

Bemerkungen über die Entwicklung der Schädel- und Gesichtsknochen, der äusseren Theile des Gesichtes, dann der Zunge, des Kehlkopfes und der Luftröhre.

Von Professor Dr. Engel.

(Mit III Tafeln.)

An die von mir zuletzt überreichte Darstellung der Entwicklung des Gehirns schliesst sich unmittelbar die Beschreibung der Ausbildung des Kopfskeletes. Zwar sind mehrere Punkte dieser Entwicklung bereits in meinen früheren Abhandlungen besprochen worden, doch möge es mir vergönnt sein, im Nachfolgenden das bisher an verschiedenen Stellen zerstreute übersichtlich zusammenzustellen, an die bereits bekannten Punkte Neues anzuknüpfen, und die Entwicklung der genannten Theile mehr im Einzelnen zu untersuchen.

Wenn sich an der Kopfblase die erste Furchung in einen oberen und einen unteren Keim (Fig. 1) gebildet hat, so gibt ein nach der Linie *ab* geführter, und auf der Ebene des Papiers senkrechter Durchschnitt die Figur 2 mit der oberen oder Hirnblase 1, und der unteren oder Gesichts-Nackenblase 2. Ist aber durch eine weitere Furchung das gesammte Kopf-Halsblastem in acht Bildungskugeln zerfallen (Fig. 3), so bietet ein nach der Richtung *ab* senkrecht auf die Ebene des Papiers geführter Schnitt die Durchschnittsfigur 4. In dieser hat sich bereits die Haut von den Schädelknochen genetisch getrennt. Man sieht hier bei *A* die von dem Stirnbeinblasteme umschlossene Schädelhöhle; bei *B* die Höhle, welche die gesammte Gesichtsblastenmasse (die sogenannten Kiemenbögen) nach der Keimbildung darbieten; bei *c* sieht man die Durchschnittsfigur des künftigen *Sulcus longitudinalis*, bei *d* die Andeutung der *Crista galli*. Die Entstehungsweise der Winkel *c* und *d* wird aus den bisher gepflogenen Untersuchungen verständlich sein. Bei *m* erkennt man die Durchschnittsfigur des mittlerweile entstandenen Augenblastems. Die zwischen den beiden Augenkeimen liegende vierseitige Figur *rsr's* ist der Zwischenraum zwischen der Vorderkopfblase 1 und dem Gesichtsblastem 2, den man in der Seitenansicht bei *rs* in der dritten Figur wahrnimmt. Dieser vierseitige Raum wird begreiflicher

der äusseren Theile d. Gesichtes, dann der Zunge, des Kehlkopfes u. d. Luftröhre. 339

Weise um so höher und um so schmaler, je näher dem vorderen Ende des Gesichtsblastems der Schnitt geführt worden ist. Nimmt man das ganze Kopfblastem in der Stirnansicht, so erscheint es in der unter Nr. 5 angegebenen Form. Hier hat man bei *A* die Ansicht des in zwei Hälften gespaltenen Stirnblastems, bei *B* das Gesichtshalsblastem, gleichfalls in zwei Hälften gefurcht; *mm'* gehen die Augenblastemmasse von der vorderen Seite her gesehen; der zwischen *A*, *B*, *m* und *m'* befindliche in sechs kleine Winkel auslaufende Raum entspricht dem Raume *rr' ss'* der früheren Figur, ist nicht leer sondern mit plastischer Masse vollgefüllt, und enthält die jetzt noch formlose Blastemmasse aller Theile des Gesichtes mit Ausnahme jener des Unterkiefers. Die beiden Winkeln α und β dieses sechsseitigen Raumes erscheinen bald darauf mit plastischer und geformter Masse vollgefüllt und aus der 5. Figur entsteht die Figur 6. Von diesen beiden zuletzt entstandenen Blastemen ist das obere α , welches sich zwischen die beiden Stirnbeine hineinlagert, bestimmt für den Nasenfortsatz des Stirnbeines, das Blastem β dagegen wird zum Zungenblastem, das ursprünglich eine dreiseitige Figur besitzt und um so breiter wird, je weiter nach hinten man untersucht.

Bei denjenigen angeborenen Missbildungen, bei denen durch Verschwinden des Raumes *rr' ss'* eine Verwachsung der Augenblasteme *m* und *m'* erfolgt, bei den sogenannten Cyklopen-Missgeburten entwickelt sich das Blastem α zu einem birn-, oder rüsselförmigen Anhang, der über dem einzigen Auge herabhängt.

Wenn dann später in dem rinnenartigen Raume *rs* (Fig. 3) ein neues, rundliches Blastem unter dem Augenkeime entstanden ist (γ , Fig. 7), welches in der Entwicklungsgeschichte unter dem Namen des Fortsatzes vom ersten Kiemenbogen bekannt ist, so gibt ein nach der Linie *ab* geführter und auf der Ebene des Papiere senkrechter Durchschnitt die Fig. 8, in der man (γ) den Durchschnitt des unter dem Augenkeime befindlichen Oberkiefer-Gaumenblastems sieht; denn dies ist die Bestimmung des Blastems γ . In einer Frontansicht des Fötusschädels aber erhält man die 9. Figur, in der die Bezeichnungen mit denen der vorhergehenden Figur congruent sind.

Geht man wieder auf die Durchschnittsfigur 8 zurück, so wird man bemerken, dass an der Kapsel des Vorderhirnes durch die Theilung in zwei seitliche Hälften an der Basis dieser Kapsel ein kleines

Stück *ab* (Fig. 8) abgeschnitten wird, das sich in der That auch später unabhängig vom Stirnbeine entwickelt. Dieses genetisch von der Kapsel des Vorderhirns abgetrennte Stück wird später zum Siebbeine und zwar der *lamina cribrosa* desselben.

Die Entwicklung des Oberkiefers kann wohl am füglichsten mit jener der äussern und innern Nase abgehandelt werden.

Das anfangs kugelige Blastem für den Oberkiefer und das Gaumenbein (Fig. 7, γ) spaltet sich bald in eine vordere und eine hintere Masse (Fig. 10, γ , δ) von denen die letztere in der grossen Fureche zwischen dem Hirn- und dem Gesichtsblasteme nach vorne sich entwickelt. Nimmt man die Ansicht der Hirnkapsel von deren unterer Fläche aus, so bietet sie die Fig. 11 dar, in welcher das Oberkiefer-Gaumenblastem bei $\gamma\delta$ zu sehen ist. Die beiden hinteren Blasteme γ , γ sind durch eine dünne, brückenartig ausgebreitete Blastemschicht mit einander verbunden. Die ganze Blastemmasse γ , γ mit der verbindenden Zwischenschicht wird später, indem sie in ihrer Entwicklung hinter jener des Oberkiefers δ bedeutend zurückbleibt, zum Gaumenbeine; die die beiden Gaumenbeine verbindende brückenartige Blastemschicht, welche vor dem grossen Hinterhauptsloche *a* liegt, wird zum Gaumenfortsatze des Gaumenbeines und die Entwicklung des harten Gaumens erfolgt sonach von hinten nach vorne. Mittlerweile hat sich aber auch in dem vorderen Theile des Raumes *A* (Fig. 9) ein doppeltes kugeliges Blastem gebildet, und dadurch entsteht in der Frontansicht die 12. Figur, in der die Spalten zwischen den einzelnen Blastemen bald mehr, bald minder deutlich hervortreten. Nimmt man nun von der 10. Figur einen senkrechten Durchschnitt nach der Linie *ab*, so erscheint sie in der in der 13. Figur abgebildeten Weise. Man sieht hier bei δ den Durchschnitt des Oberkiefer-Blastems, bei ε aber die Durchschnittsfiguren der mittlerweile entstandenen inneren Nasenblasteme, die oben bei *abc* und unten durch kleine dreiseitige Räume von einander geschieden sind. Von diesen dreiseitigen Räumen wird der obere etwas grössere zum Blastem der senkrechten Platte des Siebbeines; in dem unteren dagegen, der in der Entwicklung sehr zurückbleibt, bildet sich das daselbst vorhandene Blastem zur Crista des harten Gaumens aus.

Nimmt man in dieser Entwicklungsperiode wieder die untere Ansicht der Hirnkapsel, so erhält man die in der 14. Figur abgebildete Gestalt. Die Bezeichnungen sind die gleichen wie jene der

der äusseren Theile d. Gesichtes, dann der Zunge, des Kehlkopfes u. d. Luftröhre. 561

11. Figur; ausserdem sieht man aber bei ε , ε eine Durchschnittsfigur der beiden äusseren Nasenkeime, die durch eine leistenartige Substanzschichte abc (deren senkrechter Durchschnitt in abc der 13. Figur zu sehen ist) getrennt sind.

Bei Hühnern ist in dieser Entwicklungsperiode die Entwicklung des Oberkiefer- und des Nasenblastems unverhältnissmässig gross, so dass sie jene des ersten Kiemenbogens weit hinter sich lässt. Die Gehirnkapsel mit dem Oberkiefer-, Nasen- und Kiemenbogen-Blasteme hat daher von der unteren Fläche aus gesehen, die Gestalt Nr. 15, in welcher die in einer Bogenreihe liegenden Blasteme $r s$ dem ersten Kiemenbogen, die tiefer liegenden Blasteme δ und ε dagegen dem Oberkiefer und der Nase angehören.

Nimmt man endlich einen nach der Linie mn (Fig. 12) verlaufenden und auf der Ebene des Papiers senkrechten Schnitt, so erscheint er in dem unter Nr. 16 gegebenen Bilde. Man sieht hier bei A in die Höhle der Hirnkapsel; bei B hat man die Gesichts-Halsblastemmasse (die Kiemenbogen der anderen Autoren), der zwischen beiden liegende Raum c enthält bei ε das Blastem der äusseren Nase, bei δ jenes der inneren Nase, beide übrigens selten genau von einander getrennt und ihre Formen dem Raume, in denen sie entstehen, genau anpassend. Da die Entwicklung der ersten Kiemenbögen anfangs auch hinter jener der Nase und des Oberkiefers zurückbleibt, so hat der Kopf eines menschlichen Fötus von der Seite gesehen, die unter 17 abgebildete Gestalt.

Mit diesen verschiedenen Durchschnitten sind nun alle Einzelheiten in Betreff der Lage der benannten Blasteme mit hinreichender Genauigkeit erörtert, und es wird möglich, die innere Ausbildung zu untersuchen:

Der nächste Vorgang, der in dem äusseren Nasenblasteme ε (Fig. 12, 13) beobachtet werden kann, ist eine horizontale Furchung; die Figur 12 — eine Frontansicht eines Fötusschädels (Schaf) ohne die Kiemenbogen — übergeht daher in die 18. Figur; das obere Paar ζ, ζ der so neu entstandenen Blasteme wird hierdurch zum eigentlichen Nasenblasteme; das untere Paar η, η , welches theilweise die Blastemmasse der Kiemenbogen von der vorderen Seite her bedeckt, wird zum Alveolarfortsatze des Oberkiefers mit der daran befestigten Oberlippe. In der Seitenansicht eines Schaffötus sieht man nach dieser ersten Spaltung bei ζ , Fig. 19, das eigentliche Nasen-

362 Engel. Bemerkungen über die Entwicklung der Schädel- und Gesichtsknochen,

blastem, das hinter jenem des Alveolarfortsatzes γ vom Oberkiefer in seiner Längenentwicklung bedeutend zurückbleibt; beide überragen aber ihrerseits wieder die mittlerweile zum Unterkiefer metamorphosirte Masse des ersten Kiemenbogens B . Beim menschlichen Fötus ist die Ungleichheit der beiden Blasteme ξ und η nicht so bedeutend und man erhält dann die unter 20 angegebene Seitenansicht.

In dem oberen Blasteme ξ bildet sich hierauf eine kreuzweise Furchung (Fig. 21, *A*); von den hierdurch entstandenen Furchen ist aber nur die unterste mit der Kreuzungsstelle a geblieben, erstere wird später zur Spalte, die Kreuzungsstelle zu einem rundlichen Loche (Fig. 21, *B*). Dieses Loch ist nun das Nasenloch, die sie umgebende Blastemmasse, welche anfänglich die Gestalt eines halben Bogens hat, wird zum Nasenflügelknorpel (Fig. 21, *C*), dessen bleibende Form nur durch ein ungleiches Wachsen der beiden Hälften entsteht.

Aber auch im inneren Nasenblasteme (Fig. 16, *S*), welches den ungleich sechseckigen Raum A zwischen den bisher genannten Blastemen erfüllt (Fig. 14), ist die Bildung bereits weit vorgeücht.

Am besten kann die Entwicklung des Innern der Nase an senkrechten Querschnitten studirt werden, welche in parallel hinter einander befindliche Ebenen, z. B. nach der Richtung der Linien ab und cd (Fig. 19) fallen.

Verfertigt man sich einen solchen auf der Ebene des Papiers senkrechten Schnitt durch die Schnauze des Schafffötus nach der Linie ab , so erhält man die Figur 22, *A*; ein weiter rückwärts liegender Schnitt gibt die Durchschnitfigur 22, *B*. Hier sieht man im Innern des Naseblastems zu jeder Seite eine oder zwei über einander liegende kleine Leisten a und a, b , welche später zur Anheftung der Nasenmuscheln dienen. Es wird leicht sein, aus diesen Durchschnitfiguren auf die Art ihrer Entwicklung zu schliessen.

Zu diesem Behufe sei in der 23. Figur ein senkrechter Querschnitt durch das Blastem der Nase ξ und das Blastem η des Fortsatzes vom ersten Kiemenbogen (Alveolarfortsatz vom Oberkiefer). Das Nasenblastem unterliegt einer Blastemfurchung, und zwar einer einfachen, wenn der Schnitt nach der Linie mu (Fig. 29) verläuft; einer doppelten dagegen, wenn die Schnittlinie etwas weiter nach rückwärts liegt wie etwa op (Fig. 29). Durch eine solche doppelte

der äusseren Theile d. Gesichtes, dann der Zunge, des Kehlkopfes u. d. Luftröhre. 563

Theilung mit darauf folgender Keimbildung wird das nun verbundene Nasen- und Oberkieferblastem die Figur 24 annehmen, welche später dadurch, dass die drei Nasenblasteme an den Berührungstellen verschmelzen in die Figur 22, *A* übergeht. In der 24. Figur war durch die Keimbildung ein dreiseitiger Raum *abc* an jeder Seite der Nasenkeime entstanden; dieser Raum wird später hohl und bildet das *Aurum Highmori* des Oberkiefers. Die äussere Wand des Nasenkeimes bildet jederseits bei *a* und *b* (Fig. 22, *A*, 24) kleine, nach einwärts springende Winkel — die Leisten für die Befestigung der künftigen Nasenmuschel; diesen Leisten entsprechend, zeigt auch die Nasensecheidewand *mn* zwei kleine Anschwellungen, von denen die unterste mit einem rundlichen Ende aufhört. Die Nasensecheidewand *mn* besteht aus zwei Keimschichten, die durch eine dünne Mittelschicht von einander geschieden sind. Alle diese thatsächlich leicht zu beweisenden Thatsachen gehen aus dieser Entwicklungstheorie mit grösster Leichtigkeit und überraschender Einfachheit hervor. In die bei *m* befindliche Vertiefung setzt sich die senkrechte Scheidewand, (*ab*, Fig. 14) zum künftigen Siebbein gehörig, fort; die am Grunde des Nasenkeimes befindliche Schicht *no* bildet später den harten Gaumen; bei *p* (Fig. 24) treten die Gaumenblätter von beiden Seiten unter einem spitzen nach oben gerichteten Winkel — der künftigen Crista des harten Gaumens zusammen. Die nun erwähnten Keimschichten bilden die knöchernen Wände der Nasenhöhle, den harten Gaumen, die Nasensecheidewand (und zwar deren knorpeligen und knöchernen Theil), die Knochenwände des Oberkiefers.

Haben sich so die äusseren Theile der Nase zuerst gebildet, so erfolgt in dem im Innern angesammelten Blasteme von Neuem eine doppelte Furchung (Fig. 25) und Keimbildung (Fig. 26). Diese letzte Figur ist nicht vielleicht eine hypothetische, ich habe sie in der That bei Schaf-Embryonen dargestellt und zu Messungen benützt. Wie es nun schon in der 26. Figur angedeutet ist, fliessen die Markräume der über einander liegenden Blasteme theilweise zusammen und die Figur 26 übergeht in die vergleichsweise leicht zu präparirende Durchschnittsfigur 27. So hat sich nun an der Innenwand der äussersten in der Figur 22, *B* dargestellten Blastemschicht eine neue Lage hautartig gebildet; diese zweite innere, den Nasenwänden und der Nasensecheidewand genau anliegende Schicht wird zur Schleimhaut der Nase. In dem hiervon abgetrennten Innenraume *ab* (Fig. 27)

bilden sich zwei neue über einander liegende rundliche Blasteme *ab* (Fig. 28, *A*); in diesen scheiden sich wieder Peripherie und Inhalt; endlich treten später die beiden naheliegenden Markräume in unmittelbare Verbindung (Fig. 28, *A*, linke Seite); das in diesen enthaltene Blastem verknorpelt, wird später zum Knochen und bildet dann die untere Nasenmuschel, während die umgebende Blastemschicht zur Schleimheit der Nasenmuschel wird. So entsteht nun die Figur 24, *B*. Die hier roth gehaltenen Theile stellen die Knorpel und künftigen Knochen dar; die im Innern der Nase sichtbaren schwarzen Streifen stellen die noch spaltartigen Nasengänge und Höhlen dar, die zwischen beiden liegende weiss gehaltene Schicht ist die noch unverhältnissmässig dicke Mucosa.

So weit habe ich den Entwicklungsgang bei Schaf-Embryonen verfolgt; senkrechte Längenschnitte werden die bisherige Darstellung ergänzen. Die 29. Figur enthält einen, was die Nasenhöhle betrifft, schematisch gehaltenen Längenschnitt durch den Fötusschädel; die 30. Figur dagegen eine nach der Natur aufgenommene Ansicht. Hier sieht man bei *a* die Siebbeinmuscheln mit der Andeutung einer mehrfachen senkrechten Furchung; die grosse Nasenmuschel *b* entspricht dem stark vergrösserten Blasteme *ab* der 28. Figur *A*.

Nicht minder einfach ist der Entwicklungsgang bei anderen Thieren. Die Figur 33 enthält einen senkrechten Querschnitt durch die Nase eines Schweinfötus, der keiner weiteren Erklärung bedarf.

Bei nicht ganz gelungener Präparation erhält man an Schafen verschiedene Nasendurchschnitte. Indem z. B. die im Innern der Nase noch flüssigen Blastemmassen durch die Präparation entfernt werden, während die bereits fester gewordenen Massen zurückbleiben, erhält man nicht selten die Figuren 31 und 32, welche aus der Figur 28, *B* ohne weiters erklärt werden können.

Beim menschlichen Fötus erhält man in den ersten Entwicklungsperioden ganz ähnliche Durchschnittsfiguren wie beim Schafe; auch der weitere Entwicklungsgang hat einige Ähnlichkeit; so ist z. B. die Form der Nasenseidewand, ihre Zusammensetzung aus drei Platten, die Form der unteren Nasenmuschel beim Menschen wie beim Schafe.

Bei Maus-Embryonen hat ein senkrechter Nasendurchschnitt in den ersten Entwicklungszeiten die in der Figur 36 angegebene

der äusseren Theile d. Gesichts, dann der Zunge, des Kehlkopfes u. d. Luftröhre. 565

Gestalt. Hier zerfällt jede Nasenhälfte im Innern durch eine senkrechte Furehung in zwei neben einander liegende Blasteme, wodurch bei weiterer Entwicklung die Form des Nasendurchschnittes bei weitem verwickelter erscheinen muss.

Das Grundgesetz der Entwicklung bleibt wohl für alle Thier-species dasselbe; in der Ausführung jedoch erlaubt sich die Natur manche Variationen. Die Schnauze eines Schweins-Embryos hat z. B. die in Fig. 34 und 35 abgebildete Form, in welcher die Blastemfurehung noch in ihrer grössten Einfachheit beobachtet werden kann.

Mit der Entwicklung der Oberkiefer- und Nasenkeime hängt die Entstehung und der Verlauf der Blutgefässe innig zusammen. Durch die Ausbildung der erstgenannten Theile waren an dem Gesichte des Fœtus zwei anfangs horizontale Furchen entstanden; diese Furchen nehmen frühzeitig Blutgefässe auf, welche sonach horizontal und fast parallel am Gesichte von hinten nach vorne verlaufen, das in der unteren Furchen verlaufende Gefäss *ab* wird zur *Arteria coronaria labii superioris*. Das zweite kleinere Gefäss *cd* entspricht der *Arteria nasalis lateralis*. Mit der zunehmenden Furehung der anliegenden Haut, der Muskulatur, des Knochenblastems u. s. w. vermehrt sich die Zahl der Äste dieser Gefässe; jede neue Furehung gibt auch einem neuen Gefässzweigchen seine Entstehung und es wäre sonach bei weiterer Untersuchung der Entwicklung besonders auf den Gefässverlauf Rücksicht zu nehmen.

Die schon oft erwähnten Grundsätze scheinen auch bis in die kleinsten Einzelheiten zu gelten. Betrachtet man z. B. die zierliche und regelmässige Stellung der Haarbügel an der Schnauze eines Mäusefœtus (Fig. 37), so erinnert sie auf den ersten Blick an mehrere neben einander liegende längliche Blasteme zwischen deren Furchen die Haarfollikel entstehen. Dass dieses Gesetz der Haarstellung auch anderweitig nachgewiesen werden könne, wird die Folge lehren.

Es gibt Fälle, in welchen die Abtheilung des Oberkiefergaumenblastems in mehrere, der Reihe nach hinter einander liegende Blastemkugeln nicht deutlich wahrgenommen werden kann; am öftesten habe ich dies bei Hühner-Embryonen beobachtet; dann erscheint dies Blastem (der sogenannte Fortsatz des ersten Kiemenbogens) wie *ab* in der 17. und 38. Figur als ein sehr in die Länge gezogener kolbenartiger Fortsatz, der Form des Raumes entsprechend, in dem die Entwicklung erfolgt. Ähnliche Verhältnisse bleiben auch bei der

366 Engel. Bemerkungen über die Entwicklung der Schädel- und Gesichtsknochen,

weiteren Ausbildung des Oberkiefers, und derselbe erscheint daher beim Fœtus lange Zeit noch von vorn nach hinten verschmälert. Sieht man das Kiefer-Gaumen-Nasenblastem auf einem horizontalen Schnitte von seiner unteren Fläche an, so erscheint es nicht selten in der bei Fig. 39 abgebildeten Gestalt (Hühnerfœtus).

Zwischen den bisher abgehandelten Blastemen, jenem der Oberkiefer und jenem der äusseren Nase war sonach ein ungleich vierseitiger Raum *abcd* (Fig. 39) entstanden, der durch die mittlerweile erfolgte Entwicklung des Innern der Nase mit plastischer Masse vollgefüllt ist. Der unterste Theil des hier befindlichen Blastems wird zum Gaumenfortsatze des Oberkiefers, dessen senkrechter Durchschnitt bereits *abc* (Fig. 28, *B*) abgebildet wurde. Die horizontalen Durchschnittsfiguren sind eben so einfach und geben neue Belege für die Richtigkeit meiner ganzen Darstellung ab. Ein solcher horizontaler Schnitt, der nach der Linie *ab* (Fig. 32) geführt wird, erscheint unter dem bei Fig. 40 dargestellten Bilde. Man sieht hier bei *abc* den horizontalen Durchschnitt des Alveolar-Blastems vom Oberkiefer (Fig. 32), bei *de* die horizontale Durchschnittsfigur des Blastems der Nasensecheidewand mit den beiderseits befindlichen, dem Innern der Nase angehörigen Blastemen. Nach einer abermaligen Theilung des Blastems *A* erscheint die 41. Durchschnittsfigur, die keiner weiteren Erklärung bedarf.

Aus der ganzen Darstellung erhellt fürs erste die Nothwendigkeit der Bildung der *Ossa incisiva*, welche bestimmt sind, den zwischen den beiden Blastemen ε und ε (Fig. 14) befindlichen dreiseitigen Raum auszufüllen; dann folgt aber auch die Unabhängigkeit in der Entwicklung des harten Gaumens einerseits vom Oberkiefer, andererseits von der Nasensecheidewand. Hieraus wird denn auch erklärt, dass der harte Gaumen unbeschadet der Anwesenheit des Oberkiefers und der Nasensecheidewand fehlen kann; während umgekehrt ein Mangel der Nasensecheidewand fast nothwendig mit einer mangelhaften Entwicklung des harten Gaumens verbunden sein müsste. Auch zeigt die ganze Darstellung deutlich den Grund der nicht selten vorkommenden Erscheinung, dass der vordere Theil des harten Gaumens unentwickelt bleibt, während der mehr nach hinten liegende Theil sich ganz gesetzmässig entwickelt.

Indem ich die Bildung der Gesichts- und Schädelknochen weiter verfolge, gelange ich zunächst auf die Entwicklung des Joehbogens

der äusseren Theile d. Gesichtes, dann der Zunge, des Kehlkopfes u. d. Luftröhre. 567

und der Schläfeknochen. Diese Theile haben aber schon früher einen bedeutenden Grad von Vollkommenheit erreicht, und die Ossification ist bei ihnen schon vorgerückt, wenn die Nasenblasteme noch in einem ganz weichen Zustande sich befinden.

Hierbei wird es aber nothwendig werden wieder etwas zurückzugreifen, und namentlich sind es die ersten Stadien der Kopfblastemfurchung, dann aber auch die späteren Stadien der Kiemenspaltenbildung, mit welchen die Ausbildung des Schläfebeines zusammenhängt; daher an demselben auch 3—4 Theile genetisch wohl unterschieden werden können.

Durch die Spaltung des Kopfblastems in 4, dann in 8 Blastemmassen, ist zwischen denselben eine ungleich vierseitige, nach innen verjüngte Mulde *abcd* (Fig. 42) entstanden; in dieser entwickelt sich der Schuppentheil vom Schläfebeine sammt dem Jochfortsatze.

Der Blastemstreif *bd*, an welchem das Hirn- und das Gesichtsblastem zusammenstossen, wird zum Jochbogen und auch zum Jochbeine. Um diese Bildung ganz zu verstehen, wird ein horizontaler Schnitt durch den Schädel in der Höhe dieses Streifens nothwendig. Figur 43 stellt eine solche Durchschnittsfigur nach der ersten Blastemfurchung dar. Von dem Punkte *d* sowohl als auch von dem Punkte *b* an, welcher an dem Schädel nach hinten zu liegt, trennt sich das Blastem der Schädelwand in zwei Schichten. Die Schicht *db* ist die Projection des künftigen Jochfortsatzes vom Schläfebeine; die Blastemlage *fd*, über welcher sich der Augenkeim entwickelt, wird zum Jochbeine, das im Anfange seiner Entwicklung ein dünner länglicher Streif ist; die Blastemlage *be* stellt einen Durchschnitt des Blastems für den kommenden Schuppentheil des Schläfebeines dar; die Vertiefung *bed* ist die künftige Schläfengrube, welche anfangs sehr symmetrisch geformt ist, später aber, da von *f* nach *d* zugleich das Augenblastem entsteht, durch dasselbe in dem vorderen Theile eben räumlich sehr beeinträchtigt wird; der Winkel *bef* ist zur Aufnahme des Schläfemuskels bestimmt; das Blastemstück *ef* wird später zum grossen Keilbeinsflügel.

Nimmt man in derselben Entwicklungsperiode einen senkrechten Schädelquerschnitt nach der Linie *rs* (Fig. 42) so hat er die 44. Figur. Hier sieht man von *m* nach *o* die Blastemschicht für den Schuppentheil des Schläfebeines; von *o* nach *p* die Blasteme des Warzentheiles vom Schläfebeine; bei *n* ist der Blastemdurchschnitt

für den Jochbogen; der Winkel nmo wird später von dem Blasteme des Schläfemuskels ausgefüllt, von m nach n steigt die künftige *Fascia temporalis* zum Jochbogen. Kehrt man wieder zur Seitenansicht des Fœtus (Fig. 42) zurück, so wird die Mulde $acbd$ durch die nachfolgende Bildung des Augenkeimes bedeutend verengert, sie verliert ihre regelmässige Form; das im Grunde derselben befindliche in der angegebenen Art von dem übrigen Blasteme der Schädelwand abgegrenzte Blastem erscheint nun in der Form abc (Fig. 43) und bildet den Schuppentheil des Schläfebeines; der sonach in der Zeichnung nur an dem Rande von a nach b in der Ebene des Papiers liegt, hingegen nach der Linie ac hinter diese Ebene zurücktretend gedacht werden muss. Von dem Punkte b erhebt sich der dünne Blastemstreif des künftigen Jochbogens, der immer in der Ebene des Papiers bleibt, daher in der Gegend von d seine grösste Entfernung von dem Blasteme des Schuppentheiles vom Schläfebeine besitzt, und hier in den dünnen Blastemstreif des Jochknochens übergeht, der unter dem Augenblasteme verlaufend bei f sein Ende erreicht. Die Figur des Schuppentheiles vom Schläfebeine ist daher fast ungleich dreiseitig oder auch durch Abstumpfung der Winkel bei a und b anfangs ungleich fünfseitig, durch die rasch erfolgende Ossification werden die Ränder zackig und der Schuppentheil mit dem Jochbogen hat dann die Gestalt der Figur 46 (Schaf-Embryo).

In dem Gesichts- und Nackenblasteme A' und A (Fig. 43) ist aber inzwischen eine neue Blastemfurchung und nach dieser die Einlagerung des Gehörkeimes erfolgt. Die äussere Wand des Nackenblastems A wird nun zum Warzentheile des Schläfebeines; der Warzentheil ist daher im Verhältnisse zum Schuppentheile anfangs ungewein gross und erst allmählich stellt sich das beim ausgetragenen Fœtus bekannte Grössenverhältniss dar. Zum Warzentheile des Schläfenbeines treten aber noch einige Fortsätze hinzu, welche mit der Bildung der Kiemenspalten im innigsten Zusammenhange stehen. Um diese Vorgänge übersichtlicher zu erhalten, werde ich in dem Folgenden blos das Nackenblastem mit dem Gesichtsblasteme betrachten.

In der 47. Figur hat man nach der Entwicklung des Ohrkeimes bei A die Nackenblase, bei B die Gesichts-Blastemmasse, bei a das Gehörbläschen. Durch die Theilung des Blastems B in die zwei über einander liegenden Blastemmassen $B' B''$ (den sogenannten

der äusseren Theile d. Gesichtes, dann der Zunge, des Kehlkopfes u. d. Luftröhre. 569

Kiemensbogen) entsteht aber eine Furche *bc* (die erste Kiemenspalte), in welche sich ein dünner, später selbstständig hervortretender Blastemstreif fortsetzt, und eben so füllt die Wand des Blastems *A* den von *e* nach *d* (Fig. 48) laufenden Zwischenraum der Blasteme *A* und *B* aus. Dadurch entstehen an dem Blasteme *A* mehrere Fortsätze, welche, wenn man sie mit dem Blasteme *A* verbindet und isolirt, den Warzenthail des Schläfebeines in der Form der 49. Figur auftreten lassen; zur genauen Verständlichung sind die Bezeichnungen in dieser und der vorhergehenden Figur ganz congruent. Die vorstehende Spitze bei *d* wird zum eigentlichen *Processus mastoideus*; die Spitze bei *b* wird zum *Processus styloideus*, der sich später noch bedeutend in die Länge vergrössert, der in der ersten Kiemenspalte lagernde Blastemstreif *bc* wird später zum *Ligamentum stylohyoideum*, das bald aus seiner anfangs fast horizontalen Lage in eine sehr geneigte übergeht. Von *e* nach *f* biegt sich dieser Blastemstreif bogenförmig nach unten.

Aus der 48. Figur bildet sich später, wie ich dies bereits in meinen früheren Abhandlungen angegeben habe, durch die Spaltung des unteren Blastems *B''* die Figur 50, in der die Kiemensbogen der Reihe nach durch Ziffern bezeichnet sind. Durch diese Spaltung ist eine neue Rinne *fh* (Fig. 50) entstanden, dessen Blastem sich dann unabhängig von jenem der beiden anliegenden Kiemensbogen metamorphosirt und zum Theile als selbstständiges Gebilde hervortritt. Indem das in der Mitte der Rinne von *f* nach *h* liegende Blastem später spurlos verschwindet, während alle übrigen Theile bleiben, erhält der ganze *Processus mastoideus* mit allen seinen Fortsätzen die in der 51. Figur dargestellte Gestalt. Hier ist nun bei *b* gleich unterhalb des äusseren Ohres der Griffelfortsatz des Schläfebeines mit dem daran befestigten *Ligamentum stylohyoideum bc*; der Blastemstreif *cfg* (der bei Schaf-Embryonen diese eigenthümliche Form beibehält) wird zum Zungenbeine; die Spitze *d* wird später etwas mehr abgerundet, und, wie gesagt, zum eigentlichen *Processus mastoideus*; die wie in der Zeichnung bei Schaf-Embryonen ganz regelmässig gestaltete Spitze *h* bleibt etwas in der Entwicklung zurück. Stellt man nun das ganze Schläfebein mit allen seinen Fortsätzen zusammen, so erhält man die 52. Figur. Das Grössenverhältniss der einzelnen Theile ändert sich später durch starke Ausbildung der Schuppe des Schläfebeines.

Sonach besteht dieser Knochen aus mehreren genetisch wohl von einander verschiedenen Stücken, von denen einige länger als andere im knorpeligen Zustande bleiben. So verknöchert die Schuppe des Schläfebeines und der Joehfortsatz zuerst, hierauf der Warzenthail des Schläfebeines; den Schluss macht die Pyramide des Schläfebeines.

Ich habe diesen Entwicklungsgang nur bei Schaf-Embryonen untersucht, weil mir hier das reichlichste Material zu Gebote stand; die etwaigen Abweichungen, welche sich bei verschiedenen Thier-species finden, werden sich meiner Ansicht nach nicht allein aus den angeführten Entwicklungsgesetzen leicht erklären lassen, sondern gewiss auch als Beleg für die Richtigkeit des von mir aufgestellten Entwicklungsgesetzes und Ganges dienen.

Durch diese Entwicklung der Schuppe des Schläfebeines wird die Wand des sogenannten Mittelhirnes *B* (Fig. 52) oder der zweiten Hirnblase in zwei Theile zertheilt: der obere dieser beiden Theile, nämlich der Blastemstreif *mno*, wird nun zum Seitenwandbeine, dessen spätere Contouren in der angegebenen Figur deutlich genug schon vorgebildet erscheinen. Der obere Rand *mn*, an welchem die Seitenwandbeine von den entgegengesetzten Seiten her zusammenstossen, wird mehr gerade, der untere *mc* aber ausgehöhlt. Die Gestalt der vorderen und der hinteren Ränder ist aus der eben gegebenen Beschreibung ohnehin deutlich gemacht.

Mit der Entwicklung des Schuppentheiles vom Schläfebeine und der Augenbildung hängt auch die Entstehung des grossen Keilbeinflügels zusammen. Die trichterförmige Mulde *abd* (Fig. 42), in welcher die Schuppe des Schläfebeines und der Augenkeim entstehen, werden durch die benannten Theile nicht vollkommen erfüllt; sondern hinten und nach innen vom Augenkeime bleibt noch ein feiner Blastemstreif *ef* (Fig. 43) zurück, der in der Seitenansicht eine ungleich dreieckige Gestalt *eyh* (Fig. 59) besitzt. Dieser Blastemstreif wird nach Abrundung seiner Ecken zum aufsteigenden Theile des grossen Keilbeinflügel, welcher daher anfangs nur ein sehr dünner Schaltknochen ist.

Die Entwicklung des Hinterhauptbeines ist im Verlaufe schon hinreichend auseinandergesetzt worden, so dass es kaum nöthig erscheinen dürfte, noch specieller in die Sache einzugehen; ich kann daher zu einer Darstellung der Knochen der Schädelbasis und der

der äusseren Theile d. Gesichtes, dann der Zunge, des Kehlkopfes u. d. Luftröhre. 371

Begründung ihrer verschiedenen Gliederung übergehen. Leider macht aber die anfängliche Homogenität des Blastems aller Theile der Schädelbasis eine Unterscheidung der gegenseitigen Grenzen nur sehr schwer möglich, so dass man nur durch das Zusammenstellen der bisher betrachteten Entwicklungsvorgänge die Art und den Grund der so complicirten Anordnung erklären kann.

Nachdem das Kopfblastem die erste Spaltung durchgemacht hat und somit in einer Seitenansicht die in Fig. 42 oder 43 abgebildete Form darstellt, sieht man auf jedem mit *mn* (Fig. 42) parallelen Schnitte zwei Bläschenpaare, ein vorderes und ein hinteres, die durch einen weiteren oder kleineren Zwischenraum von einander geschieden sind, je nachdem sich der Schnitt mehr der Linie *op* (Fig. 42) nähert oder sich von derselben gegen den Scheitel des Embryo entfernt. Eine solche Ansicht beim Schweinsfötus bietet die Figur 53, *B*; zu ihrer Erklärung dient die beigegebene theoretische Figur 53, *A*. Man sieht hier bei 1 das Vorderkopfbläschen in zwei seitliche Bläschen gespalten; bei 2 das Mittelhirnbläschen, aussen einfach, im Innern in 4, mit einander communicirende Keimbläschen getheilt. Wo diese 4 Keimbläschen der dritten Hirnblase zusammenstossen, bei *ee* nämlich erscheint eine ungleich vierseitige Öffnung, durch die die zweite Hirnblase mit der dritten, der sogenannten Nackenblase zusammenhängt. Zwischen dem ersten und zweiten Hirnbläschen erscheint ein anderer rundlicher Bläschendurchschnitt (4), an welchem sich später die Sattelgrube des Keilbeins entwickelt.

Die in dem Vorderhirnbläschen von *a* nach *b* verlaufenden einander berührenden Blastemstreifen, welche nach vorne wieder leicht divergiren, sind in der Entwicklungsgeschichte unter dem Namen der *parigen* Balken bekannt. Während sie sich zur *Lamina cribrosa* des Stirnbeines entwickeln, wird der übrige Theil der Basis der Vorderhirnblasen zum Augenhöhletheile des Stirnbeines. Ebenso entwickelt sich der von *d* nach *c* verlaufende Blastemstreif (der in der Fig. 53, *B* roth bezeichnet ist) zu einem selbstständigen Knochenstücke, der unter dem Namen des hinteren Keilbeinkörpers bekannt ist.

Die beiden Seitenhälften, aus denen ursprünglich die zweite Hirnblase entsteht, entwickeln sich aber rasch in der Richtung von hinten nach vorne und wachsen zu beiden Seiten des Blastems 4 gegen das Vorderhirnbläschen. Zugleich tritt die zweite mit der dritten Hirnblase in eine weite Communication und ein horizontaler

Schädeldurchschnitt zeigt dann die in Fig. 55 wiedergegebene Form, zu deren Erklärung die theoretische Figur 54 beigegeben ist. Die Bezeichnungen sind dieselben wie in den vorhergehenden Formen; die bleibenden Theile der Schädelbasis treten nun allmählich bestimmter hervor. Man sieht bei 1 die beiden vorderen Schädelgruben, die durch zwei kleine gekrümmte Leisten *ab* (die paarigen Balken das künftige Siebhein) von einander geschieden sind, bei 4 sieht man, die obere Fläche des Keilbeinkörpers, welche grubenartig vertieft ist; von *d* nach *c* ist der vierseitige hintere Keilknochen, mit der vor ihm liegenden Sattellehne. Zu beiden Seiten des hinteren Keilbeins erblickt man die beiden mittleren Schädelgruben 2, und hinter diesen sieht man in den Grund der Nackenblase 3, welche durch eine kleine einspringende Leiste in zwei Hälften sich theilt.

Durch eine weitere Theilung zerfällt diese Nackenblase 3 wieder in eine vordere und hintere Abtheilung, Fig. 58 (Längendurchschnitt); Fig. 57 (Horizontalschnitt). Am Grunde der hinteren Abtheilung 5 bemerkt man eine ungleich vierseitige Öffnung (das spätere *Foramen occipitale magnum*). Durch diese Theilungen ist wieder ein sechsseitiger Blastenstreif ausgeschieden worden (*cf* Fig. 56, 57), welcher zur *Pars basilaris ossis occipitis* sich entwickelt. Mittlerweile hat sich aber nach der Ausbildung des Gehörblastems dieses in die Nackenhirnblase in der Richtung *gh* (Fig. 57) eingeschoben, wodurch die in dieser Richtung verlaufende Falte verschwindet, so dass von nun an nur 3 Paare von Schädelgruben zurückbleiben.

Die Basis des sogenannten Nackenbläschens 5 (Fig. 57) ist, wie aus der vierseitigen Gestalt des *Foramen occipitale magnum* ersichtlich wird, durch eine abermalige kreuzartige Furchung in ein vorderes und hinteres Grubenpaar getrennt worden; dieser Abtheilung entsprechend, zerfällt denn auch die Knochenmasse der Basis der hinteren Schädelgruben in vierpaarige und einem unpaaren Knochen — die *Pars basilaris ossis occipitis*.

Das an dem Grunde der Mittelhirnblase befindliche Blastem wird später zum horizontalen Theile des grossen Keilbeinflügels; das Blastem der kleinen Keilbeinflügel dagegen ist anfänglich ein kleines dreiseitiges Schaltstück *kl* (Fig. 56, 57) und gewinnt erst später durch Verwachsung mit dem nach rückwärts befindlichen Blasteme seine eigenthümliche Form.

der äusseren Theile d. Gesichtes, dann der Zunge, des Kehlkopfes u. d. Luftröhre. 573

Zur Vervollständigung des Gesagten wird aber auch noch die Betrachtung eines senkrechten Längenschnittes erforderlich. Solche Längenschnitte, die etwas seitwärts von der Mittelebene des Schädels liegen, sind in der 29. und 30. Figur dargestellt, die Figur 58 zeigt einen ähnlichen Schnitt, der in dieser Mittelebene selbst geführt worden ist. In dieser letzten Figur ist das Blastem der künftigen Knochen der Schädelbasis durch rothe Farbe mehr hervorgehoben. Die Abtheilungen, in welche dieses Knochenblastem zerfällt, sind der leichteren Vergleichbarkeit wegen in gleicher Weise bezeichnet wie in den vorhergegangenen Figuren. Man sieht in der 58. Figur von *a* nach *b* das Blastem für den oberen Theil des Siebbeins, jenes Blastem, das gewöhnlich der paarige Balken genannt wird. Von *b* nach *d* hat man den senkrechten Durchschnitt des vorderen Keilbeinkörpers der bei dem Punkte *d* den Türkensattel mit der *Glandula hypophysis* enthält. Von *d* nach *c* ist eine Blastemschicht, welche zwischen der zweiten und dritten Hirnblase sich bildet; sie wird zur Sattellehne und zum hinteren Keilbeine; von *c* nach *f* zieht sich das Blastem der *Pars basilaris ossis occipitis* hin, welches bei *f* in das Blastem der Halswirbel übergeht. Diese ganze Durchschnitfigur von *a* bis *f* erhält sich mit geringen Modificationen bis in die Verknöcherung und wird dann bleibend.

Inzwischen sind am künftigen Keilbeinkörper die beiden Schlächer entstanden (Fig. 57); ohne dass eine wesentliche Veränderung der Form dieses Blastems entstanden wäre. Ein Querschnitt durch dieses Blastem erscheint bei *abcd* in der rothgehaltenen Stelle der 44. Figur, und der Keilbeinkörper hat ganz die Figur des Zwischenraumes zwischen Hirn- und Kiemenbogen-Blastem, zwischen welchen er sich entwickelt.

Später sieht man an den hinteren Schädelgruben die *Foramina jugularia* erscheinen; nach dieser Bildung tritt die Jugularvene aus dem Schädel aus dieser Öffnung hervor; daher schwindet die Verbindungsstelle der Jugularvene mit dem frühzeitig entstandenen *Sinus transversus*, welche meiner früher gegebenen Beschreibung zufolge in der Furehe hinter dem Kiemenbogen-Blasteme (hinter dem künftigen Unterkiefer) zu sehen war; hiermit ist die bleibende Form des Schädelkreislaufes hergestellt.

Alle diese Öffnungen, welche wir an den verschiedenen Knochen finden, verdanken übrigens einer kreuzförmigen Furechung ihr

374 Engel. Bemerkungen über die Entwicklung der Schädel- und Gesichtsknochen.

Entstehen. Als Überbleibsel dieser embryonalen Furchung sieht man nicht selten noch am ausgefragenen Fœtus kleine Knochennäthe oder Spalten, welche gegen jene Öffnungen hin verlaufen.

Das Keilbein besteht sonach aus einer Reihe von Blastemen, welche der Entwicklungsgeschichte zufolge ganz von einander getrennt sind, und nur das mit einander gemein haben, dass sie neben einander entstehen. Der mittlere Theil des Keilbeines besteht aus einer Reihe hinter einander liegender Blasteme, welche zwischen der Vorder- und der Mittelhirnblase und den untergeordneten Theilen der letzteren entstehen. Die unteren und die aufsteigenden Theile der grossen Keilbeinflügel fallen wieder in ganz verschiedene Entwicklungsperioden und gehören auch getrennten Blastemen an; die Gaumenflügel des Keilbeines haben wieder mit der Entwicklung der übrigen Theile des Keilbeines wenig gemein; die Stelle, an der die Gaumenflügel des Keilbeines entstehen, ist der tiefere Theil der vierseitigen Mulde zwischen den Hirn-, den Nacken- und den Gesichtsblastemen. Diese Stelle ist in der Seitenansicht in der 42. Figur bei *abcd* dargestellt. Durch die Entwicklung des Augenblastems und die ungleiche Grössenzunahme der vier sich berührenden Blasteme ändert sich die ursprünglich regelmässige Form dieser Mulde und man erhält ungefähr die in der 59. Figur bei *eghkl* dargestellte fünfseitige Blastemmasse. Während nun das Blastem *ghe* zum grossen Keilbeinflügel und zwar zum aufsteigenden Theile desselben wird, bildet sich in dem Raume *ghlm* das Blastem des Gaumenflügels vom Keilbeine der mithin anfangs eine sehr schräge Lage hat und dessen beiden Ränder *gk* und *kl* leicht ausgeschweift erscheinen. Nimmt man einen senkrechten Querschnitt durch diese Gegend des Kopfes, die somit in der Richtung *mn* (Fig. 59) verläuft, so erhält man die 60. Figur und sieht bei *A* einen senkrechten Querschnitt der Vorderhirnblase; bei *B* einen Querschnitt des Gesichtsblastems; die in der Mitte zwischen diesen beiden Blastemen an jeder Seite befindliche plastische Masse *bc* entspricht dem Blasteme des Gaumenflügels; der Blastemstreif *ab* dagegen dem aufsteigenden Theile des grossen Keilbeinflügels. Wie aus der Zeichnung ersichtlich ist, schliessen sich diese letztgenannten Blasteme an das ungleich vier- oder sechsseitige Blastem des Keilbeinkörpers an.

Durch die Behandlung des Präparates mit Weingeist verlieren sich übrigens nicht selten die Grenzen der einzelnen Blasteme und

der äusseren Theile d. Gesichtes, dann der Zunge, des Kehlkopfes u. d. Luftröhre. 575

die Mulde *abc* (Fig. 60) scheint dann mit einem ganz homogenen Blasteme vollgefüllt.

Die Spaltung des Gaumenflügels in ein äusseres und inneres Blatt scheint durch eine abermalige senkrechte Furchung des Blastems *bc* bewerkstelligt zu werden; doch habe ich diesen Gegenstand nicht weiter verfolgt.

Im Vorbeigehen habe ich die Bedeutung der sogenannten paarigen Balken des Schädels besprochen. Man hat aus diesen paarigen Balken die Nasensecheidewand, die Nasenmuschel u. s. w. entstehen lassen; dies ist ein Irrthum, welcher wegen der unmittelbaren Nachbarschaft der genannten Theile, wegen der an den Präparaten nicht immer deutlichen Abgrenzung der Blasteme gewiss sehr zu entschuldigen war.

Ebenso wenig haben die unpaaren Balken mit der Entwicklung der Sattelgrube zu schaffen; zugleich erhellt aus der bisherigen Darstellung, dass diese Grube so wenig wie die *Hypophyse* sich durch eine Ausstülpung der Mundschleimhaut entwickelt.

An diese Darstellung schliesse ich die Beschreibung der Entwicklung der Kiemenbogenmasse, deren allgemeinste Verhältnisse bereits in einer meiner früheren Abhandlungen gegeben worden sind.

Es hatte sich gezeigt, dass die Blastemmasse der Kiemenbogen durch zwei rasch auf einander folgende horizontale Furchungen in drei Kiemenbogen zerfällt, die durch zwei sowohl aussen als innen sichtbare horizontal verlaufende Furchen (die Kiemenspalten) von einander unvollkommen geschieden sind. Mit der Blastemfurchung geht auch immer eine Schichtenspaltung Hand in Hand, wodurch sich Peripherie und Inhalt der Keime von einander abtrennen.

Während durch diese Scheidung der Blastemmassen in Peripherie und Inhalt die Keime des Gehirns ein bläschenartiges Aussehen zeigen und dasselbe lange behalten, bietet die Kiemenbogenmasse nur sehr kurze Zeit diesen bläschenartigen Zustand dar; doch habe ich an frischen Embryonen diesen Bläschenzustand bei auffallendem Lichte, so wie an gehärteten Präparaten an Durchschnitten beobachtet.

Denkt man sich einen senkrechten Querschnitt durch die ganze Kiemenmasse, nachdem die erste Furchung in horizontaler Richtung vor sich gegangen ist, nämlich einen Schnitt nach der Linie *op*

(Fig. 59), so würde ein solcher Durchschnitt mit Beibehaltung aller Furchungslinien, die in 61 dargestellte Figur besitzen, wo *A* die Vorderkopfkapsel, *B* die in der Furchung begriffene Kiemenbogen-Blastemmasse darstellt. Ist hierauf die Trennung der peripheren Schicht von dem mehr flüssigen Inhalte vor sich gegangen, so setzt sich diese periphere Blastemlage von *bd* nach *c* fort. Zeichnet man sich daher dieselbe Figur jedoch mit der Abänderung, dass man im Keime *B* alle Furchungslinien wegnimmt und nur die periphere Lage sammt dem Mulden-Blasteme *bdc* beibehält, so hat man die 62. Figur, das Blastem des weichen Gaumens *abcde* mit der Blastemmasse der Uvula *bed*.

Die eben vorgetragene Erklärung ist eine Hypothese. Ich habe zwar an senkrechten Schnitten, die drei Theilungen der 61. Figur am Kieferblasteme, (der sogenannten Kiemenbogenmasse) beobachtet, wie ich denn auch in meiner früheren Abhandlung einen solchen senkrechten Schnitt bei Hühnerembryonen, freilich in einer etwas anderen Ebene geführt, zeichnete, doch habe ich die Entwicklung der Blastemmasse bei *bcd* zur Uvula nicht weiter verfolgt, weil die Untersuchung zu schwierig war. Wenn ich mich dennoch bestimmen liess hier eine Hypothese zu wagen, so verlockte mich die Form des Gaumensegels beim Menschen, welche aufs Bestimmteste auf eine solche Blastemfurchung hinweist.

Ich kehre nunmehr wieder zu Beobachtungen und sicher begründeten Thatsachen zurück und verfolge die Entwicklung des ersten der sogenannten Kiemenbogen zum Unterkiefer.

Wie bereits im Früheren erwähnt worden ist, unterliegt die Blastemmasse des ersten Kiemenbogens an jeder Seite einer doppelten, senkrechten Furchung, wodurch dieselbe in einem Horizontalschnitte die in 63 dargestellte Figur erhält. Nimmt man die Seitenansicht dieses Kiemenbogens, so hat sie nach der ersten Furchung die unter 64, nach der zweiten Furchung unter 65 dargestellte Gestalt. In dieser ist nach der Entwicklung des Blastems zum Keime eine leichte Scheidung der Peripherie vom Inhalte unschwer nachzuweisen. In der Zeichnung ist diese Scheidung absichtlich greller hervorgehoben.

Das in der Mulde *abc* (Fig. 65) liegende Blastemstück ist es nun, welches sich zuerst deutlicher von der übrigen noch homogenen Blastemsubstanz abtrennt und besonders nach hinten die übrigen

der äusseren Theile d. Gesichtes, dann der Zunge, des Kehlkopfes u. d. Luftröhre. 577

Theile überwächst. So erhält dann der erste Kiemenbogen die unter 66 dargestellte Gestalt, und das ungleichseitige Dreieck *abc* ist es, welche zum Kronenfortsatze des Unterkiefers sich entwickelt, der bei *a* frühzeitig mit dem Blasteme des Schläfemuskels in Verbindung tritt. An der inneren Seite des Unterkieferblastems erfolgt aber eine neue horizontale Furchung (Fig. 67), und durch die Furchung *de* scheidet sich an den Blastemen 2 und 3 eine obere Hälfte — bestimmt für die Zahnfollikel — und eine untere Hälfte, welche später den Zahneanal enthält, aus. Durch diese Furchung erhält der hintere Theil des Unterkiefers eine leichte Einkerbung bei *e* (Fig. 68) und der über *e* rundliche Blastemtheil entwickelt sich später zum Gelenkskopf des Unterkiefers; der Winkel *afe* wird zur *Incisura semilunaris*, die Furchung *ed* nimmt den Meekel'schen Fortsatz auf. Diese Entwicklung kann man bei Schaf-Embryonen ohne Schwierigkeit beobachten; bei Schweins-Embryonen behält jedoch der Gelenkskopf die in der 66. Figur dargestellte Gestalt bei. Von nun an vergrössert sich besonders das Blastem 3 rasch in die Länge und die Breite, bleibt aber noch im ganz weichen Zustande, während die äusseren Lamellen der Blasteme 1 und 2 bereits verknöchert sind. Der Unterkiefer (des Schafes) erhält dadurch zunächst die unter 69 abgebildete Gestalt. Verfertigt man sich senkrechte Querschnitte, z. B. nach der Linie *mn* (Fig. 69), so erkennt man an diesen das Verhältniss des bereits verknöcherten zum nicht verknöcherten Theile wie in der Figur 70, wo der rothe Streif die fertig gebildete Knochenmasse andeutet, welche das noch nicht verknöcherte Blastem des Zahnfächerfortsatzes als eine rinnenartige Schale umgibt, die an der äusseren Seite eine grössere Höhe erreicht als an der inneren. An letzterer steigt sie nämlich nur bis zur Höhe der Furchung *de* (Fig. 68).

Ist aber diese Knochenschale in ihrer ganzen Ausdehnung gebildet, so zeigt ein ebenso geführter Querschnitt durch den Unterkiefer die unter 71 abgezeichnete Form. Der obere, gabelförmig geöffnete Theil ist hier der Querschnitt des Zahnfächerfortsatzes, in dessen Rinne nach und nach die Zahnfollikel hervortreten; der von der Furchung *d* nach unten liegende Theil ist der Körper des Unterkiefers, in dessen Mitte der Zahneanal verläuft.

Durch die Entwicklung der Zahnfollikel wird die obere Hälfte des Unterkiefers, der eigentliche Alveolartheil immer breiter; die Blasteme 2 und 3 werden dadurch sehr dick, während das Blastem

1 zwar in die Höhe und Länge, aber nicht im gleichen Verhältnisse sich in die Breite vergrössert. Hierdurch nähert sich der Unterkiefer allmählich seiner bleibenden Form. Welche Verschiedenheiten bei Vogel-Embryonen in der Entwicklung dieses Knochentheiles vorkommen, dies ist bereits in einer meiner früheren Abhandlungen ausführlicher erörtert worden.

Wenn das in der Zahnrinne der Kiefer abgelagerte Blastem durch Theilung in die Blasteme einzelner Zähne zerfallen ist, scheint die Entwicklung der Zahnsäckchen und der Zähne ungefähr in nachstehender Art vor sich zu gehen.

Das anfangs rundliche und homogene Blastem unterliegt einer longitudinalen Furchung (Fig. 72) worauf nach der Bildung der Keimwand ein zapfenartiger Fortsatz *abc* (Fig. 73) in die Höhle des Zahnkeimes hineinragt. So entsteht nun zuerst der Zahnfollikel mit dem sogenannten Schmelzorgan *abc*. Das in dem Raume *A* (Fig. 73) enthaltene Blastem gestaltet sich zur *Pulpa dentis*, deren erste Form ganz dem Innern des Zahnfollikels entspricht.

Ferner erhielt ich Durchschnittsfiguren aus einer späteren Entwicklungsperiode, welche eine ungefähre Zusammenstellung der verschiedenen Entwicklungs-Vorgänge erlauben.

Eine leicht zu erhaltende Durchschnittsfigur habe ich in der 74. Figur abgebildet. Die äusserste Umgrenzung mit der von oben nach unten verlaufenden zapfenartigen Einstülpung entspricht hier dem Zahnfollikel der vorhergehenden 73. Figur. Hierauf kommt der in Peripherie und Mittelschicht getheilte Zahnkeim, dessen oberes Ende (das Präparat ist von dem Unterkiefer eines Schafes) eine bis in die Hälfte Länge der Zahnpulpe eindringende Furchung zeigt.

Verfertigt man sich horizontale Schnitte am Oberkiefer (des Schafes) etwas unter der Mitte der Höhe des Zahnfollikels, so erhält man die unter 75 verzeichnete Durchschnittsfigur. Die äussere Contour ist hier der Querschnitt des Zahnfollikels, die drei Blastemmassen *A*, *B*, *C* gehören der *Pulpa dentis* an. Diese hat sonach in Folge einer kreuzweisen Furchung im Innern eine rundliche oder ungleich vierseitige Vertiefung erhalten, welche zu oberst von dem zapfenartig eingestülpten Schmelzorgane, weiter gegen die Mitte von dem Blasteme *C* ausgefüllt wird, das gleichfalls zu einer Spitze der Zahnkrone sich entwickelt. Macht man nun einen Schnitt nach der Linie *ab* (Fig. 75), der senkrecht auf die Ebene des

Papiers fällt, so erhält man die Durchschniffsfigur 74; ein mit diesem parallel nach der Linie *de* geführter Schnitt dagegen gibt die Durchschniffsfigur 76. Führt man Schnitte nach der Linie *de* senkrecht gegen die Ebene des Papiers, so erhält man die Durchschniffsfigur 77, Figuren, welche aus der Vergleichung mit 75 leicht verständlich werden. Wo ein Zahn mit mehr Kronenspitzen versehen ist, ist das Bild nur complicirter, die Entwicklungsgeschichte aber an dieselbe Gesetzmässigkeit gebunden. Ein senkrechter Längenschnitt z. B. durch den Zahnkeim eines Backenzahnes von einem Schaf-Embryo gibt das unter 78 dargestellte Bild. Dasselbe findet in der beigegebenen schematischen Form 79 seine Erklärung, wenn man die durch dreimalige Furchung entstandene Mulden *abc* durch eine ihnen entsprechend geformte Blastemmasse ausgefüllt denkt.

Jede dieser Blastemmassen, welche man im Zahnfollikel erblickt, zeigt einen deutlichen Unterschied der peripheren und der inneren Substanz; täusche ich mich nicht, so ist hiermit der Unterschied der verschiedenen Schichten des späteren Zahnes bereits angedeutet, und die abwechselnden Lagen von Schmelz- und Zahnbein an den Zähnen grasfressender Säugethiere fänden darin ihre Erklärung. Das würde natürlich auch zur Annahme führen, dass ein eigenthümliches, schmelzbereitendes Organ fehlt, eine Ansicht, welche ich übrigens seit langem schon bekenne, namentlich ist meiner Meinung nach die Einstülpung *abc* (Fig. 73) weit davon entfernt eine solche Bedeutung zu haben. In die weitere Entwicklung der Zähne bin ich vorerst nicht eingegangen.

Aus dem Vorhergehenden wird ersichtlich, dass im Beginne der Entwicklung eine vollständige Analogie zwischen der Entwicklung der Kiemenbögen und der Bildung der Extremitäten herrscht. Angenommen, es sei Fig. 80 das Blastem der Kiemenbogen in einem Horizontalschnitte, das sich bereits in zwei Hälften *a, b* gespalten hat, so könnte auch der Fall gedacht werden, dass durch eine neuere Spaltung des Blastems *a* die Figur 81 entstände, in welcher *a* und *a''* aus *a* durch Furchung hervorgegangen. Lässt man das Blastem *a'* in der einen Richtung die beiden anderen Blasteme überwachsen, *a''* und *b* dagegen in einer auf der früheren Richtung senkrechten Linie sich furchen, so entsteht daraus die 82. Figur; in dieser findet sich an der einen Seite der Kiemenbogen eine extremitäten-gleiche Hervor-

ragung, der weiter nichts fehlt, als mehrere auf einander folgende Theilungen um den gegliederten Bau einer Extremität vollkommen zu zeigen.

Diese Darstellung beruht auf keinem wirklich beobachteten Falle; sie soll nur die leichte Anwendbarkeit meiner ganzen Entwicklungsmethode auf die Lehre von den Missbildungen zeigen. Es wird uns zwar immer unbekannt bleiben, warum in einem concreten Falle statt einer Furchung eine doppelte Furchung aufgetreten ist; aber diese einmal als Thatsache hingenommen, macht die weitere Entwicklungstheorie keine Schwierigkeit mehr, und es ist uns dann ebenso verständlich, wie aus dem Kiefer eine Extremität herauswachsen kann, wie uns der ganze Gang der Extremitäten-Entwicklung nach meiner bisherigen Darstellung klar vor Augen liegt.

Die Missgeburten jeder Art werden auf Blastenfurchungen zu beziehen sein; bald wird es ein Plus, bald ein Minus von Spaltung sein; je frühzeitiger dann eine Anomalie erfolgt, desto grösser wird die Reihe von Anomalien sein, welche sich daran knüpfen werden, und eine überflüssige Spaltung in der frühesten Entwicklungszeit kann leicht zur Entstehung von zwei mit einander mehr weniger fest verbundener Leiber führen, ohne dass desswegen eine Superfœtation anzunehmen gerathen sein dürfte. Das Geheimnissvolle, welches der Lehre von den angeborenen Missbildungen bisher noch anklebt, wird hierdurch auf ganz natürliche Vorgänge zurückgeführt, und weit davon entfernt, dass für die Missbildungen andere Gesetze gelten als für die übrigen organischen Bildungen, ist jede Missbildung gerade eine Bestätigung des ganzen Entwicklungsgesetzes. Zugleich erhellt aus dem Gesagten, dass jede Missbildung in eine ganz andere Entwicklungsperiode fällt, als man dies bisher angenommen hat; denn bis einmal der Mangel oder Überfluss eines Theiles deutlich in die Erscheinung tritt, haben sich längst eine Reihe von Vorgängen abgewickelt, die bis zu ihrem Ursprunge zu verfolgen nur nach meiner Entwicklungstheorie möglich sein wird. —

Die Metamorphosen des zweiten und dritten Kiemenbogens sind äusserlich zwar mehr einfach als jene des ersten Kiemenbogens, aber im Innern nicht minder complicirt. Es fehlt ihnen die äusserlich bemerkbare Querschnittsfurchung, ein horizontaler Schnitt zeigt bei ihnen meist nur die Figur 83; in der Seitenansicht sieht man den zweiten Bogen bei einem menschlichen Fœtus als eine

der äusseren Theile d. Gesichtes, dann der Zunge, des Kehlkopfes u. d. Luftröhre. 381

kleine Hervorragung *a* (Fig. 84), die sich vom Unterkiefer bis zum Zungenbeine erstreckt.

Dieser Kiemenbogen wird in seinen peripheren Schichten seiner Hauptmasse nach zu den vom Unterkiefer und der Zunge zum Zungenbeine verlaufenden Muskeln, Drüsen u. s. w. natürlich auf dem Wege einer fortgesetzten Spaltung. Doch habe ich hierüber keine weiteren genaueren Untersuchungen gemacht, und muss daher die Darstellung auf eine spätere Zeit verschieben.

Während an der peripheren Masse des Kieferblastems solche Metamorphosen erfolgen, ist der mittlere in die bemerkten Spaltungen nicht einbegriffene Theil der Blastemmassen nicht unverändert geblieben. Wie ich bereits in einer früheren Abhandlung erörtert hatte, entsteht in dem mittleren Raume *m* (Fig. 82) der ersten Kiemenbogenmasse ein rasch in 2 kugelförmige Theile zerfallendes Blastem der Zunge, das nach vorne sich besonders vergrössert und den bei β (Fig. 6) dargestellten dreiseitigen Raum erfüllt. Noch in den späteren Entwicklungsstadien ist an dem Rücken der Zunge eine mittlere Längenfurche der Verbindungsstelle dieser 2 kugelförmigen Blasteme entsprechend zu bemerken. Was man bei weiterer Entwicklung an einem Querschnitte der Zunge *abcd* (Fig. 85) bemerken kann, ist eine Unterscheidung zwischen der Peripherie und der mittleren Zungenschicht (Fig. 85), Schleimhaut und Muskelsubstanz der Zunge trennen sich hier von einander. An der Schleimhautschicht scheint eine fortgesetzte Furchung vor sich zu gehen, wenigstens deutet die Stellung der Papillen an der Zungenwurzel bei Schaf-Embryonen (Fig. 86) darauf hin. In dem dreiseitigen Raume *abc* der Zungenwurzel sind nämlich die Papillen in einer Art geordnet, welche in der schematischen Figur 87 ihre bündigste Erklärung findet. Durch eine fortgesetzte Schichten-Spaltung entstehen hier nämlich eine Reihe von neben einander laufenden Furchen, die an jeder Zungenhälfte unter einem sehr spitzen Winkel nach vorne convergiren. Je zwei dieser Furchen vereinigen sich an einem Punkte und umschliessen von beiden Seiten her wieder ähnlich verlaufende Furchen, die wieder andere, abermals ähnlich verlaufende Furchen umgeben. Denkt man sich in diesen Furchen die Zungenpapillen entwickelt, so erhält man die 86. Figur.

Aus solchen Theilungen scheinen auch die Muskeln der Zunge hervorzugehen; zwar habe ich hierüber keine besonderen Beobachtungen

angestellt, doch wird diese Schlussfolgerung bei Betrachtung analoger Fälle, von denen noch später die Rede sein soll, nicht zu gewagt erscheinen. Es sei Figur 88 ein senkrechter Längenschnitt durch das Zungenblastem und durch eine fortgesetzte Theilung entstehen die Furchen *ab*, *ac*, *ad*, *ae* u. s. w. Nimmt man an, dass sich, dem Laufe dieser Furchen entsprechend, Muskelbündeln entwickeln, so entsteht daraus die 89. Figur und in dieser sieht man einen senkrechten Längenschnitt *abcd ef* durch den *Musculus genioglossus*, unter dem man unmittelbar den *Musculus geniohyoideus mn* erblickt.

Die erste Form des Kehlkopfblastems bemerkt man an dem hinteren Theile der Masse des zweiten Kiemenbogens. Von der Seite gesehen, ist es ein rundliches Blastem *a* (Fig. 90), welches sich etwas unterhalb vom Zungenrunde vorfindet und im Beginne der Entwicklung eine ganz homogene Masse darstellt. Das hier dargestellte Präparat war beim menschlichen Fœtus angefertigt; bei einem Hühnerfœtus zeigte das Kehlkopfblastem in einer horizontalen Ansicht die Form zweier durch eine seichte Furche geschiedener Höckerchen *m*, *m'* (Fig. 91). Macht man sich Querschnitte durch mehr entwickelte Kehlköpfe von Schaf-Embryonen, so bemerkt man, (Fig. 92) eine den ganzen Kehlkopf umschliessende Keimlage; eingeschlossen von dieser eine biscuitförmige Spalte, mit einem vorderen etwas längeren Theile, welche offenbar aus einer transversalen Spaltung der mittleren Blastemmasse hervorgegangen ist. Betrachtet man den Kehlkopf von der Seite, so sieht man seinen oberen Theil abermals in zwei Theile gespalten, *a* und *b* (Fig. 93), von denen der vordere, welcher der Zunge näher liegt, bald den hinteren an Länge übertrifft. Das obere Stück dieses nach vorne liegenden Theiles *b* wird zur *Cartilago Epiglottis*, die mithin anfangs fast senkrecht zur Eingangsöffnung des Kehldeckels steht. Nimmt man die Ansicht der hinteren Seite des Kehlkopfes (Fig. 94), so sieht man sowohl eine Furchung des oberen Endes des Blastems *a*, als auch jenes des Epiglottisblastems *b*. Durch eine abermalige Furchung der Blasteme *a* übergeht die Fig. 94 in die Figur 95 und hiermit ist der äussere Ausbau des Kehlkopfes vollendet. Die Spitzen von *a* sind es, welche die Gieskannenknorpel später einschliessen, zwischen denen nun die *Apertura laringis superior* entsteht.

Den äusserlich bemerkbaren Furchungen entsprechen auch solche im Innern und hierdurch werden die verschiedenen Theile von

der äusseren Theile d. Gesichtes, dann der Zunge, des Kehlkopfes u. d. Luftröhre. 583

einander abgegrenzt, aus denen der Kehlkopf zusammengesetzt ist. Die systematische Darstellung der Entwicklung des Kehlkopfes und des mit ihm verbundenen Schlundkopfes wird nach den oben gewonnenen Erfahrungen und nach der Betrachtung verschiedener Durchschnittsfiguren in bereits mehr entwickelten Organen folgendermassen gegeben werden können.

Die Figur 96 stelle einen horizontalen Durchschnitt durch den Kehlkopfkeim dar, nachdem die erste doppelte Furchung vor sich gegangen ist. Durch die verschiedenen Furchungen werden in der äusseren Blastenlage *abcd* mehrere Theile abgegrenzt, welche später zu verschiedenen Geweben sich entwickeln, und zwar das aus zwei Theilen zusammengesetzte Stratum *abc*, dann das zweite Stratum *adc*, welches gleichfalls aus zwei bei *d* mit einander verbundenen Theilen besteht, und bei *a* und *c* durch eine schräge Linie an die äussere Seite des Blastems *abc* befestigt ist. Das Stratum *abc* wird später zum Schildknorpel. Das Stratum *adc* zur Muskulatur des Pharynx und ein Kehlkopfdurchschnitt, der hoch oben geführt worden ist, erhält, nachdem die genannten Theile sich wirklich von einander geweblich geschieden haben, die Figur 97, wo *abc* die horizontale Durchschnittsfigur der Schildknorpel, *adc* aber die horizontale Durchschnittsfigur den Schlundkopfmuskel darstellt. Ein senkrechter Längenschnitt durch das Kehlkopfblastem (Fig. 98) müsste an jeder Seite zwei über einander liegende Blastemmassen *a, b* des Kehlkopfes zeigen. Beide Blasteme stehen um so weiter von einander ab, je weiter nach aussen der Schnitt am Kehlkopfkeime gedacht wird. Die durch diese Furchung abgeschiedene Blastenlage *mn* ist der senkrechte Durchschnitt des Schildknorpel-Blastems; die Schicht *op* ist der senkrechte Durchschnitt des Blastems für die Schlundkopfmuskel, und anfangs bietet ein senkrechter Durchschnitt durch den Kehlkopf und den Schlundkopf nach der Entfernung der Blasteme *a, b* in der That auch nur die Form einer Rinne dar (Fig. 99), welche nach unten in das Blastem der Trachea übergeht. Durch die Präparation mittelst Weingeist wird die innerhalb dieser Rinne befindliche Blastemmasse zum Gerinnen gebracht, und es zieht sich daher vor der Wirbelsäule ein solider Strang — das Blastem für Kehlkopf, Luftröhre, Schlundkopf und Speiseröhre hinab. So zerfällt das Blastem des Kehlkopfes gleich ursprünglich in zwei über einander liegende Theile; diese Theilung erscheint äusserlich durch eine Furchung ange-

§84 Engel. Bemerkungen über die Entwicklung der Schädel- und Gesichtsknochen,

deutet, die der unter dem Namen der dritten Kiemenspalte bekannten Furchung entspricht.

Das im Innern des so fertig gewordenen Kehlkopfkeimes enthaltene Blastem spaltet sich wieder in eine obere und eine untere Blastenmasse (Fig. 100) und jede dieser Kugeln wieder in eine rechte und linke Hälfte (Fig. 101) (ein Querschnitt durch das Kehlkopfblastem eines Hühnerfetus). Verweilen wir einen Augenblick bei dem oberen Kehlkopfblasteme α (Fig. 100). In demselben bemerkt man bald eine neue transversale Furchung und der früher angegebene Querschnitt übergeht dadurch in die Figur 102, wenn der horizontale Schnitt in der Höhe der Linie mn (Fig. 100), dagegen m' die Figur 103, wenn der Schnitt in der Höhe der Linie op (Fig. 100) geführt worden ist. Die äussere Lage des Keimstratum abc (Fig. 102 und 103) entwickelt sich zu einem selbstständigen Gebilde nämlich zum Kehlkopfdeckel, das Blastem adc dagegen ist grösstentheils für die Gieskannenknorpel bestimmt, deren Querschnitt wie die Fig. 103 eine unregelmässige dreiseitige Form mit abgestumpften Rändern darbietet. Die zwischen den in der Zeichnung weiss gehaltenen Blastemen verlaufende Furchung besteht aus 2 Theilen; einem hinteren halbmondförmigen Theile bei d (Fig. 102), der künftigen Höhle des Schlundkopfes, und einem vorderen ungleich vierseitigen tiefer unten (Fig. 103) schiffchenartigen Raume, der künftigen Kehlkopfhöhle.

In einem senkrechten Längenschnitte erscheint in dem oberen Kehlkopfblasteme α (Fig. 100) anfangs eine senkrechte Furchung, wodurch die 2 Blasteme 1 und 2 (Fig. 104) entstehen, von welchen das vordere 1 hauptsächlich in die Länge sich entwickelt; durch eine neue Quertheilung bildet sich die Figur 105 und hierauf durch eine Abrundung die Figur 106 (Kehlkopf beim Menschen, innere Fläche der A rechten Wand). Von diesen 4 Blastemmassen, welche der obere Theil jeder Kehlkopfhöhle enthält, ist nur 1) die *Cartilago Epiglottis*; 2) enthält das Blastem der Sartorini'schen Knorpel, 3) das Blastem der Giesbeckenknorpel, 4) das Blastem der inneren Kehlkopfmuskel. Ungleiche Entwicklung dieser 4 Blastemmassen geben dem ganzen Kehlkopfblasteme allmählich den bleibenden Typus.

Die eben gezeichneten Entwicklungsformen sind ganz in Übereinstimmung mit den oben gegebenen Seitenansichten und den Querschnitten.

der äusseren Theile d. Gesichtes, dann der Zunge, des Kehlkopfes u. d. Luftröhre. 385

Erst nach all' diesen Vorgängen schreitet die Natur zur Entwicklung der Schleimhaut mit der Stimmritze. In dem Raume *A* der 103. Figur entsteht ein rundliches Blastem (Fig. 107), das bald in zwei Theile zerfällt, zum Keime sich umstaltet, mithin in Peripherie und Innenraum sich theilt. Durch das Zusammenschmelzen der beiden Innenräume entsteht die Figur 108 und die Stimmritze mit ihrer anfänglich achterförmigen Gestalt und dem sie umgebenden Schleimhautsaume ist nun fertig (Mensch). An einem senkrechten Längenschnitte fällt die Stimmritze in die Gegend von *A* (Fig. 106) und der in dieser Zeichnung schwarz gehaltene Raum ist der Morgagni'sche Ventrikel. Die Form dieses Raumes spricht zu deutlich für den Entwicklungsmodus, als dass es nöthig erscheinen möchte, noch Näheres darüber zu erwähnen.

Nimmt man einen horizontalen Querschnitt nach der Linie *qr* (Fig. 100) durch das untere Kehlkopfblastem, so erscheint dieser in der bei 110 abgebildeten Form mit einer biseuitförmigen Öffnung, welche offenbar durch eine transversale Theilung und darauffolgende Keimbildung, mithin aus der Figur 109 entstanden sein muss. Die Blastemschicht, welche bei *abc* an das Blastem der Schildknorpel, bei *ade* an das Blastem der Pharynxmuskel stösst, entwickelt sich später zum Ringknorpel.

Kehrt man wieder zu einem senkrechten Längenschnitte (Fig. 105) zurück, so ist nicht allein der Raum β , sondern auch der Muldenraum γ zur Entwicklung des Ringknorpelblastemes bestimmt, und ein Schnitt durch diesen Knorpel hat daher die in 106 bei β und γ angegebene Form, d. h. der Ringknorpel ist — einem Siegelringe ähnlich — rückwärts höher als vorne. — Hiermit ist die Darstellung der ersten Entwicklung des Kehlkopfes vollendet.

Was die Entwicklung der Luftröhre betrifft, so sind in meinen früheren Abhandlungen hierüber bereits Andeutungen gemacht worden; ich habe diesen in Betreff der Knorpelentwicklung nur noch Einiges hinzuzufügen.

Nimmt man eine Reihe hinter einander liegender, an den Berührungsstellen leicht abgeplatteter Blasteme (Fig. 111), — die Blasteme für die Trachea — so wird in Folge einer Keimbildung und Blastemfurchung das ganze Luftröhrenblastem die in 112 abgebildete Form annehmen. Späteres Verschmelzen der einander berührenden Theile führt nummehr zur Form 113 und die Entwicklung der Luftröhren-

386 Engel. Bemerkungen über die Entwicklung der Schädel- und Gesichtsknochen,

ringe hat hiermit begonnen. Die aus zwei seitlichen Theilen bestehenden Blastemlagen *abcd* (Fig. 113) werden zu den Luftröhrenknorpeln, die dazwischen liegenden Streifen *cdef* dagegen zu den fibrösen Verbindungsstreifen je zweier Luftröhrenringe. Die ursprünglich sehr markirt eckige Form der Luftröhrenringe (das Präparat 113 ist von einem Schaf-Embryo) verliert sich später durch Abstumpfen der Spitzen und die Luftröhrenringe erhalten allmählich die unter 114 abgebildete abgerundete bleibende Form. Dass die Entwicklung der Trachea schichtenweise von aussen nach innen erfolgt, und zwar auf dem Wege einer fortgesetzten Theilung, lässt sich der Analogie nach mit Gewissheit annehmen; ich habe mich aber mit dem directen Nachweise nicht weiter beschäftigt. Die Theorie der Entwicklung eines Luftröhrenquerschnittes muss wie jene eines Kehlkopfquerschnittes nach den Figuren 96 und 97 gedacht werden; der Gegenstand schien mir hier aber so einfach, dass ich einen factischen Nachweis kaum mehr für nothwendig erachtete.

Auch die Weichtheile an der Oberfläche des Kopfes und Halses entwickeln sich mit Hülfe einer fortgesetzten Spaltung zu Keimen, in deren Innerem fortwährend neue Blastembildungen, Furchungen vor sich gehen, bis endlich auch die verwickelteste Form der schöpferischen Naturthätigkeit gelungen ist. Einen weiteren Beleg hierzu liefert die Entwicklung der Ohrmuschel.

Die erste Spur der Ohrmuschel (beim Menschen) erscheint als eine linsenförmige Hervorragung über dem Gehörbläschen, die anfangs farblos und durchsichtig ist, und daher gewöhnlich übersehen wird, später aber sich trübt, so dass es bald das Gehörbläschen vollständig verdeckt. Bald hierauf hat aber das Ohrmuschelblastem die unter 115 angegebene Form, und ist sonach in drei Blastemmassen zerfallen, die durch eine dreiseitige Furchung von einander abgegrenzt sind; später haben sich in den einzelnen Blastemen die peripheren von den inneren Schichten getrennt und das Ohrmuschelblastem bietet dann die in 116 dargestellte Gestalt. Von nun an heben sich die einzelnen Blasteme, indem sie sich zugleich in verschiedenen Verhältnissen vergrössern, deutlicher hervor und das Ohrblastem erhält nun die in 117 angegebene Form. Das Blastem *a* (Fig. 116) wird nun zum Tragos (Fig. 117); das Blastem *b* (116) zum Antitragos (117); das Blastem *c* (116) bildet noch anfangs eine Hervorragung an der Stelle der künftigen *Fossa navicularis*; *Helix* mit

der äusseren Theile d. Gesichtes, dann der Zunge, des Kehlkopfes u. d. Luftröhre. 587

der *Spina helioidis mn* ist das Überbleibsel der äusseren, das ganze Ohrblastem umgebenden Wand (116) mit einem Theile *mn* der Wand des Keimes *c*. Durch diese Entwicklungen sind die Haupt-Umrisse der menschlichen Ohrmuschel bereits fertig und es bedarf dann nur noch weiterer Furchungen von mehr untergeordneter Bedeutung um diesen Theil zu vollenden.

Eben so einfach gestaltet sich der Bildungsgang an der Ohrmuschel verschiedener Säugethiere. Auch bei diesen erscheint anfangs in der Gegend des Gehörbläschens ein linsenförmiges, farbloses und durchsichtiges Blastem, in dem bald darauf eine Theilung in drei Theile deutlich unterschieden werden kann (Fig. 118). Während nun die Blasteme *a* und *b* noch lange durchsichtig bleiben, ja in ihrer Grössen-Entwicklung hinter dem Blasteme *c* weit zurückbleiben, hat das Blastem *c* sich in drei mit einander parallelen Richtungen gefurcht; dabei ist es noch grösser und zugleich minder durchsichtig geworden; auch trennt es sich allmählich von den Blastemen *a* und *b*, die es zum grösseren Theile bedeckt und erhält nun die unter 119 angegebene Gestalt. Immer mehr und mehr hebt sich der spitz zulaufende Zipfel *d* des Blastems *c* (Fig. 120) bis er endlich sich senkrecht gegen die Gesichtsfäche erhebt und allmählich sich so umlegt, dass die frühere äussere Fläche zur inneren und hinteren wird (Fig. 121), wodurch der Raum *m* zwischen den ursprünglichen drei Blastemen der Ohrmuschel deutlich sichtbar wird und als Eingang in die *Concha Auris* zurückbleibt. Eine weitere Furchung der Blasteme *a* und *b* (121) vollendet die äussere Ausbildung der *Auricula* und diese erhält die in 122 gezeichnete Gestalt. So weit habe ich die Entwicklung dieses Theiles bei Schaf- und Schweins-Embryonen verfolgt.

Wie wenig Schwierigkeiten würde die Entwicklungstheorie anderer Weichtheile am Kopfe, wie z. B. jener der Lippen, der Augenlider u. s. f. darbieten, wenn man es versuchte, eine solche zu geben. Weist doch die Form und Lage des Philtrums der Oberlippe mit grösster Bestimmtheit auf eine vorausgegangene Furchung des Blastems der Oberlippe hin, ja selbst die Nervenbahnen in der Oberlippe geben ein sicheres Zeugniß für vorausgegangene mehrfache Furchungen ab.

So wie einerseits die verschiedenen Missbildungen auf eine sehr einfache Weise nach den Principien meiner Entwicklungstheorie

erklärt werden können, so wird andererseits, wie gesagt, jede Missbildung ein neuer Beweis für die Richtigkeit meiner ganzen Darstellung werden. Ich habe in der 123. Figur eine Frontansicht eines Kopfskeletes vom *Hemicephalus* gegeben. Man sieht hier den Augenbraunenbogen und den Nasenfortsatz des Stirnbeines entwickelt, während der Stirntheil des Stirnbeines fehlt, und man wird sich auch meiner Darstellung erinnern, dass eben die genannten Theile zwar erst nach der Blastembildung der Stirnbeine entstehen, aber sich unabhängig von den letzteren entwickeln. So findet man auch bei derselben Missbildung das Schläfebein entwickelt sammt den grossen und kleinen Keilbeinflügeln, nicht aber die Seitenwandbeine; aus der von mir aufgestellten Entwicklungsgeschichte der Schädelknochen geht hervor, dass die genannten Theile zwar so lange als sie auf der Stufe der Blastembildung stehen in einem bestimmten Zusammenhange zu einander sich befinden, dass sie aber in ihrer weiteren Entwicklung eine grosse Unabhängigkeit von einander zeigen. — Es wäre ein Leichtes, diesen sehr interessanten Gegenstand weiter zu verfolgen, doch glaube ich hier abbrechen zu müssen, um die normale Entwicklungsgeschichte in ihren Haupt-Umrissen darstellen und zu einem vorläufigen Abschlusse bringen zu können.

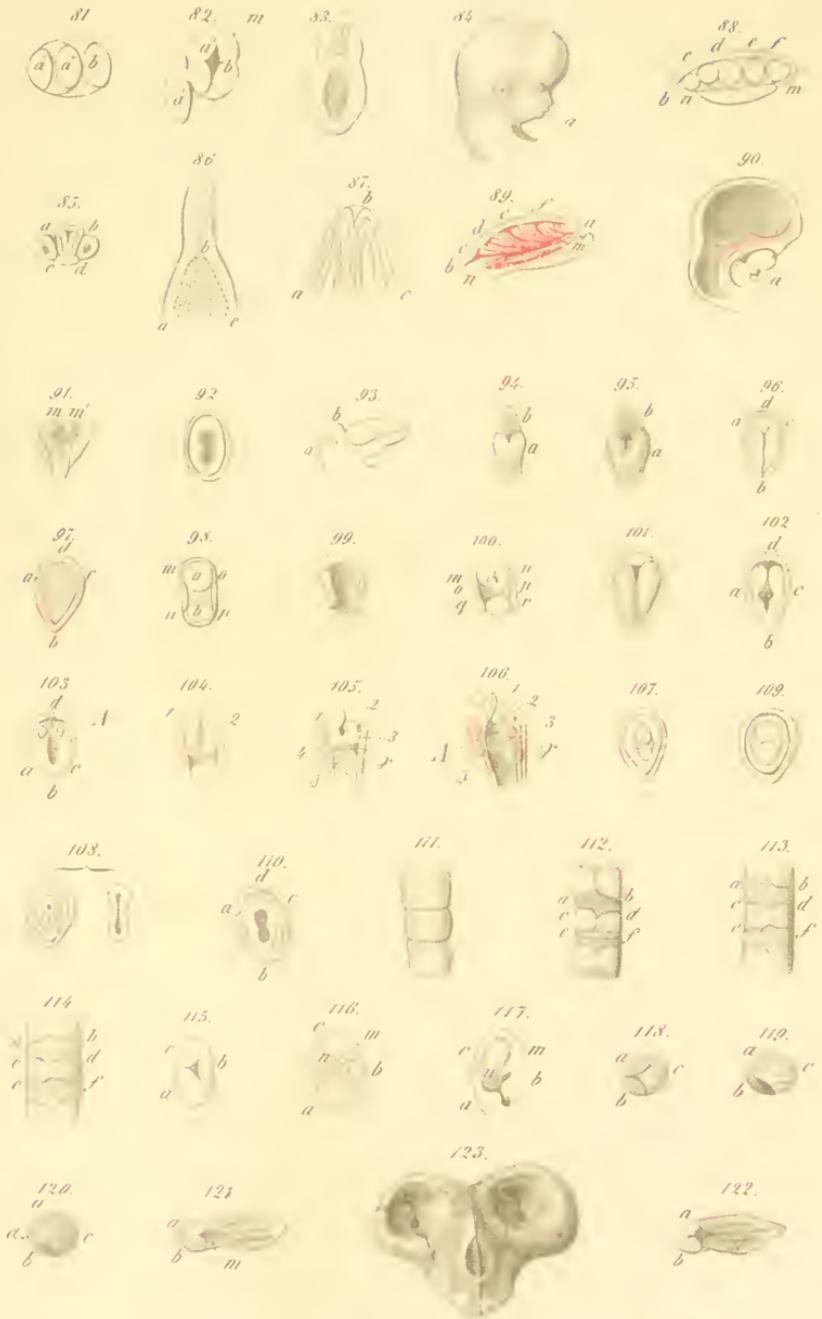
Beiträge zur Kenntniss des Ricinus-Öles.

Von J. Stanèk.

Das Ricinusöl ist schon oft Gegenstand chemischer Untersuchungen gewesen; besonders widmeten die Chemiker ihre Aufmerksamkeit den flüchtigen Producten der trocknen Destillation desselben. Die ersten Versuche über das Verhalten des Ricinusöles bei hoher Temperatur wurden von Bussy und Leeanu angestellt. Sie gaben an, dass das in Rede stehende Öl bei der Destillation ohne merkliche Gas-Entwickelung ein, anfangs vorzüglich aus flüchtigem, später aus fixerem Öle bestehendes Product liefere, dass aber, nachdem beiläufig der dritte Theil des Öles übergegangen sei, sich plötzlich eine reichliche Entwickelung brennbarer, kohlen säure-freier Gase einstelle, während der Rückstand, ohne sich zu färben, gleichzeitig sich in eine blasige, schwammige, elastische Masse umwandle, der das ganze Destillationsgefäss erfülle. Sie geben ferner an, dass das Destillat aus







ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1854

Band/Volume: [12](#)

Autor(en)/Author(s): Engel Joseph

Artikel/Article: [Bemerkungen über die Entwicklung der Schädel- und Gesichtsknochen, der äusseren Theile des Gesichtes, dann der Zunge, des Kehlkopfes und der Luftröhre \(Mit III Tafeln.\). 558-588](#)