittel der Knorpeldicke dieses Teiles.

Die Reduktion der Meckel'schen Knorpel beginnt in Teil I unweit der Distalenden und ventral von der medialen und lateralen Seite.

Nr. 12. Schnabelspitze-Scheitellänge 18 mm. Die Reduktion der Knorpel ist in proximal-distaler Richtung fortgeschritten. Teil I ist bereits vollkommen reduziert und Teil II bricht scharf ab.

5. *Larus ridibundus*.

Nr. 1. Oberkiefer-Scheitellänge 5,3 mm (Fig. 75 u. 76). Ventral, an beide Seiten des Halses anschliessend verlaufen vorne zwei selbständige dicke Wülste, ohne sich jedoch zu vereinigen. In der horizontalen Schnittserie ist selbst der Beginn der Vorknorpelentwicklung noch nicht wahrnehmbar.

Nr 2. Schnabelspitze-Scheitellänge 6 mm (Fig. 77, 78 u. 79). Der fleischige Unterkiefer ist bereits besser entwickelt, ebenso auch die beiden verdickten Wülste, welche vorne konvergieren, sich aber noch

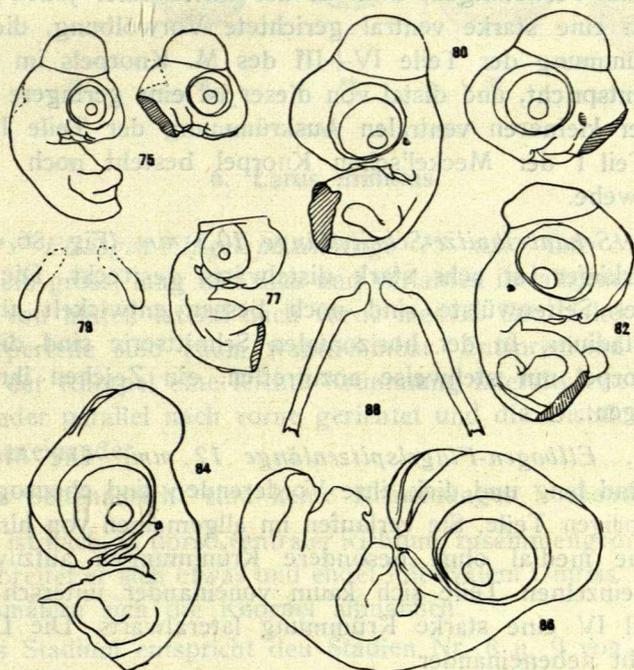
nicht vereinigt haben. Die Entwicklung des Vorknorpelgewebes hat begonnen.

Nr. 3. Schnabelspitze-Scheitellänge 8 mm (Fig. 80 u. 81). Die Entwicklung des Unterkiefers ist fortgeschritten. Die Wülste beginnen vorne zu verwachsen. Die sich auf ihnen befindenden Erhöhungen und Einbuchtungen entsprechen den Krümmungen des knorpeligen Unterkieferskeletts in der Sagitalebene. Aus der horizontalen Schnittserie ergibt sich, dass im hinteren Abschnitte des Unterkiefers sich bereits Knorpelgewebe gebildet hat, während am vorderen Ende die Entstehung des Vorknorpelgewebes noch im Beginn ist.

Nr. 4. Schnabelspitze-Scheitellänge 8 mm (Fig. 82 u. 83). Dieser Embryo ist dem Stadium Nr. 3 ähnlich, nur sind die beiden Wülste stärker verdickt, verschmälern sich aber nach vorne hin bedeutend und sind bereits miteinander verwachsen.

Die mikroskopischen Schnitte zeigen, dass der Knorpel in allen Hauptteilen gut entwickelt ist.

Das von *Lebedinsky* (1917) erwähnte Entwicklungsstadium von *Larus ridibundus*, Schnabelspitze-Scheitellänge 8 mm, kann, seinen Knorpeldimensionen nach, hier, zwischen Stadium Nr. 4 u. 5, eingliedert werden.



Nr. 5. Schnabelspitze-Scheitellänge 9 mm. Dieses Stadium entspricht seiner äusseren Form nach dem vorherigen. Auch hier kann man an den Meckel'schen Knorpeln vier Teile unterscheiden. Teil IV bildet eine Krümmung lateralwärts, Teil III ist medial nach vorne gerichtet, die Teile II+I bilden sozusagen einen Anhang zum übrigen Knorpel und verlaufen nach vorne, stark medialwärts konvergierend. Diese Teile sind nur wenig färbbar und stechen nur wenig von dem sie umgebenden Bindegewebe ab, in welches die Spitzen der Distalenden allmählich übergehen. Die Entfernung der Distalenden voneinander ist gleich der Dicke dieses Knorpelteiles.

In der Seitenansicht bilden die Teile IV+III eine leichte Krümmung ventralwärts, ebenso auch die Verbindungsstelle der Teile III+II. Teil II richtet sich gerade dorsalwärts, d. h. der Meckel'sche Knorpel bildet hier mit der Horizontalebene des Unterkiefers einen rechten Winkel. Teil I ist nach vorne und etwas dorsal gerichtet. Teil III ist am dicksten; die Teile II u. I sind fast gleich dick und bedeutend dünner als die übrigen Abschnitte.

Nr. 6. Schnabelspitze-Scheitellänge 9,5 mm (Fig. 84 u. 85). Der Unterkiefer ist stark distalwärts gestreckt. Auf den ventral zu beiden Seiten des Unterkiefers befindlichen verdickten Wülsten sieht man, entsprechend den Auskrümmungen der Meckel'schen Knorpel, Erhöhungen und Vertiefungen, d. h. in der Mitte einer jeden Wulst befindet sich eine starke ventral gerichtete Vorwölbung, die der ventralen Krümmung der Teile IV+III des M. Knorpels im vorherigen Stadium entspricht, und distal von dieser ist eine geringere Erhöhung, welche der kleineren ventralen Auskrümmung der Teile III+II entspricht. Teil I der Meckel'schen Knorpel besteht noch aus Vorknorpelgewebe.

Nr. 7. Schnabelspitze-Scheitellänge 10,5 mm (Fig. 86, 87 u. 88). Der Unterkiefer ist sehr stark distalwärts gestreckt. Die Ausbuchtungen der Seitenwülste sind noch besser entwickelt als im vorherigen Stadium. In der horizontalen Schnittserie sind die Meckel'schen Knorpel nur stellenweise anzutreffen, ein Zeichen ihrer starken Krümmungen.

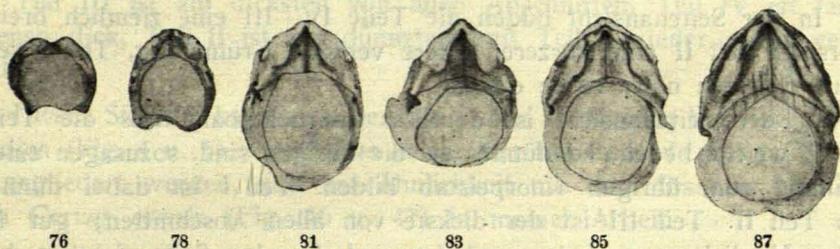
Nr. 8. Ellbogen-Flügelspitzenlänge 12 mm. Die Meckel'schen Knorpel sind lang und dick, ihre Vorderenden sind ebensogut gefärbt wie die übrigen Teile. Sie verlaufen im allgemeinen von hinten lateral nach vorne medial ohne besondere Krümmungen aufzuweisen, so dass die einzelnen Teile sich kaum voneinander unterscheiden; nur bildet Teil IV eine starke Krümmung lateralwärts. Die Distalenden liegen dicht nebeneinander.

In der Seitenansicht bilden die Teile IV+III eine leichte und breite Krümmung dorsalwärts.

Teil III ist dicker als die übrigen und die Teile II und I sind fast gleich dick und dünner als die anderen Abschnitte. Die einzelnen Teile gehen allmählich ineinander über.

Dieses Stadium hat Ähnlichkeit mit dem 10-tägigen Entwicklungsstadium von *Gallus domesticus*, Fig. 4, und *Columba livia*, Schnabelspitze-Scheitellänge 11 mm, Fig. 13, in *Lebedinsky's* Untersuchungen (v. Jahre 1917), wie auch mit dem Stadium Nr. 23 von *Corvus cornix* (Fig. 52) in der vorliegenden Arbeit.

Nr. 9. Schnabelspitze-Scheitellänge 21 mm. Dieses Stadium entspricht im allgemeinen dem vorhergehenden, nur sind die Meckel'schen Knorpel grösser, liegen in der Horizontalebene des Unterkiefers und bilden weder in der Sagittal- noch in der Horizontalebene irgendwelche Krümmungen.



6. *Larus minutus*.

Nr. 1. Ellbogen-Flügelspitzenlänge 15 mm. Die Meckel'schen Knorpel sind gross, lang und dick und verlaufen im allgemeinen in der Richtung von hinten lateral nach vorne medial. Die bisher erwähnten vier Knorperteile sind kaum wahrnehmbar. Entsprechend dem Teile IV bildet der Knorpel eine leichte Krümmung lateralwärts, die Teile I sind einander parallel nach vorne gerichtet und die Distalenden liegen dicht nebeneinander.

In der Seitenansicht sind keine Krümmungen vorhanden.

Teil I ist flach, in dorso-ventraler Richtung zusammengedrückt; distalwärts verbreitet er sich etwas und endet mit ovalem Umriss. Nach vorne zu verschmälern sich die Knorpel allmählich.

Dieses Stadium entspricht den Stadien Nr. 8 u. 9 von *Larus ridibundus*, nur ist hier, bei *Larus minutus*, der Teil I flacher.

Nr. 2. *Ellbogen-Flügelspitzenlänge* 9,5 mm. Dieses Stadium ist dem vorhergehenden sehr ähnlich. Der Teil I ist flach, doch ist seine für das Stadium Nr. 1 erwähnte Erweiterung hier kaum zu konstatieren.

7. *Gallus domesticus*.

Nr. 1. *Schnabelspitze-Scheitellänge* 9,5 mm. Die Entwicklung der Meckel'schen Knorpel ist bedeutend fortgeschritten, man kann alle 4 Teile unterscheiden. Die Teile IV+III bilden eine Krümmung lateralwärts, die Teile II sind einander parallel nach vorne gerichtet und Teil I verläuft nach vorne und stark medial. Dieser Teil ist der längste von allen. Die Spitzen seiner Distalenden gehen allmählich in das sie umgebende Bindegewebe über. Ganz unauffällig seine Färbung verstärkend, vereint sich dieser Teil an der hinteren Seite mit Teil II. Die Entfernung der Distalenden von einander ist gleich der Knorpeldicke dieses Teiles.

In der Seitenansicht bilden die Teile IV+III eine ziemlich breite dorsale, Teil II eine kürzere, tiefere ventrale Krümmung, Teil I verläuft dagegen nach vorne dorsal.

In der Seitenansicht ist deutlich wahrnehmbar, dass die Teile II+I, welche bedeutend dünner als die übrigen sind, sozusagen einen Anhang zum übrigen Knorpelstab bilden. Teil I ist dabei dünner als Teil II. Teil III ist der dickste von allen Abschnitten; gut ist seine Verdickung von der medialen und dorsalen Seite sichtbar, besonders an seinem vorderen Ende, wo dieser Teil stark medialwärts gebogen ist.

Dieses Stadium hat starke Ähnlichkeit mit dem Entwicklungsstadium Nr. 9 u. 10 von *Corvus cornix* in dieser Arbeit, und teilweise mit dem von *Fulica atra*, Schnabelspitze-Scheitellänge 10 mm (Fig. 5 u. 6) in *Lebedinsky's* Untersuchungen vom Jahre 1916. Bei *Fulica atra* ist die Verdickung des Teiles II besser von der lateralen und ventralen Seite zu sehen. Im allgemeinen hat dieses Stadium auch Ähnlichkeit mit dem 7-tägigen Entwicklungsstadium von *Gallus domesticus* Fig. 2 in *Lebedinsky's* Untersuchungen vom Jahre 1917, nur scheint mein Untersuchungsobjekt etwas jünger zu sein.

Nr. 2. *Ellbogen-Flügelspitzenlänge* 5 mm. Die Meckel'schen Knorpel sind viel dicker und länger geworden, ähneln aber in ihren Auskrümmungen dem Stadium Nr. 1. Die Entfernung der Distalenden voneinander ist gleich der Hälfte der Dicke dieses Knorpelteils.

Teil IV bildet eine leichte, kaum merkbare Krümmung lateralwärts.

Teil I ist gut gefärbt, doch sind die Distalenden immer noch heller als die übrigen Teile, haben sich aber vom umgebenden Gewebe abgesondert.

In der Seitenansicht ist die dorsale Krümmung der Teile IV+III flacher geworden als im Stadium Nr. 1, die ventrale Krümmung des Teiles II hat sich dagegen bedeutend vertieft.

Teil III ist dicker als die übrigen Teile, seine vordere mediale Blähung ist noch gut wahrnehmbar. Auch hier ist Teil I am dünnsten von allen Abschnitten.

Nr. 3. Ellbogen-Flügelspitzenlänge 10 mm. Die Entwicklung der Meckel'schen Knorpel ist bedeutend fortgeschritten. Teil IV bildet eine breite Krümmung lateralwärts. Die Teile III verlaufen einander parallel, Teil II medial und die Teile I parallel und dicht nebeneinander nach vorne.

In der Seitenansicht sind keine Krümmungen vorhanden.

Teil III ist am dicksten von allen Abschnitten, Teil IV ist fast ebenso dick, Teil II ist am dünnsten und Teil I wieder etwas verdickt.

Dieses Stadium kann zwischen die 9- und 10-tägigen Entwicklungsstadien (Fig. 4 u. 5) von *Gallus domesticus* bei *Lebedinsky* (1917) eingegliedert werden, und hat Ähnlichkeit mit dem Stadium Nr. 20 von *Corvus cornix* (Fig. 46 u. 47) in meiner Arbeit.

Nr. 4. Ellbogen-Flügelspitzenlänge 11 mm. Dieses Stadium entspricht dem vorhergehenden, nur bilden Teile III+II eine breite Krümmung lateralwärts.

8. *Sturnus vulgaris.*

Nr. 1. Ellbogen-Flügelspitzenlänge 9 mm. Dieses Stadium ist im allgemeinen gut entwickelt. An den hinsichtlich ihrer Länge und Dicke verhältnismässig gut entwickelten Meckel'schen Knorpeln kann man 4 Teile unterscheiden. Teil IV ist medial nach vorne gerichtet. Teil III bildet erst eine Krümmung in medialer Richtung und krümmt sich dann lateralwärts. Teil II ist medial nach vorne gerichtet und geht, sich zusammenbiegend, in Teil I über; hier verlaufen die beiden Meckel'schen Knorpel einander parallel nach vorne. Die Entfernung der Distalenden voneinander ist gleich der Hälfte der Dicke des Knorpelstabes an dieser Stelle.

In der Seitenansicht bildet der ganze Knorpel eine Krümmung dorsalwärts. In Teil III sind die Knorpel am dicksten, in Teil II und I dagegen fast gleich und dünner als in den anderen Teilen.

Dieses Stadium hat grosse Ähnlichkeit mit dem Entwicklungsstadium von *Emberiza citrinella*, Schnabelspitze-Scheitellänge 9 mm (Fig. 4) bei *Lebedinsky* und entspricht in einigem auch dem in meiner Arbeit geschilderten Stadium Nr. 2 (Fig. 58) von *Muscicapa grisola*.

Nr. 2. Ellbogen-Flügelspitzenlänge 9,1 mm. Entspricht dem vorherigen Stadium, nur bildet Teil III eine breite Krümmung lateralwärts und Teil I verläuft medial nach vorne. Dieses Stadium hat Ähnlichkeit mit dem Stadium Nr. 21 von *Corvus cornix* (Fig. 48) in der vorliegenden Arbeit.

Nr. 3. Ellbogen-Flügelspitzenlänge 9,5 mm. Entspricht ganz dem vorherigen Stadium.

Nr. 4. Ellbogen-Flügelspitzenlänge 10 mm. Die Meckel'schen Knorpel bilden keine bemerkenswerten Auskrümmungen, nur Teil III ist leicht lateralwärts gekrümmt. Die Distalenden verlaufen einander parallel nach vorne und die Entfernung zwischen ihnen gleicht der Hälfte der Dicke dieses Knorpelteiles.

In der Seitenansicht sind keine Krümmungen wahrnehmbar. Teil III ist am dicksten, die Teile II und I sind ungefähr gleich dick und fast 2 mal dünner als die anderen Abschnitte, in die sie allmählich übergehen.

IV. ZUSAMMENFASSUNG.

1. Bei ihrer Entwicklung wachsen die Meckel'schen Knorpel in distaler Richtung und sind im allgemeinen von hinten lateral nach vorne medial gerichtet. Sie werden grösser, d. h. dicker und länger, wobei ihre Distalenden sich allmählich nähern; ihr Verwachsen tritt jedoch nie ein.

2. In den jüngeren Entwicklungsstadien sind die Meckel'schen Knorpel fast gerade, erscheinen nur etwas in latero-medialer und dorso-ventraler Richtung gekrümmt und liegen in der Horizontalebene des embryonalen Unterkiefers.

Bei allen geschilderten Vogelarten bilden die Meckel'schen Knorpel in ihrer weiteren Entwicklung Krümmungen in der Horizontal- und

in der Sagittalebene des embryonalen Unterkiefers. Allmählich verstärken sich diese Krümmungen, um dann wieder schwächer zu werden, so dass die Knorpel auf älteren Stadien fast gerade verlaufen und nur etwas in der Horizontalebene gekrümmt erscheinen.

Die Verteilung und Stärke der Krümmungen sind bei den verschiedenen Vogelarten verschieden.

3. Die Reduktion der Meckel'schen Knorpel beginnt an ihrem Vorderende.

4. Bei einzelnen Exemplaren einiger Arten sind Unregelmäßigkeiten (und zwar asymmetrische sowie ungleich weit entwickelte Wachstumszustände) der Meckel'schen Knorpel desselben Unterkiefers zu verzeichnen.

Im allgemeinen kann man sagen, dass die Form der Meckel'schen Knorpel mit zunehmender Entwicklung ständig komplizierter wird, um später sich wieder zu vereinfachen, wonach dann die Reduktion des Knorpelgewebes eintritt.

Am Ende dieser Arbeit angelangt, sei nochmals hervorgehoben, dass, um eine richtige Vorstellung von der Eigenart, Stärke und Gesetzmässigkeit der ontogenetischen Formveränderungen der Meckel'schen Knorpel zu gewinnen, möglichst ununterbrochene Embryonalserien untersucht werden müssen. Erst nachdem eine grosse Anzahl von Arten in dieser Weise berücksichtigt sein wird, kann man hoffen, einiges Licht über das behandelte Phänomen, sei es auf dem Wege entwicklungsmechanischer oder phylogenetischer Schlussfolgerungen werfen zu können.

V. LITERATUR.

- Deubner:** Über die Muskulatur des Visceralskelettes der Urodelen. *Anat. Anzeiger*, Bd. 23, 1903.
- Fürbringer, M.:** Das Zungenbein der Wirbeltiere, insbesondere der Reptilien und Vögel. *Abhandlungen der Heidelb. Akad. der Wissenschaften*, Abt. B. 11. Abhandlung, 1922.
- Gadow, H. u. Selenka, E.:** Vögel. I. Anatomischer Teil. *Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs*, Bd. 5. 4. Abteilung, 1869—1891.
- Gaupp, E.:** Das Chondrocranium von *Lacerta agilis*. Ein Beitrag zum Verständnis des Amniotenschädels. *Anatom. Hefte von Merkel und Bonnet*, I. Abteilung. *Arbeiten aus Anatomischen Instituten*, B. 15, 1900.

- Gaupp, E.:** Die Entwicklung des Kopfskelettes. Hertwig's Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere, Bd. 3, Abt. 2, 1905.
- Gaupp, E.:** Beiträge zur Kenntnis des Unterkiefers der Wirbeltiere. Anat. Anzeig. Bd. 39, 1911.
- Gaupp, E.:** Zur Entwicklungsgeschichte und vergleichenden Morphologie des Schädels von *Echidna aculeata* var. *typica*. Semons Zoologische Forschungsreisen, Bd. 3, 2. Teil. (Jen. Denkschriften, Bd. 6, 2. Teil.), 1908.
- Hertwig, O.:** Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere, 6. Aufl., 1898.
- Jacoby, M.:** Ein Beitrag zur Kenntnis des menschlichen Primordialcraniums. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 44, 1895.
- Kunkel, B. W.:** Zur Entwicklungsgeschichte und vergleichenden Morphologie des Schildkrötenschädels. Anat. Anz., Bd. 39, 1911.
- Lebedinsky, N. G.:** Über die eigenartige Krümmung des embryonalen Meckel'schen Knorpels der Sauropsiden. Anat. Anz., Bd. 49, 1916.
- Lebedinsky, N. G.:** Ontogenetische Gestaltsveränderungen des Meckel'schen Knorpels der Sauropsiden. Anat. Anzeig., Bd. 50, 1917.
- Levi, G.:** Beitrag zum Studium der Entwicklung des knorpeligen Primordialcraniums des Menschen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 55, 1900.
- Lundvall:** Über Demonstration embryonaler Knorpelskelette. Anat. Anzeig., Bd. 25, 1904.
- Magitot, E. et Robin, Ch.:** Mémoire sur un organe transitoire de la vie foetale désigné sous le nom de cartilage de Meckel. Annales des sciences naturelles. 4. série, Zoologie. T. 18, 1862.
- Parker, T. J.:** Observations on the Anatomy and Development of Apteryx. Philosoph. Transact. R. Soc. London, Vol. 182 (B), 1892.
- Parker, W. K.:** On the structure and Development of the Skull of the Common Fowl (*Gallus domesticus*). Philosoph. Transact. R. Soc. London, Vol. 159, Part 2, 1870.
- Parker, W. K.:** On the structure and Development of the Skull of the Common Frog (*Rana temporaria*). Phil. Trans., Vol. 161, 1872.
- Parker, W. K.:** On the structure and Development of the Skull in the Salmo (*Salmo salar* L.). Phil. trans., Vol. 163, 1874.
- Parker, W. K.:** On the structure and Development of the Common Snake (*Tropidonotus natrix*). Philosoph. Transact. R. Soc. London, Vol. 169, Part 2, 1878.
- Parker, W. K.:** On the structure and Development of the Skull in the urodelous Amphibia. Part I. Phil. Trans., Vol. 167. — Part 2, 1877.
- Parker, W. K.:** On the structure and Development of the Skull in the Batrachia. Part 2. Phil. Trans., Vol. 166. — Part 2, 1877.
- Parker, W. K.:** Report on the Development of the Green Turtle (*Chelone viridis*, Schneid.). Report on the scientific Results of the Voyage of H. M. S. Challenger during the years 1873—76. Zoologie, Vol. I, 1880.
- Parker, W. K.:** On the Development of the Skull in the *Lepidosteus osseus*. Phil. Trans., Vol. 173. — Part 2, 1882.

- Parker, W. K.:** On the Structure and Development of the Skull in the Batrachia. Part 3. Phil. Trans., Vol. 172. — Part 1, 1883.
- Parker, W. K.:** On the Structure and Development of the Skull in Sturgeons (*Accipenser ruthenus* and *A. sturio*). Phil. Trans., Vol. 173. — Part 1, 1883.
- Parker, W. K.:** On the Structure and Development of the Skull in the Urodeles. Trans. Zool. Soc., London, Vol. 11, 1885.
- Parker, W. K.:** On the Structure and Development of the Skull in the Crocodilia. Transact. Zool. Soc., London, Vol. 11, 1885.
- Peyer, B.:** Die Entwicklung des Schädelskelettes von *Vipera aspis*. Morphol. Jahrb. Bd. 44, 1912.
- Peter, K.:** Die Entwicklung und funktionelle Gestaltung des Schädels von *Ichthyophis glutinosus*. Morphol. Jahrb., Bd. 25, 1898.
- Platt, J. B.:** The Development of the Cartilaginous Skull and of the Branchial and Hypoglossal Musculature in *Necturus*. Morphol. Jahrb., Bd. 25, 1898.
- Schenk, F.:** Studien über die Entwicklung des knöchernen Unterkiefers der Vögel. Sitzungsber. d. Math.-naturwiss. Kl. d. k. k. Akademie Wien, Bd. 106, Abt. 3, 1897.
- Schulze, F. E.:** Über die inneren Kiemen der Batrachierlarven. Zweite Mitteilung. Abhandl. d. k. Akademie Berlin, 1892.
- Schreiber, K.:** Zur Entwicklungsgeschichte des Walschädels. Das Primordialcranium eines Embryos von *Globiocephalus melos* (13,3 cm). Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ontogenie, Bd. 39, 1916.
- Sonies, F.:** Über die Entwicklung des Chondrocraniums und der knorpeligen Wirbelsäule bei den Vögeln. Petrus Camper, Bd. 4, 1907.
- Spalteholz, W.:** Über das Durchsichtigmachen von menschlichen und tierischen Präparaten. Leipzig, 1911.
- Tonkoff, W.:** Zur Entwicklungsgeschichte des Hühnerschädels. Anat. Anz. Bd. 18, 1900.
- Versluys, J.:** Das Streptostylie-Problem und die Bewegungen im Schädel bei Sauropsiden. Zool. Jahrb., Suppl., Bd. 15, 1912.
- Voit, M.:** Das Primordialcranium des Kaninchens unter Berücksichtigung der Deckknochen. Ein Beitrag zur Morphologie des Säugetierschädels. Anatom. Hefte von Merkel und Bonnet, Bd. 38, I. Abtlg., 1909.
- Williston, S. W.:** The Skull *Labidosaurus*. Americ. Journ. Anat., Vol. 10, 1910.
- Williston, S. W.:** A New Family of Reptiles from the Permian of New Mexico. Amer. Journ. Science, Fourth Series, Vol. 31, 1911.
- Winslow, G. M.:** The Chondrocranium in the Ichthyopsida. Tufts College Stud., Vol. 1. (auch in Proc. Essex Inst., Vol. 27), 1898.

(No L. Ū. Salīdzinošās anatomijas un eksperimentālās zooloģijas institūta.
Direktors: N. G. Lebedinsky)

Putnu embrionālā Meckel'a skrimšļa morfoloģija

E. Anšmits

Pamatojoties uz vairāku putnu sugu Meckel'a skrimšļa pētījumiem, autore nonāk pie šādiem slēdzieniem:

1. Meckel'a skrimšļi savā attīstībā aug distālā virzienā. Vispārīgi tie ir pakāļējā galā laterāli un priekšgalā mediali vērsti; augot tie kļūst lielāki, t. i. resnāki un garāki un to distālie gali pamazām tuvojas, bet saaugšana nekad nenotiek.

2. Jaunākās attīstības stādijās Meckel'a skrimslis ir gandrīz taisns, šķiet mazliet izliekts latero-mediālā un dorsoventrālā virzienā un guļ embrionālā apakšžokļa horicontālā plāksnē. Meckel'a skrimslis izveido savā tālākā attīstībā pie visām augšā aprakstītam putnu sugām izliekumus horicontālā un sagitālā embrionālā apakšžokļa plāksnē. Šie izliekumi pamazām pastiprinājas, bet pēc tam pakāpeniski izzūd, tā kā vecākās attīstības stādijās Meckel'a skrimslis ir atkal gandrīz pilnīgi taisns, tikai mazliet izliekts horicontālā plāksnē.

Dažādām putnu sugām ir novērojamas dažādības izliekuma stiprumā un sadalījumā.

3. Meckel'a skrimšļa redukcija iesākas skrimšļa priekšgalā.

4. Dažu sugu atsevišķiem eksemplāriem novērotas nevienmērīgas, t. i. asimetriskas un nevienlaicīgas Meckel'a skrimšļa augšanas parādības vienā un tai pašā apakšžoklī.

Vispārīgi var teikt, ka Meckel'a skrimšļa forma sākot ar jaunākām attīstības stādijām pamazām kļūst komplicētāka, lai pēc tam pakāpeniski vienkāršotos, pēc kam notiek skrimšļa audu redukcija.

Šo darbu nobeidzot ir vēl reiz jāpasvīto, ka pareiza jēdziena iegūšanai par Meckel'a skrimšļa ontogenētiskās formas maiņas īpatnību, izpausmi un likumību, ir nepieciešami izpētīt iespējami nepārtrauktas embrioloģiskas sērijas. Tikai pēc tam, kad minētā kārtā būs izpētīts liels skaits sugu, var cerēt zināmā mērā apgaismot attiecīgo fenomēnu no attīstības mēchaniskā vai filogenētiskā redzes viedokļa.

