



ANATOMISCHE HEFTE.

ERSTE ABTEILUNG.

ARBEITEN AUS ANATOMISCHEN INSTITUTEN.

32. BAND (96., 97., 98. HEFT).



ANATOMISCHE HEFTE.

BEITRÄGE UND REFERATE

ZUR

ANATOMIE UND ENTWICKELUNGSGESCHICHTE.

UNTER MITWIRKUNG VON FACHGENOSSEN

HERAUSGEGEBEN VON

FR. MERKEL

UND

R. BONNET

O. Ö. PROF. DER ANATOMIE IN GÖTTINGEN

O. Ö. PROF. DER ANATOMIE IN GREIFSWALD.

ERSTE ABTEILUNG.

ARBEITEN AUS ANATOMISCHEN INSTITUTEN.

32. BAND (96., 97., 98. HEFT).

MIT 36 TAFELN UND 77 FIGUREN IM TEXTE.

WIESBADEN.

VERLAG VON J. F. BERGMANN.

1907.



Nachdruck verboten.
Übersetzungen, auch ins Ungarische, vorbehalten.



Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.

Inhalt.

	Seite
96. Heft (ausgegeben im Oktober 1906).	
I. Richard Keil, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Auges vom Schwein mit besonderer Berücksichtigung der fötalen Augenspalte. Mit 39 Abbildungen auf den Tafeln 1/14	1
II. J. Sobotta, Über die Bildung des Corpus luteum beim Meer-schweinchen. Mit 13 Figuren auf den Tafeln 15/19	89
III. A. E. v. Smirnow, Über die Mitochondrien und den Goltgischen Bildungen analoge Strukturen in einigen Zellen von <i>Hyacinthus orientalis</i> . Mit 8 Figuren auf Tafel 20	143
97. Heft (ausgegeben im Dezember 1906).	
I. M. v. Herwerden, Die puerperalen Vorgänge in der Mucosa uteri von <i>Tupaja javanica</i> . Mit 8 Figuren auf den Tafeln 21/22	155
II. H. Happe, Beobachtungen an Eihäuten junger menschlicher Eier. Mit 7 Abbildungen auf den Tafeln 23/24	171
III. Siegfried v. Angermayer, Ein Fall von getrenntem Ursprung der Carotis externa sinistra und der Carotis interna sinistra aus dem Aortenbogen in Verbindung mit Anomalien der Wirbelsäule und der Rippen. Mit 3 Textabbildungen und einer lithographierten Tafel 25	213
IV. Keji Okasima, Zur Anatomie des inneren Gehörorgans von <i>Cryptobranchus japonicus</i> . Mit 6 Figuren auf Tafel 26/28 .	233
V. W. Rubaschkin, Über die Veränderungen der Eier in den zugrunde gehenden Graaf'schen Follikeln. Mit 10 Figuren auf den Tafeln 29/30	255
VI. Albert v. Kittlitz, Zur Entwicklung der Gefäße im Auge der Forelle. Mit 3 Abbildungen im Texte	279
98. Heft (ausgegeben im Januar 1907).	
I. Dan. de Lange jr., Die Keimblätterbildung des <i>Megalobatrachus Maximus</i> -Schlegel. Hierzu die Tafeln 31/34	307
II. R. Futamura, Beiträge zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte der Facialis-Muskulatur. Mit 71 Figuren im Text	479
III. Dr. E. Muthmann, Die Hufeisenniere. (Nach einem Vortrag in der medizinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Tübingen.) Mit einer Abbildung auf Tafel 35/36	577
IV. Dr. Hermann Schöppler, Eine vom Rat der Stadt Nürnberg 1773 erlassene Ordnung die anatomischen Demonstrationen im anatomischen Theater dortselbst betreffend	589

18773

AUS DEM PHYSIOLOG. INSTITUT DER TIERÄRZTL. HOCHSCHULE ZU DRESDEN.
GEH. MED.-RAT PROF. DR. ELLENBERGER.

BEITRÄGE

ZUR

ENTWICKELUNGSGESCHICHTE DES AUGES VOM SCHWEIN

MIT

BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DES VERHALTENS DER FÖTALEN AUGENSPALTE.

VON

RICHARD KEIL,
LEIPZIG.

Mit 39 Abbildungen auf den Tafeln 1/14.

I. Einleitung.

Während der embryonalen Entwicklung des Auges erscheint bekanntlich gleichzeitig mit dem Auftreten der Linsenanlage, beim Menschen gegen Ende der 4. Woche, an der unteren Wand des aus der primären Augenblase durch Einstülpung vom lateralen (hirnabseitigen) Pole gebildeten sekundären Augenbeckens eine rinnenartige Einziehung, die fötale Augenspalte. Sie wird allgemein auf eine mechanisch wirkende Ursache, nämlich auf das Eindringen von Mesenchymgewebe — dem späteren Glaskörper — zurückgeführt und setzt sich auch auf den Augenblasenstiel eine Strecke weit fort. Diese Rinne schliesst sich unter normalen Verhältnissen dadurch wieder, dass sich ihre Ränder beim weiteren Wachstum des Augenbeckers aneinander legen, verkleben und schliesslich verschmelzen. Die Verschlussstelle bleibt noch einige Zeit als ein heller Streifen sichtbar, weil sich hier das Pigment in der äusseren Augenblasenlamelle, der späteren Lamina pigmenti, zunächst nicht ablagert. Mit der nachträglich erfolgenden Pigmentierung der Zellen der Verschlussnaht verschwindet dieser helle Streifen und damit jede Andeutung der früher vorhandenen fötalen Augenspalte.

Am Augenblasenstiel bleibt die Rinne noch längere Zeit offen; eine kleine, von etwas Mesenchymgewebe umgebene Arterie legt sich hinein, die später, wenn sich auch diese Rinne

durch Verwachsung ihrer Ränder schliesst, als *Arteria centralis retinae* mit eingeschlossen wird.

Unter abnormen Verhältnissen kann die oben erwähnte Pigmentablagerung im Bereiche der Spaltennaht, die beim menschlichen Fötus meist um die 7. Woche der Gravidität vollendet ist, oder sogar der Verschluss der Spalte ausbleiben. Diesen in klinischer Beziehung wichtigen Defekt bezeichnet man als Colobom oder Chorioidealspalte (der alten Embryologen.)

Unter dem Ausdruck „Colobom“ (Verstümmelung) versteht man nach von Hippel (13) Defekte in gewissen Teilen des Auges, die in der Mehrzahl der Fälle durch ihre Form und ihre Lage nach unten, bzw. nach unten und innen typisch sind. Nun haben aber die Beobachtungen innerhalb der letzten 20 Jahre gelehrt, dass auch angeborene Defekte, die in klinischer und anatomischer Beziehung denen in der Richtung der Augenspalte gelegenen nahezu oder vollständig gleichen, auch in allen möglichen anderen Richtungen vorkommen können. Man spricht daher von typischen und atypischen Colobomen des Auges, noch besser vielleicht von abwärts und nasal, oben u. s. w. gelegenen Colobomen der Iris, der Linse u. s. w.

Es steht unzweifelhaft fest, dass typische und atypische Colobome in klinischer Beziehung zusammengehören; die Frage aber, ob ihre Entstehung prinzipiell vollkommen verschieden aufzufassen ist, darf noch nicht als endgültig gelöst angesehen werden. Deshalb habe ich es auch vermieden, zu irgend einer der zahlreichen hierauf bezüglichen Theorien bestimmte Stellung zu nehmen.

Es sind nun von den verschiedensten Seiten Versuche gemacht worden, für die im postfötalen Leben am Auge beobachteten Colobome eine Erklärung zu finden. Eine der wichtigsten Theorien, welche wohl die meisten Anhänger gefunden hat, war die Deutschmannsche Entzündungstheorie; D. führte

die Spaltbildungen auf heftige intrauterine Entzündungsprozesse am fötalen Auge zurück. Nachdem man aber die fötale Augenspalte und deren Sitz genauer erkannt hatte, waren es zuerst da Gama Pinto und Manz, welche unter Hinweis auf den fast regelmässigen Sitz der Colobome im Verlauf der fötalen Augenspalte die Theorie aufstellten, dass die Colobome auf einen mangelhaften Verschluss der letzteren zurückzuführen also das Ergebnis einer Bildungshemmung seien. Diese Theorie ist von unseren modernen Ophthalmologen fast allgemein angenommen worden, und man hat sich dahin geeinigt, alle im Verlaufe der fötalen Augenspalte vorkommenden Gewebsdefekte als typische, und alle in anderer Richtung verlaufenden als atypische Colobome zu bezeichnen.

Die Zahl der beim Menschen beobachteten und in der Literatur beschriebenen Colobome, besonders im Bereiche der Iris, ist eine ziemlich grosse; dagegen finden wir in der Literatur nur eine geringe Zahl von Beobachtungen über Colobome bei Tieren verzeichnet. Letztere sind zum Teil derart mangelhaft beschrieben, dass nicht einmal ihr Verlauf genau zu erkennen ist; dazu kommt noch, dass von den Beobachtern keinerlei Unterscheidung zwischen typischen und atypischen Colobomen gemacht worden ist.

Im Jahre 1901 beobachtete ich am Dresdener Schlachthofe in einem Rinderbulbus eine in der tierärztlichen Literatur noch nicht beschriebene Missbildung der Iris, die ich als „Brücken Colobom“ bezeichnet habe. Am rechten Auge des Tieres fand sich eine schmale Brücke Irigewebes von 2,5 mm Breite, welche vom oberen zum unteren Pupillarrande fast senkrecht zum Querdurchmesser der im übrigen normal grossen Pupille verlief. Da die Brücke eine zusammenhängende Masse Irigewebes darstellte und Verwachsungen mit der vorderen Linsenkapsel, — auch Pigmentschollen, wie sie bei Synechia posterior zu hinterbleiben pflegen — fehlten, so war die Diagnose: Synechia

posterior und Membrana pupillaris perseverans ausgeschlossen. Ausserdem war eine leichte Einkerbung im unteren inneren Quadranten der Iris zu bemerken. Der Pupillarrand sah an der betreffenden Stelle wie angenagt aus. Anderweitige Colobombildungen fanden sich weder an Opticus und Retina, noch am übrigen Uvealtractus.

Ich muss hierzu bemerken, dass die von mir gebrauchte Bezeichnung „Brücken-Colobom“, falsch ist; richtiger wäre gewesen: „Brückenbildung der Iris und leichtes typisches Iriscolobom“, wie ich das auch in der Beschreibung des Falles ausgeführt habe. Der Irrtum erklärt sich daraus, dass mir zur Zeit der Veröffentlichung der Mitteilung nur wenig ophthalmologische Literatur, zum Teil älteren Datums, zur Verfügung stand, und ich mich ausserdem mit der Frage der Missbildungen des Auges wenig beschäftigt hatte. Durch diesen zufälligen Befund wurde ich nun veranlasst, mein Augenmerk genauer auf die Verhältnisse der fötalen Augenspalte und das Entstehen der Colobome zu richten und über das Vorkommen der letzteren bei Tieren literarische Studien zu machen, auch über das Entstehen und weitere Verhalten der fötalen Augenspalte Untersuchungen an Embryonen anzustellen. Ich wählte hierzu besonders Schweineembryonen, weil mir dieselben am leichtesten zugänglich waren.

Die erste Frage, welche ich mir bei den embryologischen Untersuchungen vorlegte, war:

Sind die bezüglich des Verlaufes und der Richtung der fötalen Augenspalte beim Menschen festgestellten Verhältnisse ohne weiteres auf unsere Haustiere übertragbar, oder ist die Lage und die Verlaufsrichtung der fötalen Augenspalte bei den Tieren eine andere?

Zur Lösung dieser Frage war es zunächst notwendig, an der Hand der Literatur festzustellen, wie sich die bei Tieren bis jetzt beschriebenen Colobome verhielten, wo sie ihren Sitz

hatten und wie sie verliefen und endlich ob sie zu den typischen oder atypischen gerechnet werden müssen. Sollte es sich herausstellen, dass der Sitz und der Verlauf dieser Colobome ein wesentlich anderer als beim Menschen ist, dann wäre zu vermuten, dass die fötale Augenspalte unserer Haustiere eine andere Lage und einen anderen Verlauf als beim Menschen hätte. Zur näheren Orientierung in dieser Richtung habe ich die gesamte tierärztliche und ophthalmologische Literatur, soweit mir dieselbe zugänglich war, durchgesehen, um mich über alle publizierten Fälle von Colobombeobachtungen bei Tieren zu unterrichten. Ich habe das so erhaltene literarische Material übersichtlich zu ordnen gesucht und darüber folgendes zu berichten.

I. Typische Colobome. 1. Renner (25) fand neben einem Enchondroma intrabulbare congenitum ein Coloboma iridis et chorioideae an beiden Augen eines Füllens. Der Defekt in der rechten Iris lag im unteren inneren Quadranten, der der linken Iris zwischen beiden Quadranten (unterem inneren und unterem äusseren??).

2. Schultheiss (30) beobachtete bei einem 1¹/₄jährigen Hühnerhund unter anderem eine mangelhafte Ausbildung des vorderen Uvealabschnittes, des Ligamentum pectinatum, des Fontanaschen Raumes, der Iris (insbesondere ihres ciliaren Abschnittes) und des Corpus ciliare, bei letzterem ihren höchsten Grad erreichend. Die Missbildung lag auch hier im unteren inneren Quadranten, wie aus der beigegebenen farbigen Tafel zu ersehen ist.

3. Von mir (17) wurde das oben beschriebene sogenannte Brückencolobom der Iris beim Rinde beobachtet.

4. Bayer (2) bringt in seinen „bildlichen Darstellungen des gesunden und kranken Auges unserer Haustiere (Wien 1891)“ zwei Abbildungen von Colobomen beim Pferd und zwar ein Brückencolobom der Iris und ein Colobom des Tapetum nigrum. Letzteres verlief annähernd im unteren inneren Quadranten.

5. Salfner (28) beschreibt in einer bei Hess, Würzburg angefertigten Arbeit, welche unter dem Titel: „Angeborene Anomalie der Cornea und Sclera, sowie andere Missbildungen zweier Pferdebulbi“ veröffentlicht wurde, ein von ihm beobachtetes Colobom in beiden Augen desselben Tieres. Er stellt am linken Auge ein typisches Colobom des Opticus, der Chorioidea und des Tapetum nigrum fest und giebt an, dass im Bereiche des Chorioidealcoloboms nur noch Rudimente der Retina ohne histologische Schichtung vorhanden gewesen seien. Am rechten Auge war das Opticuscolobom nicht so ausgedehnt, wie links,

auch fehlte das Colobom der Chorioidea und des Tapetum nigrum. Beiden Augen war an gleicher Stelle, das heisst, wo sich links das Chorioidealcolobom befand, eine Ektasie der Sclera gemeinsam. Ich erwähne sie um deswillen mit, weil es ja noch strittig ist, ob man sie zum Begriff Colobom zu rechnen hat.

6. Möller (24) hat mehrere Fälle von Colobom bei Hunden beobachtet und bringt eine hierauf bezügliche Abbildung, aber ohne erklärende Beschreibung. Der Zeichnung nach zu urteilen handelt es sich um ein doppelseitiges Brückencolobom der Iris; beide Irisdefekte, sowohl am rechten wie am linken Auge, liegen zwischen unterem äusseren und unterem inneren Quadranten.

II. Atypische Colobome. 7. Hering (10) veröffentlichte einen Fall von Iriscolobom beim Pferde. Der Irisdefekt des linken Auges lag zwischen oberem und unterem äusseren Quadranten, während das rechte Auge zwischen denselben Quadranten mehrere radiär verlaufende teils schmalere und teils breitere Irisspalten aufwies. Wir haben es somit mit einem linksseitigen atypischen Colobom mit gleichzeitig bestehender rechtsseitiger Polycorie, die ja eine Abart der Colobombildung darstellt, zu thun.

III. Colobome mit zweifelhaftem Verlauf. 8. Dochtermann (6) untersuchte zusammen mit Berlin die Augen von 64 blinden Ferkeln, die von demselben Eber abstammten. In 36 Fällen fand sich teils einseitiges, teils beiderseitiges Coloboma totale (wo?), bei den übrigen war teils Microphthalmus beiderseits oder einseitiger Microphthalmus zugleich mit Coloboma totale auf der anderen Seite vorhanden.

9. Röder (27). Über das Vorkommen des Tapetumcolobom bei gescheckten Pferden wurden vom Referenten Untersuchungen angestellt und es ergab sich, dass derartige Colobome besonders bei braun- und weissgescheckten Pferden nicht selten sind und dann gewöhnlich auch in beiden Augen vorkommen (wo?). Bekanntlich versteht man unter Tapetumcolobom einen Pigmentmangel des Tapetum. Bei der Untersuchung mit dem Augenspiegel erscheint die betreffende Stelle rot und von zahlreichen Blutgefässen durchzogen. Sehstörungen scheint das Tapetumcolobom nicht zu verursachen.

Aus diesen wenigen Beobachtungen von Colobomen bei Tieren, die publiziert worden sind, darf man aber nicht schliessen, dass die Colobome bei Tieren so ungemein selten sind, wie es hiernach erscheinen könnte. Die geringe Zahl der Beobachtungen bzw. der Publikationen darüber erklärt sich vielmehr daraus, dass man in der Tierheilkunde erst in neuerer Zeit grössere Sorgfalt auf die Untersuchung der Augen und auf die Feststellung von Augenfehlern verwendet hat. Aus den wenigen Beobachtungen über die Colobome der Tiere lassen sich schwer Schlüsse auf die Lage und den wahrscheinlichen Verlauf der fötalen Augenspalte, bzw. auf die Beurteilung der Colobome und deren Entstehung ziehen. Immerhin könnte man aus den von mir

als typische Colobome aufgeführten Beobachtungen entnehmen, dass die fötale Augenspalte der Tiere eine ähnliche Lage wie die des Menschen, dass sie also ihren Sitz zwischen dem ventro-temporalen und -nasalen Quadranten hat, und dass diese Colobome, wie dies Manz bezüglich der Colobome des Menschen meint, auch bei Tieren in ursächlichem Zusammenhange mit der fötalen Augenspalte stehen und die Folge einer Hemmungsbildung, das heisst eines mangelhaften Verschlusses der fötalen Augenspalte seien. Es ist dann aber schwierig, den unter II. als atypisches Colobom aufgeführten Augenfehler zu erklären. Entweder muss man für derartige Fälle eine andere Art der Entstehung, z. B. nach Deutschmann die intrauterine Augenentzündung, annehmen und von deren Zusammenhang mit der fötalen Augenspalte ganz absehen, oder man muss zugeben, dass diese während der fötalen Entwicklung nicht immer dieselbe Lage und denselben Verlauf hat.

In letzterem Falle sind wieder zwei Möglichkeiten denkbar. Einmal könnte die fötale Augenspalte zuweilen an abnormer Stelle auftreten und dann bei mangelhaftem Verschluss ein atypisches Colobom entstehen lassen, eine Möglichkeit, die keineswegs von vornherein von der Hand zu weisen ist, oder es wäre anzunehmen, dass die Spalte zwar immer an derselben Stelle, also ventral, entsteht, dass das Auge aber nachträglich Lageveränderungen durchmacht, indem immer, das heisst regelmässig, oder ausnahmsweise zu irgend einer Zeit der fötalen Entwicklung Drehungen stattfinden, die jedoch normalerweise den Augapfel schliesslich wieder in die erste Stellung mit ventral liegender Spalte zurückführen.

Bei diesen Drehungen müsste die fötale Augenspalte auch in verschiedene Meridiane des Bulbus, vor allem also an die Seitenflächen desselben, gelangen. Träte nun zu irgend einer Zeit eine Hemmung in der Drehung des Bulbus ein, bliebe der Bulbus also in der betreffenden Stellung, z. B. mit seitlich liegender Augenspalte fixiert und schlosse sich dann die Spalte nicht regelrecht, so käme ein atypisches Colobom zustande. In dieser Weise wäre das Entstehen der atypischen Colobome ungezwungen zu erklären. Hemmungen in der Bewegung und im Wachstum kommen im fötalen Leben bekanntlich oft vor, so dass also meine Annahme von einer Hemmung in der Drehung des Bulbus und einem Stehenbleiben desselben in einer fötalen, normalerweise nur vorübergehend vorhandenen Stellung nicht unbegründet und nicht ohne weiteres zu verwerfen ist.

Aus den vorstehenden Überlegungen geht hervor, dass zur Erklärung des atypischen Sitzes und Verlaufes der Colobome genaue Untersuchungen darüber anzustellen sind, ob der Verlauf der Spalte in allen Entwicklungsstadien stets

im inneren unteren (ventronasalen) Quadranten zu suchen ist, oder ob er z. B. abnormerweise variieren kann, oder ob er stets dadurch ein verschiedener ist, dass Drehungen der embryonalen Augenanlage regelmässig vorkommen, oder ob letztere nur ausnahmsweise beobachtet werden.

Der erste Autor, der das Vorkommen einer Drehung des Bulbus, und zwar um 90° , annahm, war Vossius (31); er schloss dies aus dem Verhalten der Opticusfasern und des Musculus rectus superior. Nachdem Deyl (5) ihm hierin widersprochen hatte, untersuchte Strahl (29) nochmals im Einverständnis mit Vossius diese Verhältnisse. Nach Strahls Ansicht findet am Bulbus selbst keine Drehung statt, wohl aber am Opticus, jedoch in einer viel früheren Zeit, als Vossius annahm. Auf die Strahlsche Arbeit werde ich später noch eingehender zurückkommen.

In den Lehr- und Handbüchern der Embryologie, wie auch in der sonstigen ontogenetischen und embryologischen Literatur, findet man nur wenige Angaben, die im Sinne des Vorkommens einer Drehung des Augenblasenstiels oder des Bulbus gedeutet werden können.

Minot (23) und Kollmann (18) beschreiben zwar eine nasalwärts und nach unten (ventral) gerichtete Wanderung der Augenblasen, lassen aber den Punkt der Bulbusdrehung unerwähnt. Es lassen sich höchstens gewisse Bemerkungen Minots zu Gunsten der Annahme einer Drehung des Bulbus in Anspruch nehmen. Er schreibt nämlich über die Insertion des Augenblasenstiels folgendes: „Dieselbe ist von Anfang an excentrisch, und zwar liegt der Stiel anfangs an der unteren Seite des Bechers. Während der Wanderung des Auges kommt er jedoch allmählich an die innere Seite des Auges zu liegen“. Diese verschiedene Lagerung, bezw. dieser Wechsel im Sitz der Insertion des Augenblasenstiels ist doch wohl nur zu erklären, wenn man eine Drehung des Bulbus annimmt. Bei den anderen Autoren finde ich keine Meinungsäusserung über die von Vossius behauptete Bulbusdrehung.

Ich muss hier darauf aufmerksam machen, dass die Feststellung des Vorkommens einer Bulbusdrehung und die Verfolgung derselben scheinbar mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden ist und dass man jedenfalls sehr junge Embryonen untersuchen muss, wenn man ein Urteil über diese Streitfrage gewinnen will. In Wirklichkeit sind die Schwierigkeiten jedoch nicht so gross, als man von vornherein denkt. Dies ergibt sich

aus folgendem: Sobald sich das Pigment in der Lamina pigmenti vollständig abgelagert hat, und dies erfolgt bekanntlich relativ frühzeitig, ist eigentlich der letzte Rest der Augenspalte und damit scheinbar die Möglichkeit verschwunden, die Stelle der verwachsenen Spalte noch zu erkennen. Glücklicherweise kann aber ihr Sitz noch einige Zeit nachher an der schwachen, linsenwärts gerichteten Aufstauchung der inneren Lamelle des sekundären Augenbechers erkannt werden. Nachdem auch diese verschwunden, bzw. sich durch Wachstum ausgeglichen hat, bietet uns noch der Augenblasenstiel, speziell dessen Insertion am Augenbecher einen Anhaltspunkt für die Beurteilung der Frage der Drehung und der Art des Ablaufes derselben. Dabei müssen wir uns erinnern, dass die Spalte noch längere Zeit, nachdem die Pigmentablagerung in der äusseren Lamelle des Augenbechers längst beendet ist, am Augenblasenstiel offen bleibt. Wenn sich aber auch diese Verhältnisse mit der Zeit mehr und mehr verwischen, dann bietet uns das Verhalten der Arteria centralis retinae — soweit wir bei unseren Haustieren von einer solchen reden können — eine sichere Unterlage für die Beurteilung der uns beschäftigenden Frage. Aus Vorstehendem ergibt sich, dass tatsächlich die Lösung der Frage, ob Lageveränderungen der fötalen Augenspalte und Drehungen des Augenbechers vorkommen, nicht so schwierig feststellbar sind, als es ursprünglich der Fall zu sein schien.

Bei den von mir hierüber anzustellenden Untersuchungen handelte es sich vor allem darum, irgend einen dauernd feststehenden Punkt am Kopfe zu gewinnen, von dem aus die Lage und Verlaufsrichtung der fötalen Augenspalte jederzeit genau bestimmt werden konnte. Nach langem Überlegen habe ich mich entschlossen, für meine Beobachtungen den Verlauf der Maulspalte als Orientierungsebene zu wählen. Die Maulspalte erstreckt sich bei den Föten unserer Haustiere weit auf die

Seitenfläche des Kopfes, in jedem Falle bis mindestens unter die Augen, und behält stets dieselbe Lage. Es ist also nicht schwierig, den ungefähren Winkel festzustellen, in dem sich ein bestimmter Meridian des Auges zu der darunter liegenden, als horizontal verlaufend angenommenen Maulspalte befindet. Meine Aufgabe ging also dahin, durch möglichst genaue Schätzung des Winkels, welcher durch die Verlaufsrichtung der Maulspalte einerseits und der fötalen Augenspalte andererseits gebildet wird, zu ermitteln, an welcher Stelle, bzw. in welchem Quadranten des Augenbechers die fötale Augenspalte auftritt, wo sie zuerst liegt, und wie sie verläuft, und weiter zu eruieren, ob eine Drehung des Augenblasenstiels, oder des Augenbechers allein, stattfindet, oder ob an beiden zugleich eine Drehung abläuft, bzw. ob während der fötalen Entwicklung eine Änderung in der Lage der fötalen Augenspalte eintritt, oder ob sie sich stets in demselben Quadranten des Auges und in derselben Lage zur Umgebung, speziell zur Maulspalte befindet.

Um jedem Einwand bezüglich etwaiger Ungenauigkeiten und Unrichtigkeiten meiner Beobachtungen zu begegnen, sind Mikrophotographien meiner Präparate angefertigt worden; Zeichnungen genügen nach meiner Ansicht in diesem Falle nicht, denn es ist selbstverständlich, dass schon kleine zeichnerische Fehler zu grossen Irrtümern Anlass geben können. Bei meiner Untersuchung werde ich ausserdem noch nachzuweisen versuchen, wie und wann der Verschluss der fötalen Augenspalte erfolgt.

Ehe ich nun meine eigenen Untersuchungen und deren Ergebnisse schildere, sollen hier in Kürze die Ansichten der bekanntesten Embryologen über die Entstehung der fötalen Augenspalte, ihr Verhalten und ihr Verschwinden besprochen werden, wobei ich von vornherein bemerke, dass die Ansichten hierüber zum Teil stark voneinander abweichen.

Koelliker (19) schreibt über das Entstehen der fötalen Augenspalte, dass die Mesodermalagen gleichzeitig mit der Einstülpung des

Hornblattes, der späteren Linse, medianwärts (d. h. hirnwärts!) von der Linse und unterhalb (ventral!) von derselben gegen die primitive Blase und ihren Stiel, den späteren Opticus, wuchern und dadurch die untere gegen die obere Wand der Blase treiben; hierdurch entstehen unter und hinter der Linse ein besonderer Raum, der die neue Wucherung, die Anlage des Glaskörpers enthalte, und es gewinne so die Augenblase eine eigentümliche Haubenform etc. etc. — Im weiteren Verlauf verwächst nach Koelliker die Spalte der sekundären Augenblase und des Augenblasenstiels (d. h. die fötale Augenspalte); es erscheint dann die erwähnte Wucherung als isoliertes Corpus vitreum im Augenbecher und als bindegewebige Achse mit den Vasa centralia im Sehnerven.

Sehr kurz handelt Bonnet (3) die fötale Spalte ab; er sagt: „Die untere Wand der primitiven Augenblase wird durch ein gefäßhaltiges Gallertgewebe, die Glaskörperanlage, eingestülpt. Durch diese, auch auf die untere Fläche des distalen Teiles des Augenblasenstiels übergreifende Einstülpung erscheint der Becher an seiner unteren Seite geschlitzt. Dieser Schlitz ist die fötale Augenspalte. Ihre Ränder gehen lateral in den Umschlagsrand des Augenbechers (den Becherand) über; medial dagegen verlängern sie sich rinnenförmig und verflachen sich. Zugleich bilden sie den Übergangsteil der eingestülpten unteren Wand des früher röhrenförmigen Augenblasenstiels in die nicht eingestülpte obere. Der Augenblasenstiel ist somit in eine doppelwandige, nach unten offene Rinne umgewandelt worden. Die Ränder der Augenspalte nähern sich, verwachsen und schliessen die Augenspalte ab.

Hertwig (11) ist folgender Ansicht: „Der Augenbecher zeigt zwei Eigentümlichkeiten. Einmal besitzt er an seiner unteren Wand noch einen Defekt, denn es verläuft hier eine Spalte vom Rande der weiten, die Linse umfassenden Öffnung bis zum Ansatz des Stieles. Sie wird durch die Entwicklung des Glaskörpers bedingt und führt den Namen der fötalen Augenspalte. Anfänglich ist sie ziemlich weit, verengert sich dann aber immer mehr, indem die Spaltränder zusammenrücken, und schliesst sich dann endlich vollständig etc. etc.“ — „Bei dem Einstülpungsprozess hat auch der Augenblasenstiel seine Form verändert: ursprünglich ist er ein enges Rohr mit epithelialer Wandung, geht dann aber in einen mit doppelter Epithelwand versehenen Halbkanal über, indem seine untere Fläche durch die Bindegewebswucherung, welche nach vorn den Glaskörper liefert, auch mit eingestülpt wird. Später legen sich die Ränder des Halbkanals zusammen und verwachsen miteinander. Hierdurch wird der Bindegewebsstrang mit der in ihm verlaufenden Arteria centralis retinae in das Innere des Stiels, der nun eine ganz kompakte Bildung darstellt, aufgenommen.“

Genauere Angaben über die Entwicklungsrichtung der Spalte finden wir bei Minot (23), welcher sich wie folgt ausspricht: „Die

Einstülpung erscheint in Form einer Spalte, welche von der unteren Seite der Retina ausgeht, im Bogen den Rand der Augenblase umfasst und an der hinteren Seite des Augenblasenstiels weiter zieht; der obere Rand ist die Seitenleiste, der untere die Basilarleiste von His (14).

Die Spalte selbst wird als Chorioidealspalte bezeichnet; sie ist von Mesenchym ausgefüllt. Beim menschlichen Embryo findet sich, wahrscheinlich am Anfang der fünften Woche ein Blutgefäss, welches die Spalte der Länge nach durchzieht und zwischen Retina und Linse sich verästelt: es ist die Art. centralis retinae. Während der fünften Woche beginnt sich die Chorioidealspalte zu schliessen, und zwar erfolgt der Verschluss zuerst am proximalen Ende der Spalte und schreitet nach dem retinalen Ende des Stieles fort. Etwas später schliesst sich die Spalte am unteren Rande der Retina; es bleibt demnach eine kurze Strecke der Spalte offen. Durch diese Öffnung tritt die Art. centralis retinae in den Hohlraum der schalenförmig gewölbten Retina ein; sie zieht durch den Glaskörper hindurch und löst sich hier in zahlreiche Äste auf, die nach der hinteren Fläche der Linse ziehen, wo die Endäste der Arterie die Gefässhaut der Linse, die Tunica vasculosa bilden.“

Über die Lageveränderungen der Augenblase schreibt er: „Die Lage des Auges ist anfangs eine laterale mit etwas nach vorn gerichteter Längsachse; im weiteren Verlaufe seiner Entwicklung verschiebt es sich immer mehr aus seiner ursprünglichen Stellung nach abwärts und vorn. Bis zum Ende des zweiten Monats liegt es seitlich vom Zwischenhirn und zwar höher als dessen Trichterfortsatz. Während der fünften Woche rückt es allmählich tiefer herab und macht dabei gleichzeitig eine Schwenkung nach vorn, so dass es gegen Ende des zweiten Monats unter dem Riechlappen liegt. Während der zweiten Hälfte des zweiten Monats bilden beide Augenachsen untereinander einen Winkel von 90° ; von da an wird der Winkel allmählich kleiner, bis die Achsen schliesslich parallel stehen. Die Insertion des Augenblasenstiels ist von Anfang an excentrisch, und zwar liegt der Stiel anfangs an der unteren Seite des Bechers. Während der Wanderung des Auges kommt er jedoch allmählich an die innere Seite des Auges zu liegen; seine excentrisch gelegene Insertion behält er zeitlebens.“

In seiner letzten Auflage der Entwicklungsgeschichte von 1898 kennzeichnet Kollmann (18) seinen Standpunkt wie folgt: „Der Augenbecher besitzt eine weite Öffnung, welche von der jugendlichen Linse nicht vollständig ausgefüllt wird. Es ist deshalb zwischen ihr und dem Becherrand eine Spalte, durch welche Mesoderm in die Tiefe bis zum Bechergrund, zur Herstellung des Glaskörpers, hineindringt. Der Becherrand wird im Verlauf der Entwicklung an einer Stelle durch eine Rinne eingebuchtet, welche fötale Augenspalte heisst. Sie befindet sich an der unteren, kaudalwärts gerichteten Wand, läuft den Stiel entlang und ist hier eine Halbrinne, die anfangs seicht ist, später jedoch mehr und mehr vertieft wird. Wie die fötale Augenspalte, als

Rinne des Augenbeckers, eine doppelte Wand besitzt, so auch die Rinne auf dem Augenblasenstiel. Sie schliesst sich unter normalen Verhältnissen vollkommen; nur ein heller Streifen deutet noch kurze Zeit auf die Verwachsungsstelle hin, denn das Pigment in der Lamina pigmenti lagert sich erst später dort ab. Mit dem Verschluss der Spalte entwickelt sich der Glaskörper selbständig weiter; an dem Stiel bleibt die Rinne noch längere Zeit offen; eine kleine Arterie legt sich hinein, welche später eingeschlossen wird, die Arteria centralis retinae. Noch bis zur Mitte des zweiten Monats bleibt die Rinne erkennbar.“ — „Die Pigmentablagerung ist um die siebente Woche in der äusseren Lamelle vollendet.“

Bezüglich der Stellungsveränderungen der Augenblasen vertritt er eine ähnliche Ansicht wie Minot, indem er sie eine Wanderung nasalwärts und nach unten durchmachen lässt.

Über die Lage der Einstülpung am Augenblasenstiel bringt Mihalkowics (22) in seiner Monographie des Gehirns einige genaue Zahlen bei. Er schreibt: „Bei Säugetieren legt sich in unmittelbarer Nähe der Augenblase von unten ein gefässhaltiger Bindegewebsfortsatz an den hohlen Sehnervenstiel an und stülpt dessen untere Wand gegen die obere ein. So gelangen die centralen Netzhautgefässe in die Augenschale. Bei Säugetieren ist der Einstülpungsprozess sehr kurz, nur auf die unmittelbare Nähe der Augenblase beschränkt, beim Menschen dagegen bedeutend länger. Also liegen die centralen Netzhautgefässe bei Säugetieren nur eine sehr kurze Strecke im Sehnerven, welche kaum 1—2 mm beträgt, beim Menschen aber in einer Ausdehnung von 15—20 mm.“

Martin (20) beschreibt in seiner letzten Auflage der „Anatomie der Haustiere“ die Entstehung der fötalen Augenspalte folgendermassen: „Der Augenbecher besitzt nur zwei Wände, die konvexe Aussenwand und die eingestülpte Innenwand. Die Bechergrube, in welcher die Linse liegt, zeigt ventral einen Schlitz, die fötale Augenspalte. Durch diese findet der Übergang der Bechergrube in die Augenstielrinne statt, und von hier aus dringt Mesenchym in die Bechergrube ein. Indem dieses letztere sich zwischen die hintere Linsenfläche und die eingestülpte Becherwand legt, liefert es die Anlage des Glaskörpers. Die beiden Wandblätter sind ursprünglich noch durch einen ziemlich bedeutenden Hohlraum getrennt. Mit der Ausdehnung der Linsen- und Glaskörperanlage nähern sie sich bis zur schliesslichen Berührung. Damit verschwindet auch die trennende Spalte und die beiden Wandblätter bilden nun zwei Lagen der inneren Augenhaut. Ähnliches hat sich am Augenblasenstiel vollzogen. Er hat sich durch Aneinanderlagerung der gewölbten Aussen- und der vertieften Innenwand zu einem doppelschichtigen Rohre umgestaltet, in welchem die zwischen beiden Wandblättern vorhanden gewesene Verbindung mit dem Zwischenhirnhohlraum verschwunden ist etc. etc. — Kurzer Erörterung bedarf nur

noch die sogenannte Chorioidealspalte. Dieselbe entspricht dem ventralen Schlitz des Augenbeckers, durch welchen das Glaskörpergewebe eingedrungen war. In der Chorioidea selbst besteht keine Spalte; der Name ist also eigentlich falsch, und auch der Schlitz in der inneren Augenhaut verwächst später. An der Verwachsungsstelle bleibt die Pigmentierung der Chorioidea noch längere Zeit aus, wodurch ein heller, vom Rande der Pupille bis zum Sehnerveneintritt laufender Streifen zustande kommt, der aber nach und nach verschwindet. Immerhin kann mangelhafter Verschluss der Augenbeckerspalte auch einen entsprechenden Defekt an der mittleren Augenhaut zur Folge haben und dadurch eine pathologische Spaltbildung entstehen (*Coloboma chorioideae et iridis*).

Aus den angeführten Angaben der genannten Autoren geht bezüglich der Entstehung, des Verhaltens und des Verschwindens der fötalen Augenspalte kurz zusammengefasst Folgendes hervor: Aus der Bonnetschen (3) und Martinschen (20) Beschreibung ist nicht ersichtlich, von wo aus die Einstülpung beginnt; auch die Hertwigschen Angaben (11) lassen diesen Punkt zweifelhaft, man müsste denn annehmen, dass er die Spalte vom Rande des Augenbeckers nach dem Augenblasenstiel zu sich bilden lässt, wenn er schreibt: „. . . es verläuft hier eine Spalte vom Rande der weiten, die Linse umfassenden Öffnung bis zum Ansatz des Stiels.“ Bezüglich des Zustandekommens des Verschlusses der Spalte geben alle drei Autoren nichts näheres an. Die Einbuchtung des Augenblasenstiels geschieht nach Hertwig gleichzeitig mit der am Augenbecher. — Koelliker (19) glaubt, dass gleichzeitig mit der Linsenbildung, also mit der Einstülpung des Ectoderms auch Mesenchym in den Augenbecher dringt, wodurch die ventrale Einbuchtung, d. h. die Bildung der fötalen Augenspalte hervorgerufen wird. Demnach beginnt also der Prozess in der Nähe der Linse und schreitet nach dem Augenblasenstiel zu fort. Über die Verlaufsrichtung und das Zustandekommen der Spalte, d. h. ob der Verschlussprozess lateral beginnt und hirnwärts fortschreitet oder umgekehrt, spricht er sich nicht aus.

Nach Minot (23) erfolgt der Verschluss der Spalte in der fünften Woche am proximalen Ende und schreitet nach dem retinalen Ende des Stiels fort. Erst später schliesst sich die Spalte am unteren Rande der Retina. — Die Einstülpung selbst lässt er von unten her eintreten, denn er schreibt: „Die Einstülpung erfolgt in Form einer Spalte, welche von der unteren Seite der Retina ausgeht, im Bogen den Rand der Augenblase umfasst und an der hinteren Seite des Augenblasenstiels weiterzieht.“ Aus diesen Worten lässt sich nicht ersehen, von welchem Punkte aus der Einstülpungsprozess an der Augenanlage beginnt, d. h. ob er vom proximalen zum distalen Ende fortschreitet oder umgekehrt.

Von grosser Wichtigkeit aber scheinen mir seine Worte über die Insertionsstelle des Augenblasenstiels zu sein; ich glaube nicht fehl zu

gehen, wenn ich die Minotschen Angaben für das Vorkommen einer Drehung des Augenbeckers in Anspruch nehme: „Die Insertion des Augenblasenstiels ist von Anfang an excentrisch, und zwar liegt der Stiel anfangs an der unteren Seite des Bechers. Während der Wanderung des Auges kommt er jedoch allmählich an die innere Seite des Auges zu liegen.“ — Wenn Minot auch nicht angibt, wieweit diese Lageveränderung der Insertionsstelle nach innen geht, so erhellt doch zweifellos aus seinen Angaben, dass eine Rotation der Augenblase bezw. der Insertionsstelle des Opticus über unten nach innen stattfindet, denn auf andere Weise wäre die Änderung des Sitzes der Insertionsstelle des Opticus nicht zu erklären.

Eine ganz andere Stellung als die der erwähnten Embryologen und anderer Forscher, die sich mit ähnlichen Untersuchungen beschäftigt haben, nimmt His (14) sowohl in Bezug auf die Art der Entstehung und Ablösung der Augenblasen, als auch, was innig damit zusammenhängt, bezüglich der Bildung der fötalen Augenspalte ein. Nach His entstehen nämlich die Augenblasen als sogenannte „Biegungsöhren“ an der Seitenwand des Vorderhirns. An jeder Augenblase unterscheidet er eine vordere und hintere Leiste, die Basilar- und die Seitenleiste. Erstere läuft mit der der anderen Seite konvergierend im Trichterfortsatz aus. Hinter ihr bildet sich in der Hirnwand eine konkave Einziehung, welche vom konvexen Randteil der Augenblase im Bogen umgriffen wird. Der untere Zugang zur Grube verengt sich durch das Aneinanderrücken der Basilar- und der Seitenleiste zu einer schmalen Spalte, welche sich ihrerseits in eine am Augenblasenstiel kurz auslaufende Furche fortsetzt. Diese Furche erhält sich am Endabschnitt des Augenblasenstiels auch dann noch, wenn die Augenspalte schon grösstenteils geschlossen ist, und in sie lagert sich die Arteria centralis retinae bezw. Art. hyaloidea ein. Bis gegen die Mitte des zweiten Monats, wenn der Augenblasenstiel schon zu einem langen Strang ausgezogen ist, lässt sich der Schlitz noch nachweisen und öffnet sich abwärts und vorwärts. Über die Wanderung der Augenblasen und über das etwaige Vorkommen einer Drehung des Bulbus spricht sich His nicht aus.

Kollmann (18) vertritt, was den Ausgangspunkt des Einstülpungsprozesses anlangt, einen ganz neuen Standpunkt. Er lässt das Mesenchym zwischen der Linse und dem Augenbecherrand in den Bechergrund eindringen, denn die Linse füllt die Öffnung des Bechers oder den Becherrand nicht vollständig aus. Demnach schreitet nach Kollmann die Einstülpung vom distalen zum proximalen Ende des sekundären Augenbeckers fort und greift dann auf den Augenblasenstiel über. Über das Zustandekommen des Verschlusses sagt Kollmann nur: Die Augenspalte „schliesst sich unter normalen Verhältnissen vollkommen“ etc. Aus diesen Worten geht die Richtung, in der der Verschluss erfolgt, nicht hervor. Kollmann sagt zwar weiter:

„Am Augenblasenstiel selbst bleibt die Rinne noch längere Zeit offen“, etwa „bis zur Mitte des zweiten Monats.“ Aber auch hieraus ist nicht zu ersehen, ob der Verschluss vom proximalen zum distalen Ende oder umgekehrt fortschreitet. Diese Frage durch eine exakte Untersuchung zu lösen erscheint mir um deswillen wünschenswert, weil Minot (23) den Verschluss vom proximalen (hirnseitigen) zum retinalen Ende des Stiels verlaufen lässt, eine Angabe, die Bedenken hervorruft, wenn man damit die Angaben anderer Autoren vergleicht, nach denen sich die Spalte des Stiels am spätesten schliessen soll.

Wenn man von den erwähnten Minotschen Angaben (23), auf Grund deren man auf den Ablauf einer Bulbusdrehung schliessen muss, obwohl Minot selbst nichts darüber sagt, absieht, dann spricht keiner der erwähnten Embryologen von einer Drehung des Bulbus. Mit dieser Frage haben sich speziell, wie schon erwähnt, nur Vossius, Deyl und Strahl befasst.

Vossius (31), der als erster von einer Drehung des fötalen Bulbus, und zwar von einer solchen um 90° spricht, hat seine Untersuchungsergebnisse im „Archiv für Ophthalmologie“, Bd. XXIX; 1883 veröffentlicht. Nach seinen Untersuchungen macht der Augenbecher eine Drehung um 90° über unten nach aussen durch. Als Beweis für seine Anschauung führt er folgende Punkte an:

1. „Die Arteria centralis retinae verschiebt sich im Opticusstamm während der Entwicklung in der Richtung von innen über unten nach aussen.“ 2. „Der Musculus rectus superior, welcher ursprünglich lateral vom Musculus levator palpebrae liegt, schiebt sich erst im Laufe der Entwicklung unter diesen.“ (Er macht also mit dem Bulbus, an dem er befestigt ist, eine Ortsveränderung durch, während der am Lid befestigte Musc. levator palpebrae in seiner Lage bleibt; er wandert von aussen nach innen, d. h. bei den seitwärtsstehenden Augen der Tiere von hinten nach vorn, also nasalwärts). 3. „Die Nervenfaserbündel nehmen im Opticusstamm einen spiraligen Verlauf.“

Bei der Nachprüfung dieser Angaben leugnete Deyl (5) die Verschiebung der Eintrittsstelle der Arteria centralis retinae.

Nach seinen Beobachtungen ergaben sich im Gegensatz zu Vossius folgende Resultate: 1. „Die Eintrittsstelle der Centralgefäße der Netzhaut liegt stets im unteren inneren Quadranten des Opticus.“ 2. „Die von Vossius behauptete Drehung des Opticus um 90° findet nicht statt“ und 3. „eine Rotation des Bulbus ebensowenig.“

Diese einander so widersprechenden Ergebnisse gaben Strahl (29) Veranlassung, im Einverständnis mit Vossius die Befunde von Deyl einer Nachprüfung in seinem Institute durch Henckel (9) unterziehen zu lassen. Strahl berichtete über die Ergebnisse dieser Forschungen kurz im „Anatomischen Anzeiger“, Bd. XIV, Nr. 11; 1898, während Henckel selbst seine Untersuchungsergebnisse ausführlich in den „Anatomischen Heften“ publizierte.

Das von Strahl und Henckel zur Untersuchung verwendete Material an Embryonen war ungünstiger Verhältnisse halber nur ein recht geringes. Zunächst wurde je ein menschlicher Embryo von 60 mm und 75 mm Scheitel-Steisslänge mikrotomiert. Dabei wurde bezüglich der Eintrittsstelle der Arteria centralis retinae festgestellt, dass sie direkt am unteren Rande des Opticus lag und weder wesentlich nach der medialen, noch nach der lateralen Seite verschoben war. Zur Orientierung über die Lage des Gefäßeintrittes wurde das Orbitaldach benutzt. Man dachte sich den Opticusstamm durch eine Ebene, welche parallel zum Orbitaldach durch die Mitte des Opticus geht, in eine obere und untere Hälfte zerlegt. Durch diese Ebene und eine in der Längsachse des Nerven auf ihr errichtete Senkrechte wird die Einteilung des Opticus in seine vier Quadranten gegeben.

Die Eintrittsstelle des Gefäßes fällt nach Henckel und Strahl annähernd mit dieser Senkrechten zusammen. Wollte man schätzungsweise von einer Abweichung von der Medianebene reden, so müsse man sagen, dass eine solche um ein ge-

ringes medialwärts, keinesfalls aber lateralwärts und keinesfalls in auch nur nennenswertem Grade zu verzeichnen sei.

Weiterhin ist hervorzuheben, dass Strahl und Henckel feststellen, dass dieses Lageverhältnis der Arteria centralis beim menschlichen Fötus mit den Befunden, welche an einer Reihe halbirter Schädel von Erwachsenen gemacht wurden, übereinstimmte. Zur weiteren Kontrolle ihrer Versuchsergebnisse wurde auch noch eine Serie von Längsschnitten durch den Kopf eines Embryo von 15 mm Sch.-St.-Lge. untersucht. Die Einstülpung der sekundären Augenblase und des Opticus zeigte hier nach vorn und unten, was demnach dem inneren medialen Quadranten und einem Winkel von etwa 45° entsprach. — Soweit die Ausführungen der beiden Forscher über die Ergebnisse ihrer mikroskopischen und präparatorisch-anatomischen Untersuchungen bezüglich der Eintrittsstelle der Centralgefäße der Netzhaut.

Von den weiteren Ausführungen von Henckel und Strahls über die Lageveränderung des Musculus rectus superior und Musculi levator palpebrae will ich hier nur das Wesentlichste hervorheben, weil ich meine eigenen Untersuchungen speziell auf diese Frage als nicht in den Rahmen meiner Arbeit gehörig nicht erstreckt habe.

1. Eine Verschiebung genannter Muskeln findet, wie Vossius richtig beobachtet hat, statt, aber nicht in dem hohen Grade, wie er angab; sie hat mit dem fünften Monat der Gravidität ihr Ende erreicht.
2. Aus der Verschiebung der Muskeln zueinander auf eine Torsion des Bulbus zu schliessen, geht nicht an; es ist vielmehr der hauptsächlichste Anteil an der geringen Verschiebung dem Musculus levator palpebrae zuzusprechen und als reiner Wachstumsvorgang desselben aufzufassen. Er wird infolge seines vermehrten Breitenwachstums durch die Organe der Umgebung gewissermassen verdrängt und muss sich durch die Verschiebung in die Höhe und über den M. rectus sup. den Raumverhältnissen in der Spitze der Orbitalpyramide anpassen.

Wenn wir den Inhalt der Henckelschen Arbeit schliesslich kurz zusammenfassen, so ergibt sich, wie Strahl selbst im Anatomischen Anzeiger schreibt, folgendes:

1. Vom dritten Monat der Gravidität an wurde eine Verschiebung der Eintrittsstelle der Arteria centralis retinae nicht mehr beobachtet; sie liegt hier, wie beim erwachsenen Menschen, direkt am unteren Rande des Opticus.

2. Im zweiten Monat der Gravidität, zu der Zeit, wo der Augenblasenstiel noch lateral oder halb schräg nach vorn läuft, und wo die Stelle der Einstülpung des Stiels noch deutlich ist, liegt sie an dieser Stelle nicht gerade nach unten, sondern schräg nach innen. Demnach muss der Optikus allerdings eine Drehung machen.

Aus der vorstehenden Zusammenstellung der in der Literatur niedergelegten Untersuchungsergebnisse über die Art der Entstehung der fötalen Augenspalte, über ihre Lage und Verlaufsrichtung, über die Art des Zustandekommens ihres Verschlusses und über eine während der Wanderung der Bulbi nach vorn und unten etwa vorkommende Drehung des Augenbechers oder seines Stieles geht hervor, dass diese Fragen noch nicht genügend geklärt und dass weitere Untersuchungen an Föten früherer Stadien notwendig sind.

Im Einverständnis mit meinem ehemaligen Lehrer, Herrn Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Ellenberger, und besonders angeregt durch meine oben erwähnte Beobachtung des Iriscoloboms beim Rinde, beschloss ich einen Beitrag zur Lösung dieser Frage an Tierembryonen zu liefern. Die Untersuchungen von Vossius, Deyl und Henckel-Strahl erstrecken sich auf menschliche Embryonen.

Zu meinen Untersuchungen benutzte ich wesentlich die Embryonen von Schweinen; ich habe zwar auch die Embryonen von Maus und Ratte auf die mich beschäftigende Frage untersucht, will aber hier von einer Schilderung dieser Versuchsergebnisse absehen, um sie später in einer besonderen Abhandlung zu publizieren.

Was zunächst das mir zur Verfügung stehende Versuchsmaterial anlangt, so hatte ich mit den Schwierigkeiten, die sich der Sammlung eines genügenden Materials menschlicher Föten entgegenstellen und die namentlich Strahl und Henckel gehindert haben, ihre Untersuchungsergebnisse weiter auszuweiten, weniger zu kämpfen. Es gelang mir vielmehr im Laufe einiger Monate eine grosse Sammlung von Schweins-

embryonen — von 1,85 cm Scheitel-Steiss-Länge an aufwärts — anzulegen. Leider bekam ich aber die wenigsten Embryonen lebenswarm zur Fixierung, so dass sich an den Präparaten feinere Kernstrukturen nicht nachweisen lassen.

Über die angewandte Methode, die **Technik** meiner Untersuchungen, habe ich folgendes zu sagen:

Die Fixierung der Embryonen geschah durchgängig in Zenker-scher Flüssigkeit mit nachfolgender Jod-Alkohol-Behandlung; die Einbettung des Materials erfolgte in der bekannten Weise in Paraffin. Die Zerlegung der Köpfe in Serien wurde mittels des Ebner-Weichselbaumschen Serienmikrotoms ausgeführt; die Schnittstärke betrug durchschnittlich 20 μ . Die Schnitte wurden in der Mehrzahl der Fälle parallel zur Medianebene angelegt, waren also Sagittalschnitte, so dass sie das seitlich stehende, mit dem Linsenpol direkt lateral gerichtete Tierauge quer trafen, also mehr oder weniger parallel zum Äquator des Bulbus gerichtet waren. In einigen wenigen Fällen wurden Frontalschnitte angelegt, d. h. Schnitte, welche im rechten Winkel zur Medianebene standen (Transversalschnitte).

Zur Färbung habe ich für die jüngeren Stadien ausschliesslich das Delafieldsche Hämatoxylin und Eosin zur Erzielung einer Doppelfärbung benutzt; erst bei Föten von 4 cm Sch.-St.-Lge. an aufwärts kam ausserdem noch die Doppelfärbung mit Säurefuchsin-Pikrinsäure zur Anwendung.

Ich habe Föten aller Stadien meiner Sammlung, und zwar stets zwei und mehr Embryonen der einzelnen vielen Entwicklungsstadien mikrotomiert, d. h. in Serien zerlegt, und alle diese zahlreichen Serien untersucht. Bevor ich aber zur Beschreibung der von mir mikrotomierten Embryonen übergehe, muss ich noch folgendes zur Erklärung vorausschicken:

Die in der nachfolgenden Schilderung gebrauchte, scheinbar zusammenhanglose Numerierung hat ihren Grund darin, dass die Embryonen nicht der Grösse nach, sondern in der Reihenfolge, wie sie gesammelt sind, mit der laufenden Nummer versehen wurden. Jeder der beschriebenen und mit einer römischen Zahl bezeichneten Embryonen ist einem Gefäss der Sammlung, in welchem sich eine Anzahl der aus demselben

Uterus, also von derselben Mutter und derselben Schwangerschaftsperiode herstammenden Embryonen befanden, entnommen worden. Die Durchschnittsgrösse derselben in Scheitel-Steiss-Längen wurde jedesmal festgestellt.

Dem Leser der nachfolgenden Darstellung wird es vielleicht noch auffallen, dass ich nur eine relativ geringe Zahl von Serien näher beschreibe. Diese Tatsache findet ihre Erklärung darin, dass bei den so dicht aufeinander folgenden Stadien nicht immer nennenswerte Fortschritte in der Entwicklung der Augenanlage zu verzeichnen waren. Infolgedessen wurden alle die Serien, welche gleiche oder sehr ähnliche Befunde wie die bereits beschriebenen zeigten, nicht weiter erwähnt. Ich habe selbstverständlich die Föten aller Stadien mikrotomiert und alle Serien untersucht.

Nicht unbedeutende Schwierigkeiten ergaben sich für die Beschreibung der Befunde meiner Untersuchungen und ihre Vergleichung mit den an geborenen Menschen und an menschlichen Föten gemachten Beobachtungen wegen der verschiedenen Lage der Menschen-, Tier- und Fötenaugen. Lage und Richtung der Augen der Föten und der der Tiere und deren Achsen ist grundverschieden von der des geborenen Menschen. Bei letzterem sind die Augen direkt nach vorn gerichtet und ihre Längsachsen verlaufen parallel; bei den jüngeren Föten des Menschen und der Tiere liegen sie ganz seitlich und ihre Achsen bilden einen gestreckten Winkel, d. h. sie fallen in eine gerade Linie zusammen, die senkrecht zur Medianebene des Körpers gerichtet ist. Bei den Haustieren liegen die Augen mehr oder weniger seitlich am Kopfe und ihre Längsachsen divergieren. Was also beim Auge des Menschen vorn ist, ist beim Fötus lateral und beim Tierauge schräg lateral und vorn (oro- bzw. nasolateral); die laterale Fläche des menschlichen Auges ist beim Tierauge eine caudolaterale, beim fötalen Auge

eine rein caudale, die mediale eine vordere mediale oder rein vordere Fläche u. s. w. Dazu kommt noch, dass die Kopfhaltung je nach der Tierart verschieden ist, sodass z. B. oben bei der einen Tierart und dem einen Fötus etwas ganz anderes ist als bei einer anderen Tierart und einem anderen Fötus u. s. w. Es liegt also auf der Hand, dass bei Anwendung der Bezeichnungen lateral, medial, vorn, hinten, oben, unten u. s. w. Missverständnisse eintreten müssen. Um diese möglichst auszuschliessen, habe ich bei der Beschreibung meiner Präparate die Bezeichnung dorsal und ventral anstatt oben und unten für das Auge in der Art angewandt, dass dabei der Kopf bezw. die Maulhöhle mit der Lippenspalte in horizontaler Lage gedacht ist; ventral bedeutet hier also die Richtung gegen die Ebene der Mundhöhle bezw. die Ventralseite (Kehlseite) des Kopfes, dorsal die entgegengesetzte Seite. Die Bezeichnung lateral und medial, vorn und hinten habe ich dadurch möglichst vermieden, dass ich für die beiden Seitenflächen des Auges die Ausdrücke: nasenseitige, nasale (mediale des Menschen) und schläfen-seitige (temporale), oder ohrseitige, bezw. occipitale (laterale des Menschen) Fläche gebraucht und im übrigen unzweideutige Ausdrücke, wie gehirnwärts, hirnseitig, hirnabseitig, lidseitig, korneaseitig, opticusseitig, irisseitig u. s. w. und dergl. benutzt habe. Ich unterscheide also am Auge nicht einen vorderen und hinteren Pol (wie beim Menschen) oder einen lateralen und medialen (wie beim Fötus), sondern einen hirnseitigen (opticusseitigen) und einen hirnabseitigen (lidseitigen, kornealen) Pol u. s. w. Auch die Ausdrücke proximal und distal sind in dem Sinne verwendet worden, dass proximal bedeutet: nahe dem Gehirn, und distal: fern vom Gehirn, also ohne Rücksicht auf die Genesis der Teile. Vom genetischen Standpunkt aus könnte man den Becherrand als proximal und die Stielseite des Bechers als distal bezeichnen. Dies geschieht aber nachstehend nicht. Die Bezeichnungen proximal und distal beziehen sich nur auf

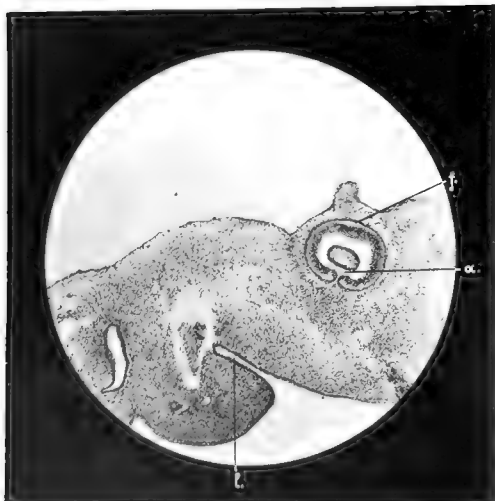


Fig. 1

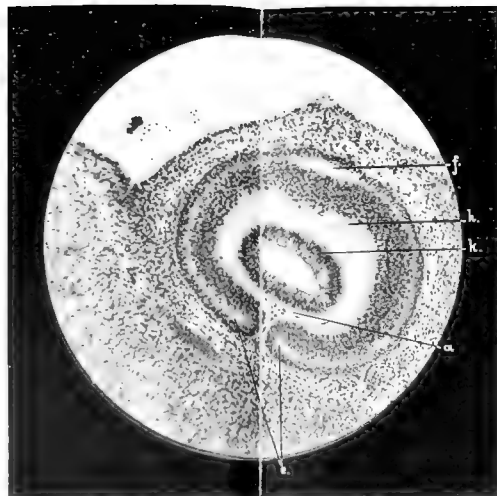


Fig. 2



Fig. 3

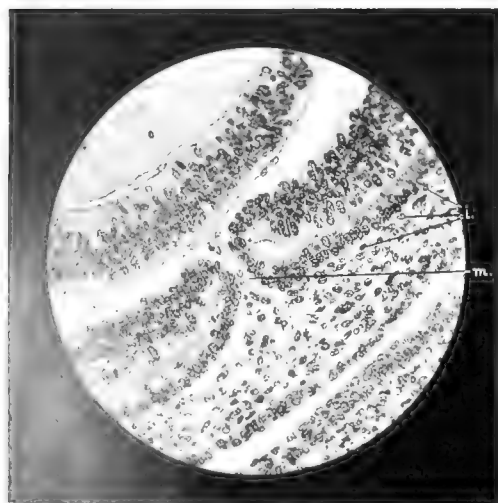


Fig. 4

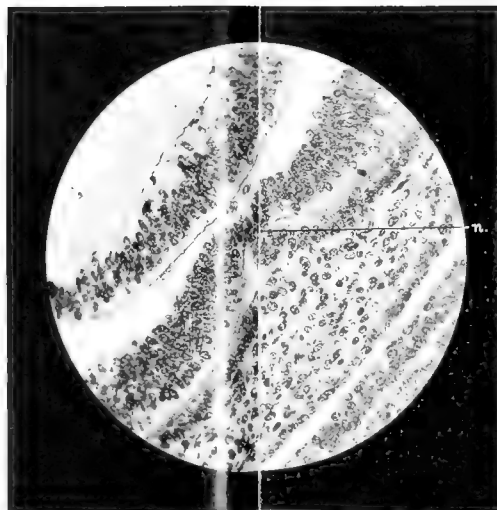


Fig. 5



Fig. 6

die Lage der Augenteile zum Gehirn, bezw. zum Opticuseintritt. Danach könnte man auch von einem proximalen (hirnseitigen) und distalen (kornealen, hirnabseitigen) Pole sprechen. Es wäre sehr interessant gewesen, auch die Frage von der Entstehung der fötalen Augenspalte in den Kreis der Betrachtung zu ziehen und zu ermitteln, von welchem Punkte der Augenanlage aus der Einstülpungsprozess am sekundären Augenbecher beginnt, ob er vom Becherrand zum Gehirn oder umgekehrt fortschreitet. Da aber bei meinen jüngsten Embryonen von 1,85 cm Scheitel-Steiss-Länge die fötale Augenspalte schon vollständig ausgebildet war und mir noch jüngere Stadien nicht zur Verfügung standen, so unterblieb die Erörterung dieser Frage, zumal ich nicht die Art der Entstehung der Spalte, sondern vielmehr nur ihren Sitz, ihren Verlauf und die Art ihres Verschlusses studieren wollte.

Kurz vor dem Abschluss meiner Arbeit gelangte ich noch in den Besitz der Reuterschen Dissertation (26), welche sich mit der Entwicklung der Augenmuskulatur beim Schwein beschäftigt. Da ich in der Beschreibung meiner Serien die Entwicklung der äusseren Bulbusmuskeln ebenfalls berücksichtigt habe, werde ich später auf die Resultate der genannten Arbeit näher eingehen müssen, weil meine Befunde von denen des genannten Autors zum Teil abweichen.

Im nachfolgenden lasse ich nun die Ergebnisse meiner Untersuchungen an Schweinsembryonen folgen.

II. Befunde der mikroskopischen Untersuchung.

1. **Embryo** (XLIII. 1,85 cm Scheitel-Steiss-Länge = Sch.-St.-Lg.). (Entspricht etwa dem unter Nr. 75 in Keibels Normen-tafeln abgebildeten und dürfte etwa 21 Tage alt sein). Die sekundäre Augenblase ist allenthalben von Mesenchym umgeben, welches einen

Fortsatz durch die mitten an der ventralen Seite des Augenbeckers gelegene fötale Augenspalte in das Innere des Augenbeckers sendet. Wir sehen, dass dieser Fortsatz, gegen die Linse zustrebend, sich nach beiden Seiten zwischen dieser und der Becherwand verästelt und dort ein weitmaschiges, zum Teil kernhaltiges Gewebe, den späteren Glaskörper, bildet (Taf. 1/2, Fig. 1, 2, 3, a). Je weiter wir uns nun von jenem Bindegewebszapfen nach dem Inneren des Augenbeckers zu entfernen, um so weniger kernhaltige Zellen treffen wir an, bis endlich eine homogene Grundsubstanz sichtbar wird, welche sich aus sternförmigen, durch ihre Ausläufer in Verbindung stehenden Gebilden, augenscheinlich kernlos gewordenen Mesenchymzellen zusammensetzt.

Die fötale Augenspalte erstreckt sich bei diesem Embryo über den ganzen Augenbecher und über einen kleinen Abschnitt des Augenblasenstiels.

Das die Augenblase direkt umgebende Mesenchym (Taf. 1/2, Fig. 3, b), hat einen relativ weitmaschigen Bau; auch hier stehen die sternförmigen Zellen, genau wie im Glaskörperraum, durch ihre Ausläufer in Verbindung; ihre Kerne sind hell, rundlich und bläschenförmig. Demnach haben wir es mit einem Gewebe von ausgesprochenem reticulären Bau zu thun. In der weiteren Umgebung der Augenanlage sind die Zellen dichter aneinandergedrängt, jedoch bleibt auch hier der reticuläre Charakter des Gewebes gewahrt.

Das äussere Blatt der sekundären Augenblase besteht an allen Punkten aus einer einzigen Lage hoher Cylinderzellen, die allerdings in der Gegend des Umschlagsrandes beider Blätter (Taf. 1/2, Fig. 3, c), etwas höher werden. Eine leichte Pigmentierung, welche den Basalteil der Zellen betrifft, ist überall wahrzunehmen; ausgenommen hiervon sind diejenigen Zellen, welche in der Nähe der fötalen Augenspalte liegen; sie enthalten kein Pigment. Das innere, aus mehreren Zellschichten aufgebaute Blatt des Augenbeckers (Taf. 1/2, Fig. 3, d), welches ungefähr die 5—6 fache Stärke des äusseren besitzt, liegt dem letzteren nicht allenthalben vollkommen an; infolgedessen entsteht an der Übergangsstelle beider Blätter eine sichelförmige Spalte (Ringspalte) (Taf. 1/2, Fig. 2 u. 3, e). Eine ebensolche, aber bedeutend grössere Spalte liegt genau der Augenspalte gegenüber an der oberen (dorsalen) und hinteren (hirnwärts gerichteten) Wand des Bechers (Taf. 1/2, Fig. 1 u. 2, f) und ist natürlich, genau wie die Ringspalte, als Rest der Höhle der primären Augenblase aufzufassen. Die Zellschichten des inneren Blattes (Taf. 1/2, Fig. 3, d) sind in keiner Weise differenziert, so dass die innere Lamelle (die spätere Retina) demnach aus mehreren Schichten übereinanderliegender Cylinderzellen mit bläschenförmigen, gut tingiblen Kernen, in denen lebhafte Kernteilungsvorgänge ablaufen, besteht. Die innerste, glaskörperwärts gelegene Zone der inneren Lamelle erscheint frei von Kernen (Taf. 1/2, Fig. 2 u. 3, b), und zwar entspricht die Dicke dieser Zone etwa dem Dickendurchmesser der äusseren Lamelle; sie ist im allgemeinen an

der dorsalen Wand der Augenblase am dicksten und verjüngt sich an den Spalträndern ganz erheblich. Ihr liegen im Glaskörperraum viele Hämatocyten an.

Auch an dem äusseren Blatte des Augenbechers (der späteren Pigmentschicht der Retina) liegt eine grosse Zahl Blutkörperchen (Taf. 1/2, Fig. 3 und 4, i), welche die verschiedensten Formen — rund, viereckig oder polyedrisch — aufweisen und im Gegensatz zu den kernlosen Hämatocyten am inneren Blatte einen grossen runden Kern besitzen. Je mehr wir uns dem Äquator des Augenbechers nähern, desto häufiger treten die Blutkörperchen — und besonders an der nasalen Wand — auf, man kann sogar einige sehr feine Endothelrohre wahrnehmen, welche mit Blutkörperchen angefüllt sind. Auf einer Reihe von Schnitten lässt sich gegen die Insertionsstelle des Opticus hin das Eindringen dieser Blutkörperchen bzw. feinsten Gefässchen durch die fötale Augenspalte in das Innere der Augenschale verfolgen.

Die Linse (Taf. 1/2, Fig. 2 und 3, k), die den Zusammenhang mit dem Ektoderm bereits verloren hat, ist bei diesem Embryo noch eine Blase, deren Wand aus einer einzigen Lage Cylinderzellen besteht; ihre Kerne bieten das gleiche Bild wie die der Retinalamelle.

Bringen wir bei diesem Embryo die Verlaufsrichtung der Augenspalte in Beziehung zur ventralen Begrenzungslinie der Kopfanlage, d. h. speciell zum Dach der Mundbucht, so sehen wir, dass sie auf der letzteren annähernd senkrecht steht (Taf. 1/2, Fig. 1, l.). Dies ist wie folgt zu verstehen: Die fötale Augenspalte liegt mitten an der ventralen Seite des Augenbechers, also so, dass sich der Öffnungspalt nach unten (ventral) richtet, während dorsalwärts der Augenbecher und -Stiel geschlossen ist, also eine nach unten (ventral) offene Rinne bildet. Benützt man nun die Mundspalte zur Feststellung einer Horizontalebene und legt eine zweite Ebene durch die Augenspalte und die Mitte des Bodens der Rinne, so schneiden sich diese Ebenen im rechten Winkel. Man kann diese Tatsache auch anders ausdrücken: Denkt man sich die Augenspalte verlängert, d. h. nach unten durch den ganzen Kopf gelegt, so trifft sie die Mundspalte im rechten Winkel. Es ist klar, dass dieser Winkel ein rechter bleiben muss, auch wenn der Bulbus sich über die Mundspalte hin nach vorn

verschiebt oder wandert (wie z. B. sehr bedeutend beim Menschen), so lange sich das Auge nicht dreht, sei es nun durch Drehung des Stieles oder durch ungleiches Wachstum im Bereiche der einzelnen Quadranten.

2. Embryo (XCI. 2,1 cm Sch.-St.-Lg. Bei diesem Embryo verhält sich das die Augenblase umgebende Mesenchym im allgemeinen genau so, wie beim vorigen. Auch im Bau der beiden Lamellen der Augenblase sind keine Veränderungen eingetreten; nur die Pigmentablagerung im äusseren Blatt ist fortgeschritten und die sichelförmigen Spalten zwischen beiden Blättern sind kleiner geworden. Der Hohlraum des Linsenbläschens ist durch Linsenfasern ausgefüllt; das Bläschen ist also zu einem soliden Körper geworden.

Das Glaskörpergewebe enthält aber im Gegensatz zum vorigen Embryo, wo wir hier nur vereinzelt kernhaltige Mesenchymzellen antrafen, folgende Zellarten:

1. Rundliche Zellen, welche mit einem oder zwei Ausläufern versehen sind.

2. Rundliche oder sternförmige Zellen mit mehreren Ausläufern.

3. Lang ausgezogene Zellen mit stäbchenförmigen Kernen, welche die Wände derjenigen Kapillargefässe bilden, die sich besonders an der hinteren Linsenkapsel als Verzweigungen der Arteria hyaloidea finden.

4. Wenige Siegelringzellen, die denen von Herzog (12) bei einem Mäuseembryo unbestimmten Alters gefundenen entsprechen dürften.

Blutkörperchen trifft man auf den mehr lateral gelegenen Sagittalschnitten nur vereinzelt der Linsenwandung direkt anliegend. Nach dem Linsenäquator zu wird ihre Anzahl immer grösser, bis sich schliesslich feine Kapillaren zeigen, welche der dorsalen hirnsseitigen Linsenwandung unmittelbar aufgelagert sind. Ein gut ausgeprägtes Gefässsystem finden wir aber erst in den Schnitten, welche gerade noch die Zellen des hinteren, dem Glaskörper oder dem Gehirn zugewandten Teiles der Linsenkapsel mit treffen (Taf. 5/6, Fig 1, a); es stammt von der Arteria hyaloidea, welche sich von hier aus bis zur Insertionsstelle des Opticus verfolgen lässt. Auch die der äusseren Lamelle des Augenbechers anliegende Choriocapillaris hat an Stärke zugenommen.

Eine besondere Bedeutung gewinnt nun dieser Embryo für die Lösung der Frage, in welcher Art der Verschluss der fötalen Augenspalte am Bulbus zustande kommt. Wir können nämlich hier beobachten, dass die Spalte in unmittelbarer Nähe des Pupillarrandes sehr eng ist und nur von einem schmalen Streifen gefässhaltigen Mesenchymgewebes durchzogen wird (Taf. 1/2, Fig. 4, m); eine kleine Strecke weiter hinwärts ist sie bald vollständig geschlossen (Taf. 1/2,

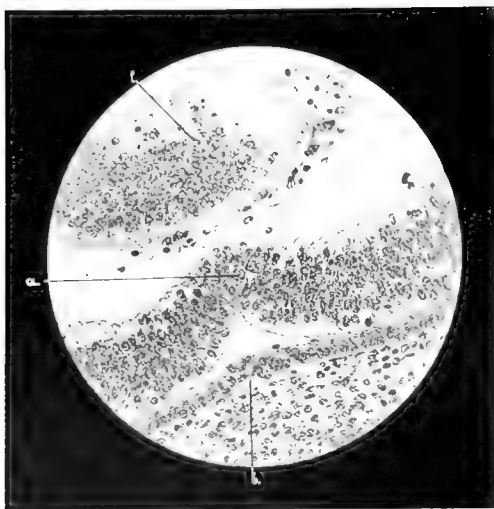


Fig. 1.

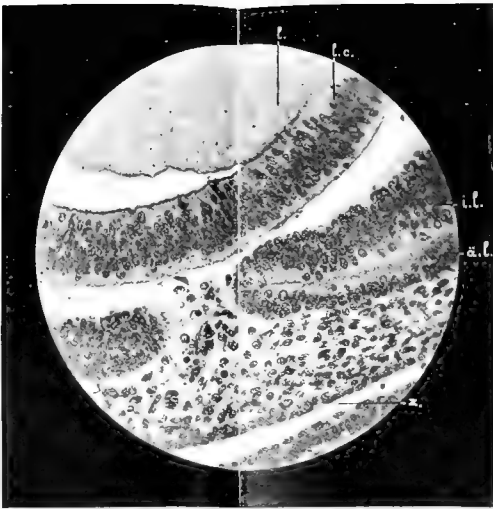


Fig. 2.

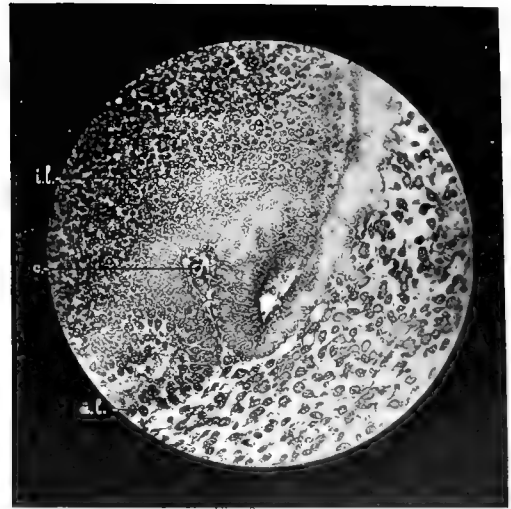


Fig. 3.

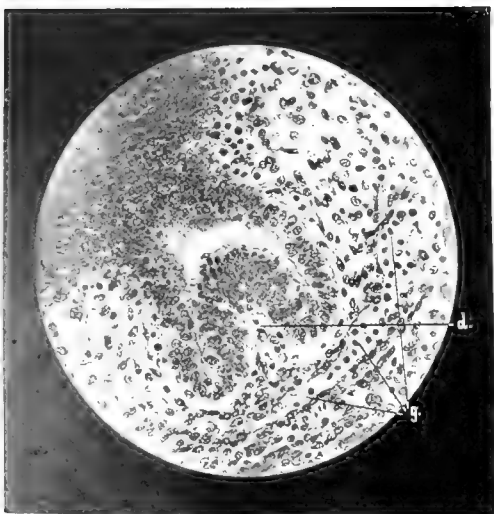


Fig. 4.

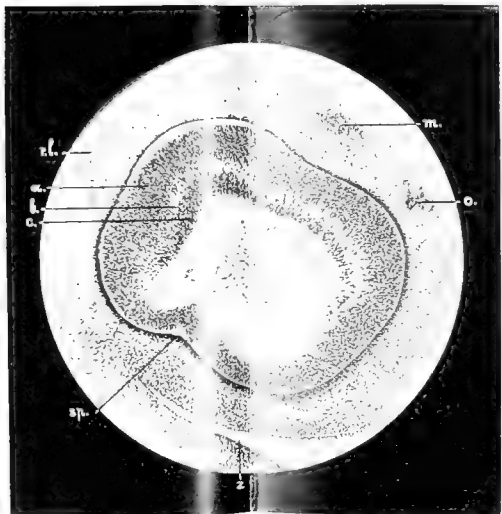


Fig. 5.



Fig. 6.

Fig. 5, n). Dabei zeigt die innere Lamelle des Augenbeckers eine auffällige, linsenwärts gerichtete Erhebung (Taf. 1/2, Fig. 6, o), die gegen den Augenblasenstiel hin am stärksten ausgeprägt ist (Taf. 3/4, Fig. 6, sp.), während sie sich nach dem Pupillarrand zu mehr und mehr abflacht (Taf. 3/4, Fig. 5, sp). Auch die äussere Lamelle ist in derselben Weise eingezogen, aber allenthalben nur sehr schwach. Die Pigmentablagerung in die den Verschluss der Spalte herstellenden Zellen hat am Basalteil derselben bereits begonnen.

In unmittelbarer Nähe der Augenblasenstielinsertion ist die Spalte am Bulbus noch offen (Taf. 3/4, Fig. 3); ihre Ränder konnten sich hier noch nicht aneinander legen und verwachsen, weil ein gefässhaltiges Mesenchymgewebe zwischen ihnen liegt, das offenbar ein Hemmnis für den Verschluss bildet.

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, dass die Spalte am Bulbus mit Ausnahme einer kleinen Strecke in unmittelbarster Nähe des Augenblasenstiels und direkt am Becherrand vollkommen geschlossen ist. Ich vermute, dass der Verschluss in folgender Weise vor sich geht: Die Ränder der Spalte legen sich vom distalen zum proximalen Ende des Augenbeckers allmählich aneinander und verschmelzen. Dadurch entsteht eine Scheidewand, welche die schon früher erwähnte Ringspalte trennt (Taf. 1/2, Fig. 5; rechts und links neben n).

Dann wird die Scheidewand quer durchbrochen und die äussere einschichtige Lamelle zieht sich etwas von der inneren zurück. Auf diese Weise wird ein Spaltraum zwischen beiden Lamellen gebildet, der aus der Vereinigung des doppelseitigen Ringspaltes hervorgegangen ist. Beide Lamellen zeigen also an der Verschlussstelle der Spaltennaht eine linsenwärts gerichtete Erhebung: die innere mehr, die äussere weniger. Da der Augenbecher andauernd sehr stark weiter wächst, z. B. auch in distaler Richtung, d. h. die Entfernung zwischen Augenstielinsertion und Becherrand vergrössert sich ebenfalls, so wird sich auch der Ausgleich der Erhebung der inneren Lamelle, entsprechend der Verschlussrichtung der Spalte am Becher, in den distalen Teilen des Bulbus zuerst bemerklich machen und von dort nach dem proximalen Ende zu fortschreiten. Wenn wir also die mehr oder weniger starke Erhebung der Innenlamelle als einen regelmässig eintretenden Wachstumsvorgang auffassen, welcher sich vom distalen zum proximalen Ende abwickelt, dann müssen wir, wenn wir noch bei späteren Entwicklungsstadien auf eine derartige „Erhebung“ stossen, dieselbe am proximalen Ende finden. Das ist mir nur noch in einem Falle, und zwar bei Embryo XLIX mit 2,4 cm Sch.-St.-Lg. gelungen, wo die Aufstauchung in der Nähe der Opticusinsertion lag. Ob die von mir bei Embryo XLVII (4,0 cm Sch.-St.-Lg.) ebenfalls in der Nähe der Opticusinsertion gefundene kurze Erhebung der inneren Lamelle normal oder ein Kunstprodukt war, vermag ich nicht mit Sicherheit anzugeben.

Nachdem sich die fötale Augenspalte geschlossen hat, treten an der inneren Lamelle des Augenbeckers sehr lebhaftes Wachstumserscheinungen auf, die sich in vermehrten Kernteilungsprozessen äussern. Es ist möglich, dass die linsenwärts gerichtete Erhebung der inneren Lamelle, die, wie wir sahen, nach dem Augenblasenstiel zu am höchsten war, eine Folge dieses ungewöhnlich lebhaften Zellwachstums ist. An dieser Stelle, d. h. am ursprünglichen Sitz der fötalen Augenspalte liegt die innere Lamelle der äusseren zunächst nicht an. Wächst nun die Innenlamelle schneller als die äussere, so muss sie an der Spaltstelle, da sie dort schon normaliter eine Erhebung zeigt, nach der Linse zu aufgestaucht werden, was auch tatsächlich der Fall ist (Taf. 3/4, Fig. 6, sp). Diese Aufstauchung oder Erhebung ist am deutlichsten nach dem proximalen Ende des Augenbeckers hin ausgeprägt, also an den Stellen, wo sich die Spalte zuletzt schloss. Nach dem Becherrande hin erhebt sich die Innenlamelle nicht so bedeutend (Taf. 3/4, Fig. 5). Ob nun speziell in der Gegend der Spaltennaht das Wachstum der Innenlamelle ein besonders lebhaftes ist und dadurch an sich schon die Aufstauchung bedingt wird, habe ich nicht feststellen können.

Diese Befunde scheinen mir ein weiterer Beweis dafür zu sein, dass sich die fötale Augenspalte am Bulbus vom distalen zum proximalen Ende verschliesst.

Am Augenblasenstiel selbst ist die Spalte noch erhalten und sehr gut ausgeprägt. In ihr lässt sich nach der Medianebene des Kopfes zu eine kleine Strecke weit ein Gefäss verfolgen, das der Arteria centralis retinae des Menschen entsprechen dürfte (Taf. 3/4, Fig. 3, c und Fig. 4, d). Nach und nach, d. h. gegen das Gehirn hin, flacht sich der auf den Augenstiel übergreifende Teil der fötalen Augenspalte, die Stielrinne, ab und das Gefäss verläuft an der Aussenfläche des Augenstiels, der nun eine querovale Form annimmt (Taf. 7/8, Fig. 2). Er ist jedoch nicht zu einem soliden Strang geworden, besitzt vielmehr einen engen zentralen Hohlraum als Überbleibsel des in die Augenblase fortgesetzten Zwischenhirnventrikels. Die Gefässe bleiben noch eine grosse Strecke weit der ventralen Seite des Augenblasenstiels direkt angelagert sichtbar.

Da die Spalte bekanntermassen am Augenblasenstiel noch längere Zeit offen bleibt, so kann erst an späteren Serien gezeigt werden, in welcher Richtung der Verschluss vor sich geht.

Bei der Betrachtung derjenigen Schnitte, welche gerade noch die letzten (hirnseitigen) Zellagen der Linse treffen, fällt uns dorsal von der Augenanlage eine dunkelgefärbte, kreisrunde Stelle im Mesenchym auf, welche der Spalte direkt gegenüber liegt und sich durch dicht aneinander gedrängte und sehr intensiv gefärbte Zellkerne auszeichnet (Taf. 3/4, Fig. 5 und 6, m). Wir haben es hier mit der Anlage des Musculus rectus dorsalis zu thun. Beachtenswert ist auch noch, dass durch diesen soliden Muskelkern die äussere Lamelle der

Augenblase in den vorher erwähnten, zwischen beiden Lamellen liegenden Spaltraum hineingedrückt wird. Diese im Querschnitt einem Nervenkeim nicht unähnliche Muskelanlage, die im Längsschnitt einen zelligen Strang darstellt, lässt sich eine ganze Strecke weit nach der Medianebene des Kopfes zu, und zwar dorsal vom Becherstiel gelegen, verfolgen.

Dorso-nasal zu ihm erscheint ein zweiter Muskelkeim, der ebenfalls durch eine ganze Reihe von Schnitten hindurch nach der Spitze der späteren Orbitalpyramide zu beobachtet werden kann. Dies ist die Anlage des *Musc. obliquus dorsalis* (Taf. 3/4, Fig. 5, o). Nach der Medianebene des Kopfes zu nähert sie sich der Anlage des *Musc. rectus dorsalis* immer mehr, bis sie endlich scheinbar mit dieser verschmilzt.

Was den Sitz bezw. die Verlaufsrichtung der fötalen Augenspalte, die, wie wir sahen, aus der Einziehung der beiden Lamellen des Augenbechers noch kenntlich ist, betrifft, so lässt sich bei diesem Embryo eine neue, sehr wichtige Thatsache im Gegensatz zu dem vorher beschriebenen embryonalen Stadium konstatieren, nämlich eine auf eine Drehung der Augenblase und des Augenblasenstiels zurückzuführende Ortsveränderung der fötalen Augenspalte. Diese liegt nämlich nicht mehr genau ventral, sondern vielmehr etwas nasal, wenn auch im wesentlichen noch ventral; sie wendet sich mit der Spaltöffnung schräg nach vorn, d. h. nasal und nach unten (ventral). In derselben Weise schaut auch die Spaltennaht am Augenbecher, welche im Gegensatz zu der in ihrer Gesamtheit stärker pigmentierten äusseren Lamelle an den hellen, nur am Basalteil schwach pigmentierten Zellen kenntlich ist, in nasaler Richtung, d. h. nicht mehr genau ventral, sondern mehr nasoventral, genau wie die noch offene Spalte am Augenblasenstiel. Der Winkel, welcher durch die neue Verlaufsrichtungslinie der Spalte (einschliesslich Spaltennaht) mit der ursprünglichen, zur Maulspalte vertikal verlaufenden Spaltrichtungslinie gebildet wird, beträgt schätzungsweise 25--30°. Es hat demnach eine Drehung des Augenbechers inclusive Augenblasenstiel in nasaler Richtung stattgefunden, die mit der sonstigen

Wanderung des Auges, welche ebenfalls in nasaler Richtung erfolgt, nichts zu thun hat.

Da Vossius (31) in seiner Arbeit die Drehung der Augenanlage „in einem Winkel von 90° über unten nach aussen“ stattfinden lässt, so habe ich mich veranlasst gesehen, dieselbe Winkeldrehung für meine Untersuchungen zugrunde zu legen. Um Unklarheiten und Wiederholungen zu vermeiden, möchte ich an dieser Stelle nochmals genau feststellen, welchen Winkel ich meine, wenn ich hier und bei der Beschreibung der folgenden Serien von einem solchen spreche. Wir hatten festgestellt, dass bei dem vorhergehenden Stadium diejenige Ebene, welche der Verlaufsrichtung der nach unten fortgesetzt gedachten fötalen Augenspalte entspricht, auf einer durch die Maulspalte gelegten Ebene nahezu senkrecht steht. Bei der Betrachtung dieser und der nachfolgenden Serien sehen wir nun, dass sich die Verlaufsrichtungslinie der Spalte in nasaler Richtung dreht: wenn also in Zukunft von einem Winkel die Rede ist, so ist derjenige gemeint, welcher durch die Verlaufsrichtungslinie der Spalte einerseits und die erwähnte primäre Senkrechte andererseits gebildet wird.

3. Embryo (XCV. 2,25 cm Sch.-St.-Lg.). Bezüglich der weiteren Entwicklung der Augenanlage bietet dieser Embryo keine nennenswerten weiteren Fortschritte. Dagegen ist in der Umgebung der Augenanlage das Gewebe in Differenzierung begriffen, jedoch noch nicht so gut ausgeprägt, wie beim folgenden Embryo von 2,4 cm Sch.-St.-Lg., so dass ich an dieser Stelle von einer Beschreibung abgesehen habe.

4. Embryo (XLIX. 2,4 cm Sch.-St.-Lg.). Die der Medianebene des Kopfes zunächst gelegenen Sagittalschnitte, welche die tiefsten Teile, d. h. die Spitze der Orbitalpyramide treffen, geben uns an dieser Serie interessante Aufschlüsse über das Verhalten des Becherstieles und der sich in seiner unmittelbaren Umgebung entwickelnden Anlagen der Augapfelmuskeln. Etwas nasodorsal vom Ganglion semilunare [Gasseri] (Taf. 7/8, Fig. 5, Gs) sehen wir den im Querschnitt getroffenen Augenblasenstiel (o), welcher rund erscheint und keinen centralen Hohlraum mehr besitzt; er ist also hier, d. h. hirnwärts, bereits solid geworden. Nervenfasern sind aber in ihm noch nicht sichtbar. Nasal von ihm (Taf. 7/8, Fig. 5, g) ist auf diesen Schnitten ein Gefäss getroffen worden, welches den Opticus an Durchmesser übertrifft: es handelt sich jedenfalls um die Arteria ophthalmica. Gefäss und Nerv sind von einem dunkelgefärbten Bezirk von Mesenchymgewebe umgeben, welches annähernd der Form eines gleichschenkligen Dreiecks entspricht, dessen Spitze dorsal gerichtet ist (Taf. 7/8, Fig. 5, b). Die stark gefärbten Zellkerne liegen ziemlich dicht aneinander, sind von rundlicher ovaler oder länglicher Form und umlagern Gefäss und Nerv concentrisch. Sie stellen das Wurzelgebiet der Bulbusmuskeln dar, zeigen aber noch keinerlei Differenzierung in einzelne Muskelkerne bzw. Muskelbündel; das Ganze bildet noch eine einheitliche Masse.

Das Mesenchym der Umgebung dieses Gebietes ist wie an anderen Stellen von weitmaschiger, reticulärer Bauart. In dieser Gegend wird auch das Vorderhirn (Taf. 7/8, Fig. 5, c) ventral von einem ebenfalls intensiv gefärbten Mesenchymstreifen, der hier etwa einen dreifach grösseren Durchmesser als der Opticus haben dürfte, begrenzt. Es ist dies, wie die Untersuchung späterer Stadien ergibt, die Anlage der bald knorpeligen, später knöchernen Schädelbasis, bezw. auch des Orbitaldaches. Dieser Gewebstreifen beginnt, der Basis des Vorderhirns zunächst direkt anliegend, in der Gegend der späteren Stirnbeine und verläuft unter starker, ventral gerichteter Neigung nach hinten caudal), um dorsal vom Ganglion semilunare [Gasseri] in fast horizontaler Richtung umzubiegen. Der Zwischenraum zwischen ihm und der ventralen Wand des Vorderhirns wird nach dem Ganglion zu immer grösser und ist durch sehr weitmaschiges Mesenchym ausgefüllt (Taf. 7/8, Fig. 5, d).

Zu bemerken wäre noch, dass das vorhin erwähnte Dreieck der Augenmuskelanlagen mit seiner Spitze an die Anlage des Orbitaldaches stösst und mit seiner Basis bis an den Ramus maxillaris des Nervus trigeminus reicht (Taf. 7/8, Fig. 3, e). Je mehr wir uns von der Spitze der Orbitalpyramide in lateraler Richtung, also pupillarwärts entfernen, um so deutlicher tritt die Differenzierung der einzelnen Augenmuskelanlagen hervor. Die gemeinsame Gewebsmasse zerfällt lateral in einzelne Kerne, bezw. in einige bandartige, streifige Gebilde (Bündel), die durch gewöhnliches Mesenchymgewebe getrennt sind; es hebt sich zunächst hervor die Anlage des *Musc. obliquus dorsal*, dann die des *Musc. rectus dorsal*., des *Musc. rectus medial*. (nasal.) und endlich die des *Musc. rectus lateral*. (temporal.) (Taf. 7/8, Fig. 3, od, rd, rm). Die zwischen den lateral (pupillarwärts) immer weiter auseinanderrückenden Muskelanlagen liegenden Räume sind durch weitmaschiges Mesenchym ausgefüllt.

Verfolgen wir nun das am Augenblasenstiel verlaufende Gefäss und den Stiel selbst nach dem Augenbecher zu weiter, so sehen wir, dass die Arterie ständig an Weite abnimmt und einige Gefässsprossen abgibt, während am runden Opticus der Centralkanal deutlich sichtbar ist. Dicht in der Nähe des Augenbechers wird der Augenblasenstiel an seiner ventralen Seite durch das Gefäss eingebuchtet; die Arterie tritt, je mehr man sich dem Auge nähert, immer weiter in den Opticustamm ein (Taf. 7/8, Fig. 4, a), d. h. die Stielrinne wird immer tiefer, sodass die Arterie schliesslich annähernd in die Achse, im mikroskopischen Schnitte also gegen das Centrum des zweischichtigen Stiels zu liegen kommt. Die äussere Lamelle des Augenbechers zeigt im Gegensatz zu den vorhergehenden Serien keine Sonderheiten. Dagegen treten an der inneren Lamelle, d. h. der eigentlichen Retina bemerkenswerte Veränderungen auf. Verfolgen wir die Sagittalschnitte wiederum von der Insertion des Augenblasenstiels pupillarwärts, so sehen wir zunächst wieder an den Schnitten, welche zwischen Linse und Opticus liegen,

die starke Aufstauchung derselben in der Gegend der Spaltennaht. Gleichzeitig ist hier aber eine weitere Differenzierung der Retina und zwar derart eingetreten, dass man an ihr drei Zonen unterscheiden kann. Dieselbe besteht nämlich aus:

1. einer inneren, dem Glaskörper anliegenden, kernreichen und etwa ein Drittel der Gesamtbreite der Retina einnehmenden Zone,

2. einem kernarmen, sehr schmalen mittleren Abschnitt und

3. aus einer wieder kernreicheren dickeren Aussenzone (Taf. 3/4, Fig. 5 und 6, a, b, c und Taf. 7/8, Fig. 6, a, b, c). Man hat den Eindruck, als ob ein Teil der Kerne glaskörperwärts gewandert wäre, um der mittleren, kernarmen Zone Platz zu machen. Die mittlere Zone ist an der dorsalen Wand des cerebralen Poles des Auges relativ am breitesten und verzüngt sich jederseits nach der Spaltennaht zu.

Die Kerne der äusseren Schicht sind etwas stärker färbbar und mehr oval als die der inneren Schicht. Die äussere Kernschicht dürfte der späteren Stäbchen-Zapfenschicht, bzw. der Neuroepithelschicht entsprechen. Ihr liegt die äussere Lamelle des Augenbechers, die Pigmentschicht an. Auf den folgenden, also pupillarwärts gelegenen Schnitten sieht man ganz deutlich, wie die Kerne der inneren (glaskörperwärts gelegenen) Schicht immer spärlicher werden, bis sie endlich ganz verschwinden und uns wieder das frühere Entwicklungsstadium — also die Scheidung zwischen kernhaltiger, nach der äusseren Lamelle zu gelegener, und kernloser, dem Glaskörper zugewendeter Zone — in den am meisten pupillarwärts gelegenen Schnitten entgegentritt (Taf. 5/6, Fig. 1).

Was nun die Frage des Verschlusses der fötalen Augenspalte betrifft, so sehen wir, dass dieselbe bei diesem Embryo sich am Bulbus vollständig geschlossen hat, d. h. speziell die äussere Lamelle ist allenthalben, vom Augenblasenstiel bis zum Umschlagsrand beider Blätter, verwachsen. Bei dem vorher beschriebenen Embryo XCI, 2,1 cm Sch.-St.-Lg. war die Spalte am Bulbus bis auf einen kleinen Rest in der unmittelbaren Nähe des Opticus und einer etwas grösseren Strecke in der Nähe des Umschlagsrandes beider Lamellen noch offen. Bei diesem Embryo sind beide Reste des Spaltes verschwunden, d. h. die äussere Lamelle ist an beiden beschriebenen Punkten verwachsen und die innere zeigt die linsenwärts gerichtete charakteristische Aufstauchung, d. h. an ihr vollzieht sich der Verwachsungsprozess eben noch, bzw. ist noch nicht ganz abgeschlossen. Diese Aufstauchung der inneren Lamelle ist in der Gegend der Augenblasenstielinsertion am deutlichsten ausgeprägt; je weiter wir uns aber dem hirntseitigen Pole des Bulbus nähern, also dem Pupillarrande, desto mehr flacht sie sich ab, bis sie endlich ganz verschwindet, also die innere Lamelle der äusseren glatt anliegt. Der Ausgleich der Erhebung der inneren Lamelle beginnt demnach am Pupillarrande, dort wo die Verwachsung der Spalte begonnen hat, und schreitet nach dem proximalen Pole des

Augenbechers zu fort. Der Grund dafür, dass der Verschluss der Spalte nicht von Anfang an direkt am Augenblasenstiel beginnt, sondern erst eine kleine Strecke weiter pupillarwärts, ist darin zu suchen, dass sich hier eine kleine Gefässschlinge eingelagert hat, die sich erst zurückbilden musste, bevor die Verwachsung der Spaltränder an dieser Stelle vor sich gehen konnte.

Der fötale Augenspalt am Augenblasenstiel, bzw. dessen noch kenntlicher Sitz am Augenbecher liegt bei diesem Embryo noch weiter nasal, als bei den vorher beschriebenen. Die Drehung der gesamten Augenanlage in nasaler Richtung dürfte etwa einem Winkel von 45° entsprechen.

Das die Augenanlage umgebende Mesenchym bietet uns keine neuen Thatsachen.

5. Embryo (LXXXIX, 2,7 cm Sch.-St.-Lg.). Ich würde diesen Embryo wegen seiner mangelhaften Fixierung ganz aus der Beschreibung weggelassen haben, wenn nicht die Augenanlage so eigentümliche Bilder böte, dass deren Schilderung mir besonders wichtig erscheint. Ausserdem veranlassen mich gewisse Bemerkungen Minots (21) gerade auf diesen Embryo näher einzugehen.

Minot äussert sich nämlich bezüglich der mich hier speziell beschäftigenden Fragen wie folgt: „Die eigentliche Retina zeigt ein rascheres Wachstum als die übrigen Teile des Auges, und legt sich daher in Falten. Beim menschlichen Embryo treten diese Falten während des dritten Monats auf. Nach Koelliker bildet sich die erste Falte an der unteren Seite des Sehnerven, später gesellen sich noch zahlreiche andere hinzu. Gegen Ende des fötalen Lebens verschwinden die Falten allmählich und beim Neugeborenen ist die Retina wieder vollkommen glatt.“

Bei dem hier in Frage stehenden Embryo konstatierte ich nun eine ganz enorme Faltenbildung der Retina. Diese starke Faltenbildung betrifft nur die innere Lamelle der Retina (Taf. 5/6, Fig. 3 und 4, i); die äussere Lamelle (Taf. 5/6, Fig. 3, ä. l.), die Pigmentschicht liegt allenthalben glatt ausgebreitet. Die nach dem Inneren des Augenbechers zu vorspringenden Falten erstrecken sich in einigen Schnitten sogar bis direkt an die Linse; an denjenigen Schnitten aber, welche zwischen Linse und Opticusinsertion geführt sind, füllt das Faltenkonvolut den ganzen von der äusseren Lamelle umschlossenen Innenraum aus, so dass vom Glaskörper nichts sichtbar ist. Nehmen wir die Minotsche Ansicht als richtig an, so hätten wir es in unserem Falle mit einem physiologischen Vorgang zu thun, welcher dem von Minot bzw. Koelliker beim dreimonatlichen Menschenfötus beobachteten entsprechen würde. Zufälligerweise ist mir das Alter unseres

Embryos genau bekannt: es beträgt 27 Tage. Um nun ein bestimmtes Urteil darüber fällen zu können, ob die von mir bei diesem Fötus gesehene Faltenbildung der Retina als ein physiologischer Vorgang aufzufassen ist, oder ob es sich hier um ein Kunstprodukt handelt, als eine Folge zufälliger Verhältnisse, insbesondere mangelhafter Fixierung und Härtung, einer Leichenerscheinung, einer Missbildung, eines Druckes etc., muss man sowohl das übrige Gewebe des Embryo prüfen (um die Art der Härtung und Fixierung beurteilen zu können), als auch das Verhalten der Retina bei Embryonen gleichen oder nahezu gleichen Alters.

Was die erstere Prüfung anlangt, so zeigt das die Augenanlage umgebende Mesenchym, allerdings etwas undeutlich, Veränderungen gegen die vorhergehenden Stadien. Während nämlich in früheren Stadien das Mesenchym einen streng reticulären Bau besitzt, und die einzelnen Zellen mit rundem bezw. bläschenförmigem Kern ausgestattet sind, sehen wir hier das die Augenanlage direkt umgebende Mesenchym einen lamellären Bau annehmen. Die Zellen sind spindelig und besitzen einen länglichen oder wurstförmigen Kern.

Insofern wäre also noch nichts Abnormes zu entdecken, denn wir sehen, dass auch an allen folgenden von mir beschriebenen Serien die Umwandlung der reticulären in die lamelläre Bauart in nächster Nähe der Augenanlage vorhanden ist. Dagegen finden wir, dass das Kopfmesenchym in seiner Gesamtheit die Farbstofflösungen schlecht und sehr ungleichmässig angenommen hat; manche Bezirke sind wenig gefärbt, manche wieder überfärbt, was auf erhebliche postmortale Veränderungen der Zellen zurückzuführen sein dürfte. Auch Gewebszerreissungen, besonders in der Nähe der noch bindegewebigen Schädelkapselanlage, sind im Mesenchym nachweisbar.

An der Linse (Taf. 5/6, Fig. 2 und 4, 1) war die Struktur kaum noch zu erkennen; sie war zum Teil mit einem Detritus ehemaliger Linsenfasern ausgefüllt; das ganze Bild macht den Eindruck eines starken Zerfalles.

Das epitheliale Gewebe des eigentlichen Augenbeckers verhält sich etwas anders als das des Embryo XLIX (2,4 cm Sch.-St.-Lg.). Es ist hier gewissermassen ein Rückschritt gegenüber den jüngeren Stadien eingetreten, denn die Differenzierung der Innenlamelle des Augenbeckers in drei Zonen, die ich bei Embryo XLIX beschrieben habe, ist hier noch nicht vorhanden. Wir können im Verlaufe der ganzen Serie nur zwei Zonen unterscheiden, genau wie wir das schon bei unseren jüngsten Embryonen sahen, nämlich eine sehr breite, ausserordentlich chromatinreiche Aussenzone und eine ganz schmale, kernfreie, dem Glaskörperraum zugewandte Innenzone (Taf. 5/6, Fig. 2, 3, 4). Die Chromatinbestandteile der Innenlamelle haben den Farbstoff sehr begierig aufgenommen und sind intensiv gefärbt, jedoch sind die Zellkonturen nicht gut ausgeprägt, zum Teil ist sogar ein körniger Zerfall der Zellen eingetreten.

Die Ablagerung des Pigments in der äusseren Lamelle ist im Verlaufe der ganzen Spaltennaht vollendet. Auch der Verschluss der Spalte am Bulbus ist nun vollständig beendet, so dass nichts mehr auf ihren ehemaligen Sitz und ihre Lage hindeutet, ausser der ganz schwachen Erhebung der äusseren Lamelle (Taf. 5/6, Fig. 3 bei ä, l).

Das Verhalten der Arteria centralis ist aber bei diesem Embryo ein anderes als beim Embryo XLIX, denn sie liegt nahe dem Bulbus nicht mehr am Boden einer tiefen Stielrinne, sondern an der Peripherie eines soliden Opticusstammes und zwar in flacher Furche im unteren inneren Quadranten (Taf. 5/6, Fig. 5, a). An den weiter hirnwärts gelegenen Schnitten lässt sich die Arterie leider nicht weiter verfolgen, da die Bilder, offenbar infolge schlechter Fixierung und Härtung des Embryo, so unklar sind, dass man die Verhältnisse nicht sicher feststellen kann.

Die Formation des peribulbären Mesenchyms ändert sich mehr und mehr, je weiter wir uns vom Äquator aus der Opticusinsertion nähern. Diese Veränderung äussert sich darin, dass der lamelläre Bau nach und nach verschwindet und der reticuläre wieder auftritt. Die wurstförmigen Kerne werden an Zahl immer geringer, je mehr wir uns dem Opticus nähern, während die runden bzw. bläschenförmigen in den Vordergrund treten, bis endlich der rein reticuläre Bau erscheint, wobei sich wurstförmige Kerne (mit den zugehörigen Spindelzellen) nur noch ganz vereinzelt vorfinden.

Jener beim Embryo XLIX beschriebene Mesenchymstreifen (Taf. 5/6, Fig. 5, k), welcher das Vorderhirn ventral begrenzt und an den weiter pupillarwärts gelegenen Schnitten sich zum Orbitaldach ausbildet, ist bei diesem Embryo in Verknorpelung übergegangen. Zwischen diesem Knorpelstreifen und der Augenanlage sind zahlreiche grössere Gefässe eingelagert, auch ist der Raum, den ich bei der Beschreibung des vorhergehenden Embryo als zwischen der Anlage der Schädelbasis und dem Gehirn liegend erwähnte, mit Gefässen vollkommen ausgefüllt.

Ich habe die Anlage und die Entwicklung der knorpeligen Schädelbasis bzw. des Orbitaldaches, trotzdem dieser Gegenstand scheinbar nicht in das Gebiet meiner Arbeit fällt, nicht ohne Absicht beschrieben. Nach meiner Ansicht steht die Entwicklung des Orbitaldaches im innigsten Zusammenhang mit der weiteren Entwicklung bzw. mit dem weiteren Verhalten des Auges. Die Augenanlage erscheint uns auf Sagittalschnitten, welche parallel dem Äquator des Bulbus liegen, beim Embryo stets als ein liegendes Oval, welches mit der zunehmenden Entwicklung des Embryo ständig grösser wird. Wir sahen, dass die fötale Spalte im Verlaufe der Entwicklung etwas nach vorn (nasal) und oben (dorsal) verschoben wurde und an die naso-ventrale Seite des Bulbus und Opticus gelangte und zwar entweder infolge einer passiven Drehung des Bulbus über unten nach vorn (nasal) oder in-

folge eines stärkeren Wachstums des caudo-ventralen und eines geringeren Wachstums des nasalen und ventro-nasalen Quadranten. Die Wahrscheinlichkeit für die Annahme eines vermehrten bzw. verminderten Wachstums ist aber in diesem Falle sehr gering und kaum zu beweisen, so dass man ohne weiteres davon absehen kann. Ein intensiveres Wachstum in den erwähnten Quadranten würde sich bei derartigen rein epithelialen Geweben in reichlicheren Kernteilungsvorgängen äussern, wovon aber nichts zu bemerken war. Es bleibt also nur die Möglichkeit der Annahme einer passiven Drehung der Augenanlage durch umgebende Organe übrig. Bei diesem Stadium sehen wir nun aber, dass dem weiteren Wachstum des Ovals oder der Drehung der Augenanlage durch die nunmehr knorpelige Anlage des Orbitaldaches ein gewisser Widerstand entgegengesetzt wird; dadurch bleibt zwar hier noch der Opticus fast in seiner ursprünglichen Stellung, aber die Augenanlage erscheint nach vorn und unten, also ventro-nasalwärts hinübergedrückt.

Wir haben es bei diesem Embryo mit einer neuen Bewegung bzw. Verschiebung der Augenanlage zu thun, welche, soweit sie den Bulbus betrifft, im wesentlichen ventral gerichtet ist, während der Opticus im allgemeinen diesen Weg nicht so ausgiebig beschreibt und vorerst fast in seiner bisherigen Stellung verharrt. Der Widerstand, welcher sich dem schnell wachsenden Oval des Bulbus in Form der knorpeligen Anlage des Orbitaldaches entgegenstellt, ist ein derart grosser, dass der Opticus nicht Zeit hat, die gleich ausgiebige ventralwärts gerichtete Bewegung des ersteren in derselben Zeit durchzumachen. Die Folge davon ist, dass er in sich selbst eine leichte Torsion durchmachen muss, also eine spiralige Drehung, die wir auch an dem späteren spiraligen Verlauf der Opticusfasern beim geborenen Tier wahrnehmen. Dass die knorpelige Orbitaldachanlage nicht der alleinige Grund für die ventralwärts gerichtete Bewegung des Bulbus ist, werde ich an späteren Stadien noch zu beweisen suchen.

Die Lage der fötalen Augenspalte, die wir am Übergang vom Opticus zum Bulbus noch wahrnehmen können, oder die Orientierung an der Arteria centralis, ist noch annähernd dieselbe wie beim Embryo XLIX, jedoch ist hier schon eine

schwache Rückdrehung über unten nach aussen zu bemerken, welche aber nur wenige Grade betragen dürfte.

Was den Verschluss der fötalen Augenspalte am Opticus betrifft, so sehen wir an diesem Stadium, dass er nicht in derselben Weise wie am Bulbus erfolgt, d. h. vom distalen zum proximalen Ende, sondern umgekehrt vom proximalen zum distalen. Wir hatten vorher gesehen, dass das Centralgefäss, welches bei den früheren Entwicklungsstadien innerhalb der Spalte verlief, bei diesem Embryo bis auf eine ganz minimale Strecke direkt am Übergang vom Opticus zum Bulbus an der Opticusperipherie gelegen ist, ein Zeichen dafür, dass sich die Rinne vom Gehirn her ausgefüllt und das Gefäss an die Peripherie gedrängt hat. Die Spalte ist also nur noch in unmittelbarer Nähe des Bulbus sichtbar.

Nach der Spitze der Orbitalpyramide zu wird der Opticus drehend und an seiner vorderen, nasalen Seite tritt das schon vorher erwähnte Gefäss, die Arteria ophthalmica wieder auf.

Bezüglich der bei diesem Embryo beobachteten Falten der Retina muss ich im Hinblick auf das, was ich an den übrigen Organen und Geweben bezüglich der Fixierung etc. beobachtet habe, schliessen, dass wir es nicht mit einer normalen Erscheinung, also einem physiologischen Vorgang zu thun haben, sondern mit einem Kunstprodukt bezw. einer Leichenerscheinung. Ich habe nämlich ausser bei diesem Embryo und solchen von gleicher Grösse bezw. gleichem Alter, welche alle demselben Sammelgefäss entnommen waren, niemals Faltenbildung der Retina beobachten können, ausgenommen beim Embryo XLVII = 4,0 cm Sch.-St.-Lg., bei dem nur eine einzige Falte im unteren inneren Quadranten sichtbar war. Schon anfangs hatte ich erwähnt, dass es mir leider nicht immer gelang, die Embryonen lebenswarm in die Fixierungsflüssigkeit zu bringen, infolgedessen kann es nicht auffällig sein, dass an diesen zarten Geweben sehr schnell Zerfallerscheinungen, Gewebstrennungen, Ablösungen etc. eintreten, die dann in den mikroskopischen Bildern zu falschen Schlussfolgerungen Anlass geben können. Koelliker, Minot, Lange, Krischewsky u. a. halten diese Faltenbildung für eine physiologische Erscheinung. Ich muss demgegenüber aber wiederholt betonen, dass ich sie, ausser bei den schlecht fixierten Embryonen, bei keiner meiner zahlreichen Serien vorgefunden habe, so dass ich wohl berechtigt bin, sie für ein Kunstprodukt bezw. für eine Leichenerscheinung zu halten. Nach der Ansicht Kollmanns sind sie, genau wie die transitorischen Furchen des Gehirns, oft auf Quellung der zarten Wand zurückzuführen, welche nach dem Tode eintritt.

6. Embryo (LXXVIII = 3,0 cm Sch.-St.-Lg.). Im Vergleich zu den vorhergehenden Entwicklungsstadien ist bei diesem Embryo ein weiterer Fortschritt in den Differenzierungsverhältnissen der Retina

und der Linse nicht eingetreten; wohl aber bietet uns das in der Peripherie der Augenanlage, zwischen der Lamina pigmenti und den äusseren Augapfelmuskeln liegende Mesenchym ein neues Bild, welches darauf hinweist, dass hier eine Sonderung gegenüber dem umgebenden Kopfmesenchym eingetreten ist. Wie bisher (cf. Differenzierung der äusseren Augenmuskeln) äussern sich auch hier die neuen Verhältnisse durch eine intensivere Kernfärbung des betreffenden Bezirks. Dadurch wird diese Region mit ihren dunkelgefärbten, spindeligen oder wurstförmigen Kernen und dem streng lamellären Bau gegen ihre blassgefärbte, retikuläre Umgebung scharf abgesetzt. Diese Zone stellt die Grundlage des späteren Skleral- und Chorioidealgewebes, also der äusseren Augenhäute dar (Taf. 11/12, Fig. 2, s. c. und Taf. 9/10, Fig. 2, s. c.).

Jenseits der äusseren Augapfelmuskeln zieht sich ein Halbkreis von grossen Gefässen an der dorsalen und occipitalen hirnseitigen Wand der Augenanlage hin. Innerhalb des Chorioidealgebietes (d. h. der inneren Partie des neu auftretenden Hüllgewebes) ist noch keine Gefässbildung wahrzunehmen, jedoch ist die feine, der Lamina pigmenti glatt auliegende spätere Choriocapillaris gut sichtbar. Weiterhin treten uns an den lateral vom Opticuseintritt, also mehr pupillwärts geführten Sagittalschnitten, da, wo der äussere Nasenfortsatz und der Oberkieferfortsatz durch eine tiefe Furche voneinander getrennt sind, zunächst im Gebiete des Oberkieferfortsatzes am nasalen Rand der Augenanlage (im späteren inneren Augenwinkel), dann auch am äusseren Nasenfortsatz die Durchschnitte je eines soliden Stranges von Epithelzellen entgegen; beide beginnen getrennt voneinander am Conjunctivalsack und rücken immer näher aneinander, bis sie sich schliesslich vereinigen. Beide Zellstränge sind die zunächst soliden Anlagen der Tränenröhrchen (Taf. 9/10, Fig. 6, t), die sich zum Thränenkanal vereinigen. — Betrachten wir z. B. einen Schnitt, welcher etwa im dritten Viertel der Orbitalpyramide (nach dem Foramen opticum zu gedacht) geführt ist, so ergibt sich folgendes Bild: Die knorpelige Schädelbasis (Taf. 9/10, Fig. 1 und 2, k) beginnt etwa in der Gegend der Nasenbeine und fällt in gerader Linie occipital- und ventralwärts, um oberhalb des *Musc. rectus dorsalis* im stumpfen Winkel, etwa parallel der Anlage des genannten Muskels ventral abzusteiigen. Nasal von diesem Knorpelstreifen liegt das nasalwärts hinübergedrückte Oval der Augenanlage mit dem *Opticus* (Taf. 9/10, Fig. 1, i), welcher durch diesen Schnitt gerade an seiner Insertionsstelle am *Bulbus* getroffen ist. Die *Arteria centralis* liegt dem *Opticus* direkt an und zwar im unteren inneren (naso-ventralen) Quadranten. Im Gegensatz zu den mehr abgeplatteten Anlagen der *Mm. recti* erscheint die des *M. obliquus dorsalis* rundlich. Zwischen *M. rectus dorsalis* und *M. obliquus dorsalis* sind grosse Gefässe eingelagert. Dorsal vom *Ramus maxillaris* des *Nervus trigeminus* und nasenwärts vom Auge treffen wir wieder auf den *Ductus lacrimalis* (Taf. 9/10, Fig. 2, d). Auf den weiter hirnwärts geführten Schnitten, also nach der Spitze



Fig. 1

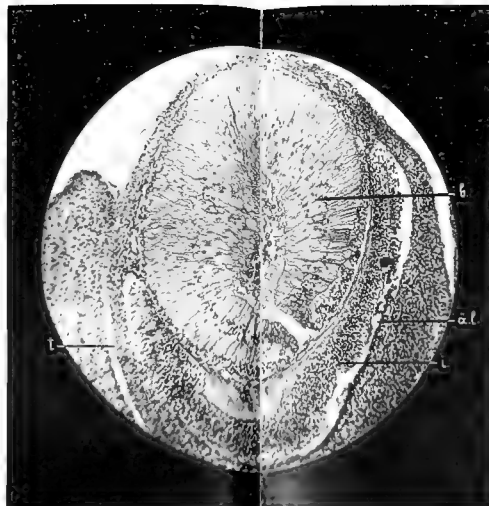


Fig. 2

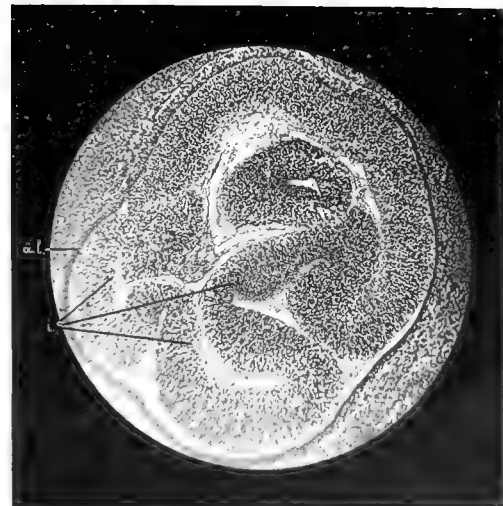


Fig. 3



Fig. 4

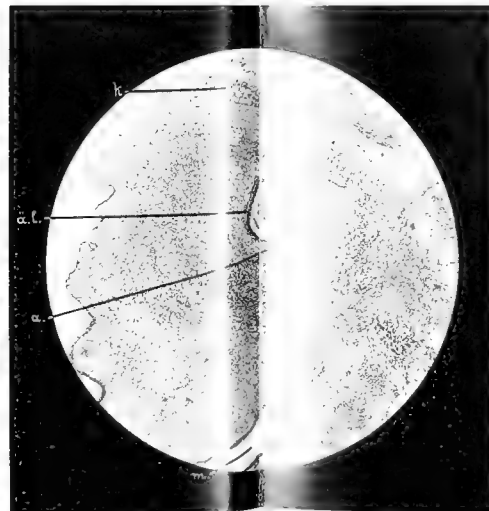


Fig. 5

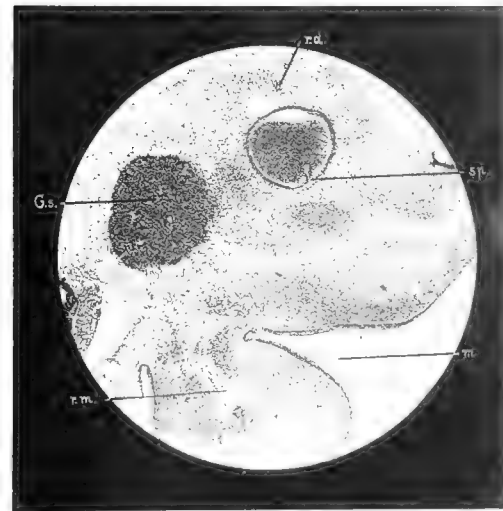


Fig. 6

der Orbitalpyramide zu, steigt die Arteria centralis am naso-ventralen Quadranten an der Peripherie des Opticus allmählich dorsalwärts. Das Gefäss kommt endlich, unter beständiger Zunahme seines Lumens, in den naso dorsalen Quadranten zu liegen und ist hier wohl als Arteria ophthalmica anzusprechen. In diesen Schnitten liegt der Ductus lacrimalis zunächst an der lateralen Wand des Sinus maxillaris und mehr nasenwärts, bis er schliesslich weiter nach der Medianebene des Kopfes zu ventral vom genannten Sinus sichtbar wird. Die weiter hirnwärts gelegenen Schnitte bieten bezüglich der Augenanlage nichts Besonderes, wohl aber geben sie uns ganz interessante Aufschlüsse über das Verhalten der lateralen Nasendrüse bzw. des Ausführungsganges derselben. Der Sinus maxillaris, welcher hier sehr deutlich in eine obere und untere Abteilung zerfällt, ist ausgefüllt mit einem Konglomerat von Drüsenschläuchen bzw. Hohlräumen (Taf. 9/10, Fig. 4, o. A; u. A; l. n), welche mit einem hohen, scheinbar mehrschichtigen Cylinderepithel versehen sind, das eine gewisse Ähnlichkeit mit Sinneszellen hat. Der Ausführungsgang (Taf. 9/10, Fig. 4, a. g) liegt im unteren vorderen Winkel der unteren Abteilung des Sinus maxillaris und ist auf dem Querschnitt getroffen. In den mehr hirnwärts geführten Schnitten liegt der Ductus lacrimalis (Taf. 9/10, Fig. 4, d. l.) zunächst direkt an der Wand der Nasenhöhle; je weiter wir aber mit den Schnitten nach der Medianebene des Kopfes vordringen, desto mehr rückt er im Mesenchym oralwärts, um in der Nähe des Nasenloches in die vorderste Region der Nasenhöhle blind zu enden. Der Ausführungsgang der lateralen Nasendrüse (Taf. 9/10, Fig. 5, a. g.) mündet im vorderen Drittel des mittleren Nasenganges in letzteren ein. Der Befund, welchen ich bezüglich der lateralen Nasendrüse und ihres Ausführungsganges hatte, deckt sich vollkommen mit den Untersuchungen von Kangro (16) und Meyer (21), welche sich eingehend mit dieser Frage beschäftigten.

Was den Ausführungsgang der Thränendrüse, den Ductus lacrimalis, betrifft, so geht wohl aus diesem Befund hervor, dass derselbe auch beim Schwein ursprünglich annähernd in seiner vollen Ausdehnung, wie bei anderen Tieren, angelegt ist, und sich erst später bis auf das Anfangsstück mehr oder weniger zurückbildet.

7. Embryo (XLVII, 4,0 cm Sch.-St.-Lg.). Nennenswerte neue Momente in der Entwicklung der Augenanlage sind bei diesem Embryo nicht vorhanden. Nur auf zwei Punkte soll hier hingewiesen werden, und zwar

1. auf die Differenzierung der vier Abteilungen des Musc. retractor bulbi, glatte Muskelbündel, welche zu den Mm. recti oculi alternierend gelagert sind, und

2. auf eine Falte der Retinallamelle an der Grenze des ventro-nasalen und ventro-occipitalen Quadranten (Taf. 11/12, Fig. 6, f).

Die Retinafalte nimmt aber nur eine kleine Strecke der Retina

ein und übersteigt, was ihre Tiefe anlangt, im allgemeinen den Dicken-durchmesser derselben nicht. Sie beginnt ganz nahe der Insertions-stelle des Opticus und zieht an der unteren Wand der Retina pupil-larwärts, um sich auf denjenigen Sagittalschnitten, welche den Aug-
apfel etwa in der Mitte zwischen Opticusinsertion und Linse getroffen haben, wieder auszugleichen. Auf die Bedeutung dieser Retinafalte wirkt aber die Thatsache ein helles Licht, dass bei diesem Embryo die Retinallamelle der Lamina pigmenti, wie es an gut fixierten Prä-
paraten der Fall ist, nicht anliegt, so dass beide Lamellen durch einen breiten Zwischenraum voneinander getrennt sind. Diese Thatsache lässt die Vermutung aufkommen, dass der fragliche Embryo nicht gut fixiert worden ist. Es dürfte deshalb nicht ganz unberechtigt sein, diese von mir beobachtete Faltenbildung der Retina als Kunstprodukt anzusehen, deren Entstehung etwa auf eine heftige Einwirkung der Fixierungsflüssigkeit zurückzuführen ist.

Dieser Embryo stammte aus einer anderen Sammlung und wurde nicht lebenswarm eingelegt. Bei einem Embryo aber, der erst längere Zeit im Uterus verblieben ist, bevor er fixiert wurde, kann es nicht Wunder nehmen, dass Faltenbildungen und Ablösungen der so un-
endlich zarten Gewebe eingetreten sind. Da menschliche Embryonen in fast allen Fällen unter gleich ungünstigen Verhältnissen wie dieser Schweinsembryo zur Fixierung gelangen, so glaube ich, dass wir es auch bei den Faltenbildungen der Retina menschlicher Embryonen, die Koelliker (19) als normalen Befund bei Embryonen von drei Monaten und darüber beschreibt, nicht mit einem normalen physio-
logischen Vorgange, sondern mit einer Leichenerscheinung oder mit mangelhafter Fixierung der Embryonen zu thun haben.

Obwohl es nicht streng mit meinem Thema zusammenhängt, möchte ich doch hier noch auf die Entwicklung zweier Drüsen kurz eingehen, welche mit dem Auge in inniger Beziehung stehen; ich meine die *Glandula palpebrae tertiae superficialis* und *profunda*.

Medial bzw. nasal von der Augenanlage tritt nämlich bei diesem Embryo ein gegen die Umgebung dunkler gefärbter Bezirk, welcher zwischen dem *M. rectus medialis* und *M. obliquus dorsalis* liegt, be-
sonders hervor (Taf. 11/12, Fig. 6, d). Die Zellen dieser Zone unter-scheiden sich von dem umgebenden Mesenchym nicht bedeutend, nur schienen sie mir, abgesehen von ihrer grösseren Tinktionsfähigkeit, dichter aneinander zu liegen und chromatinreichere Kerne zu enthalten. Dringen wir weiter nach der Tiefe der Orbitalpyramide zu, also hirn-
wärts, vor, so bemerken wir in der Peripherie des genannten Bezirkes zahlreiche kleinere und grössere Hohlräume und Gefässe, auch ist das betreffende Gewebe mit zahlreichen Blutkörperchen und Kapillaren durchsetzt. Drüsenschläuche sind noch nicht entwickelt.

Die *Arteria centralis retinae* liegt bei diesem Embryo, abgesehen von einer ganz kleinen Strecke in unmittelbarster Nähe des

Bulbus, welche beim geborenen Tier etwa 1—2 mm beträgt, im ventro-nasalen Quadranten des Augenblasenstieles und zwar an der Peripherie desselben. Der Opticus ist direkt am Übergang zum Bulbus an seiner ventralen Seite nicht rund, sondern etwas abgeflacht und wird erst 1—2 mm hirnwärts drehrund (Taf. 9/10, Fig. 1, i).

Ich muss hier nochmals ausdrücklich darauf aufmerksam machen, dass das Gefäss direkt an der Übergangsstelle vom Opticus zum Bulbus am weitesten ventral liegt und zwar in Bezug auf den Opticus. Auf den weiter hirnwärts von letzterem gelegenen Querschnitten des Opticus liegt das Gefäss hingegen im ventro-nasalen Quadranten, d. h. es windet sich nach dem Gehirn zu kontinuierlich am ventro-nasalen Quadranten in die Höhe, bis es endlich direkt nasal zur Opticusperipherie orientiert ist, also an die Grenze zwischen ventro-nasalen und dorso-nasalen Quadranten gelangt. Dieser Befund hat seine Erklärung in der oben beschriebenen Torsion des Opticus, denn das Gefäss muss, soweit es im Bereiche des Fötalspaltes liegt, der Bewegung desselben folgen. Wenn wir also die Lage der Arteria centralis retinae direkt am Übergang vom Bulbus zum Opticus zu bestimmten Teilen der Augenanlage, sei es Bulbus oder Opticus in Beziehung bringen wollen, so müssen wir, wenn wir z. B. das Orbitaldach als Grundlage nehmen, scharf zwischen zwei Dingen unterscheiden:

1. In Bezug auf den Opticus liegt die Arteria centralis retinae stets im ventro-nasalen, bzw. an der Grenze zwischen ventralem medialen und lateralem Quadranten.

2. In Bezug auf den Bulbus liegt das Gefäss fast an der Grenze zwischen ventro-medialen und ventro-lateralen Quadranten, in den meisten Fällen mehr im ventro-lateralen.

Das Verhalten der Zentralarterie ist bei den folgenden beiden Stadien dasselbe wie bei Embryo 47. Da ich nicht über 6,0 cm Sch.-St.-Lg. geschnitten habe, so kann ich nicht angeben, ob sich die Verhältnisse bei späteren Stadien bezüglich der Eintrittsstelle der Arterie direkt am Übergang vom Opticus zum Bulbus in der angedeuteten Richtung verschieben, d. h. ob die Drehung über unten nach aussen, bei Tieren also ventro-lateral, weiter fortschreitet.

Sollte dies aber im allgemeinen nicht der Fall sein, so wären die Angaben, welche bezüglich des Sitzes der Arteria centralis retinae gemacht worden sind, sehr cum grano salis zu nehmen.

Auch mit Hilfe des Orbitaldaches als Orientierungslinie könnte man trotzdem zu verschiedenen Resultaten kommen, je nach der zufälligen Schnittrichtung, die man erhält. Aus meinen Präparaten geht zur Evidenz hervor, dass auf denjenigen Sagittalschnitten, welche den Bulbus direkt am Übergang zum Opticus treffen, der Sitz der Arteria centralis am weitesten ventral liegt. Je weiter wir aber den Opticus hirnwärts treffen, desto mehr nasal liegt die Arterie. Es ist auch

denkbar, dass je nach der Ausgiebigkeit der Torsion der Augenanlage die Zentralarterie selbstverständlich mit dem Opticus im ventro-lateralen Quadranten des Bulbus sehr weit emporsteigen kann, d. h. dass sie sich von ihrer als normal angesehenen Lage an der Grenze zwischen den beiden ventralen Quadranten mehr oder weniger der Grenze zwischen ventro-lateralen und dorso-lateralen Quadranten nähern kann, was auch wieder individuell verschieden sein mag.

Hierdurch lassen sich die Verschiedenheiten der Angaben von Vossius, Deyl, Strahl und Henckel ohne weiteres ableiten. Da im Verlaufe des weiteren Wachstums und der Entwicklung ausserdem noch Verschiebungen in der Lage der Schädelknorpel bzw. Knochen zueinander vorkommen — und im Bereich der die Orbitalpyramide bildenden knöchernen Grundlage ist das sicherlich der Fall — so kann es den Eindruck machen, als ob dadurch die Torsion der Augenanlage scheinbar noch weiter gefördert wird.

Obwohl diese Wachstumsverschiebungen der knorpeligen oder knöchernen Skeletteile, die sowohl im fötalen Leben als auch post partum eintreten, nach bestimmten Gesetzen vor sich gehen, so wird es auch hierbei individuelle Verschiedenheiten geben und dadurch erklärt sich ausserdem noch der manchmal verschiedene Richtungsverlauf der typischen Colobome.

8. Embryo (LXXV, 5,0 cm Sch.-St.-Lg.). Auch dieser Embryo, sowie der folgende von 6,0 cm Sch.-St.-Lg. bietet uns keine nennenswerten Fortschritte in der Entwicklung der Augenanlage, denn Retina und gemeinsames Sklero-Chorioidealgewebe sind nicht weiter differenziert. Dagegen tritt hier ein neuer Muskelkern auf, der bisher scheinbar noch nicht differenziert war, der *Musculus levator palpebrae superioris* (Taf. 11/12, Fig. 2 und 3, p. s). Wir bemerken nämlich, dass der *M. rectus dorsalis* seiner ganzen Länge nach eine kleine Abteilung abspaltet, welche, dicht an seiner lateralen Seite gelegen, nur durch einen feinen Bindegewebsstreifen von ihm getrennt ist; beide Muskeln liegen aber auch so dicht aneinander, dass sie noch ein Ganzes zu bilden scheinen.

Weiterhin ist bei diesem Embryo das Kapillargefässsystem, welches ich bei früheren Stadien als der Linse direkt anliegend oder als dicht in der Nähe derselben befindlich beschrieben hatte, an dieser Stelle nicht mehr vorhanden; man findet hier vielmehr ein gleiches Kapillargebiet dicht an der Retinallamelle liegend, also aussen am Glaskörper (Taf. 11/12, Fig. 3, c). Da die Färbung bei diesem Embryo eine besonders gute ist, so treten auch hier die von Herzog (11) bei einer weissen Maus vom ersten Tage beschriebenen, feinen Fasern, welche aus den tieferen Schichten der Netzhaut stammen und sich an der Membrana hyaloidea des Glaskörpers rechtwinklig inserieren, deutlich hervor (Taf. 11/12, Fig. 4, r. f). Auch das Aufhängeband der Linse, die Zonulafasern (Taf. 11/12, Fig. 3, z) sind auf einigen Schnitten

sehr gut sichtbar. Im Bezirk der *Glandula palpebrae tertiae superficialis* sind einzelne solide Drüsenschläuche zu bemerken (Taf. 11/12, Fig. 2, g. s).

9. **Embryo** (C, 6,0 cm Sch.-St.-Lg.). Bei diesem Embryo will ich mich nur auf die Beschreibung der Nickhaut- und Harderschen Drüse beschränken, da er, wie schon erwähnt, sonst nichts besonderes bietet.

a) An den lateral angelegten Schnitten sehen wir die scharf umgrenzte *Glandula palpebrae tertiae superficialis* in Form eines kernreichen Gewebes, in welches einige solide Drüsenschläuche eingelagert sind; letztere sind aber noch wenig zahlreich vorhanden. Direkt in ihrem ventralen Winkel liegt ein Schlauch mit deutlichem Lumen und einem einschichtigen Cylinderepithel; wir haben es hier, wie es scheint, mit dem Ausführungsgang der Drüse zu thun (Taf. 11/12, Fig. 2, g. s, und a. g).

b) Nach der Tiefe der Orbitalpyramide zu tritt uns eine sehr voluminöse Drüse mit zahlreichen, soliden Zellschläuchen entgegen (Taf. 11/12, Fig. 1, g. p). Dieselbe scheint wie in ein Hohlraumssystem eingebettet, in welchem sich eine grosse Menge Blutkörperchen befinden; die Hohlräume selbst sind von Fäden durchzogen.

Dringen wir noch weiter hirnwärts, nach der Tiefe der Orbitalpyramide zu vor, so verschwindet schliesslich die Drüse und das erwähnte Hohlraumssystem geht in ein anderes, aber bedeutend grösseres über, welches mit grossen Mengen Blutkörperchen angefüllt ist: den *Sinus cavernosus*.

III. Befunde an den Modellen bei plastischer Rekonstruktion.

Um mich davon zu überzeugen, ob die von mir speciell bezüglich der **Drehung der Augenanlagen** bei den mikroskopischen Untersuchungen gemachten Befunde einwandfrei sind, habe ich plastische Rekonstruktionen ausgeführt und Modelle angefertigt und zwar bezüglich derjenigen Embryonen, an denen ich gerade die Befunde erzielte, die mir die stattfindende Drehung am meisten zu beweisen schienen. Rekonstruiert wurden die Kopfanlage eines Schweinsembryo von 2,0 cm und eines solchen von 2,7 cm Sch. St. Lg. Erstere wählte ich deshalb,

weil hier die fötale Augenspalte am Augenbecher und am Augenblasenstiel allenthalben vollständig ausgeprägt war, und weil ferner dieser Embryo eins meiner jüngsten Stadien darstellte. An letzterem wollte ich den Beweis erbringen, dass die Anlage des Orbitaldaches einen Einfluss auf die Lage der Augenanlage ausübt, d. h. dass sie die Ursache der eventuellen Rückdrehung des Auges ist.

Ich bediente mich hierbei des Born-Peterschen Plattenverfahrens, welches ich in einigen Punkten etwas abänderte und kurz folgendermassen zur Ausführung brachte.

Ein sauber polierter Lithographierstein wird zunächst am Heizkörper oder Ofen gleichmässig angewärmt, in eine horizontale Lage gebracht und dick mit Terpentinöl bestrichen. Auf diese Fläche wird sogenanntes Florpapier („Florpost“) glatt und faltenlos ausgebreitet und mittelst grossen Borstenpinsels stark mit Terpentinöl durchtränkt. Dann werden die beiden gleichstarken Metallstreifen — die Stärke derselben ist je nach der Schnittdicke und der gewünschten Vergrösserung zu wählen — auf das Papier parallel zueinander aufgelegt und das inzwischen erwärmte, flüssige Wachs aufgegossen. Sobald dasselbe zu erstarren beginnt, wird mittelst der zu diesem Verfahren gehörigen erwärmten Walze die Platte ausgewalzt und nach vollkommenem Erstarren des Wachses vom Stein abgenommen. Damit sich die Platten nicht verziehen, empfiehlt es sich, dieselben auf eine polierte kalte Steinplatte aufzulegen, mit einer starken Glasplatte zu beschweren und nun erst vollkommen erkalten zu lassen. — Da mir beim Giessen der Platten viele Misserfolge passierten, so habe ich das Wachs nicht sofort auf die Zeichnung aufgewalzt, um mir letztere nicht eventuell zu verderben, sondern habe nur das gleiche Papier für das Walzverfahren verwendet und, wenn die Platte tadellos ausgefallen war, nachträglich wieder abgezogen und dann erst die eigentliche Zeichnung mittelst Terpentinölbepinselung aufgeklebt. Diese Methode hat den Vorteil, dass man sich unabhängig von seinem Vorrat an Projektionszeichnungen jederzeit eine beliebig grosse Zahl Wachsplatten auswalzen kann. — Bei beiden Modellen wurde jeder dritte Schnitt der Serie für die Rekonstruktion verwendet. Da die Schnittstärke 20μ betrug und eine Vergrösserung von 25 vollständig ausreichend war, so ergibt sich nach der im Verfahren angegebenen Rechnung eine Plattenstärke von 1,5 mm

$$(3 \times 20) \mu \times 25 = 1500 \mu = 1,5 \text{ mm.}$$

Im übrigen ist das Verfahren im Original nachzulesen (32).

Solange es sich nur um die Rekonstruktion einfacher Verhältnisse handelt, ist das Born-Petersche Verfahren sehr zu empfehlen. Bei der Darstellung feinerer Einzelheiten würde ich jedoch das Arbeiten mit Pappen, wie es bei His im Institut ausgeführt wird, vorziehen. Die Festigkeit der einzelnen Teile ist eine ganz bedeutende, was man vom Wachs nicht gerade behaupten kann. Das Unangenehmste bei der Wachsplattenmethode sind jedenfalls die Brücken, mit denen man arbeiten muss und deren nachträgliche Entfernung nicht so ganz einfach ist. — Ich habe bei meinen beiden Modellen die Konturen der Kopfanlage ausgeschnitten und dann parallel zu diesen einen zweiten Schnitt geführt, so dass eine ziemlich starke Wand entstanden ist, die nach Belieben dick genommen wurde, um die Festigkeit der Modelle zu erhöhen. Die übrigen Teile, Augenanlage und Augenblasenstiel sind natürlich peinlich genau herausmodelliert worden.

Was nun die Befunde an den Modellen selbst anlangt, so habe ich darüber folgendes zu berichten.

I. Modell I.

(Kopfanlage eines Schweinsembryo von 2,0 cm Sch. St. Lg.). Tafel 13/14 giebt uns ein anschauliches Bild davon, wie die Verhältnisse in Wirklichkeit liegen. Wir sehen bei Fig. 1, welche den der Medianebene der Kopfanlage nächstgelegenen Teil des Modells darstellt, den deutlich ausgeprägten Scheitelhöcker (Sch. H), die Nackenbeuge (N. B.), den Stirnfortsatz (St. f.), den Unterkieferfortsatz (U. f.) und den Augenblasenstiel (0), welcher gerade an seinem Übergange zum Gehirn getroffen ist. Bei R. befindet sich die Gegend der Rathkeschen Tasche; die seichte, muldenförmige Einsenkung am Stirnfortsatz ist das von His als Nasenfeld bezeichnete, sich bildende Geruchsorgan (N. g.). Wir haben demnach das rechtsseitige Nasenfeld vor uns, denn das später in der Medianebene gelegene, scheinbar unpaare Geruchsorgan entsteht ja bekanntlich durch das Zusammenrücken der beiden seitlich am Stirnfortsatz gelegenen, paarig angelegten Geruchsgrübchen.

Fig. 2 zeigt uns den lateralen Teil des Modells mit der Augenanlage und die uns hauptsächlich interessierende Augenspalte in ihrem Verlauf und Richtung in Bezug auf die gesamte

Kopfanlage. Gerade dieser Befund war für mich sehr überraschend, weil ich mir unter den Begriffen „Augenblase“ und „Augenbecher“ körperlich etwas ganz anders vorgestellt hatte. Ich meinte, die primäre Augenblase sei ein mehr oder weniger kugeliges Hohlorgan und der sekundäre Augenbecher müsste ebenfalls rundliche Form zeigen. Das ist aber keineswegs der Fall. — Die Augenanlage ist ein langgezogener, plattgedrückter, hohler, doppelwandiger Körper, ein ausgesprochenes Ellipsoid. Bei diesem Modell, also einer Vergrößerung von 25, beträgt die Entfernung von der Augenblasenstielinserion bis zum Becherrand an seiner dorsalen Seite gemessen 33,5 mm, die Höhe 11 mm.

Wir unterscheiden an der Augenanlage vier Wände: eine dorsale, in der Mittellinie etwas eingesenkte, und eine ventrale; letztere schliesst die fötale Augenspalte in sich; ferner eine mediale, schwach konvexe und eine laterale, schwach konkave Wand.

Auch die Linse hat keine Kugelform, sondern stellt ebenfalls einen ellipsoiden Körper dar, dessen dorsale Fläche von der dorsalen Becherwand haubenförmig überdacht wird. Der Augenbecher erscheint in sich selbst schwach spiralig gedreht, denn der laterale Rand des Bechers liegt etwas tiefer als der mediale. Verursacht wird diese falsche Auffassung von der Gestalt der Augenanlage erstens durch den sinnwidrigen Vergleich mit einem „Becher“ und zweitens durch die in den embryologischen Lehrbüchern enthaltenen schematischen Figuren [z. B. Hertwig (11): „Plastische Darstellung des Augenbeckers mit Linse und Glaskörper.“ — Nussbaum: „Schema der sekundären Augenblase mit Linse, Augenspalt und hohlem, ventral rinnenförmig vertieften Augenstiel.“ Gräfe-Sämisch: „Handbuch der gesamten Augenheilkunde.“ 14./15. Lieferung.] Beide Zeichnungen lehnen sich mehr oder weniger an das Modell von Manz-Ziegler an und sollen für das Verständnis

der scheinbar einfachen und doch so komplizierten Verhältnisse dienen.

Was den Ausdruck „Augenbecher“ anlangt, so ist er durchaus falsch und sinnenstellend. Der Vergleich mit einem „Löffel“ würde den tatsächlichen Verhältnissen viel eher entsprechen. Es wäre wünschenswert, wenn in den embryologischen Lehrbüchern neben den schematischen Figuren auch Zeichnungen von Modellen aufgenommen würden, welche der Wirklichkeit entsprechen, damit derjenige, welcher sich eingehender mit derartigen Verhältnissen beschäftigen will, nicht irreführt wird.

Bevor ich zur Beschreibung der Verlaufsrichtung der fötalen Augenspalte an diesem Modell übergehe, muss ich noch eine kurze Betrachtung über die Mundbucht vorausschicken (Taf. 13/14, Fig. 1 und 2, M. b), weil ich das Dach derselben als Orientierungslinie für meine Untersuchungen benutzt habe.

Die Mundbucht wird begrenzt von oben her durch den unpaaren breiten Stirnfortsatz, an den Seiten durch die paarigen Ober- und Unterkieferfortsätze. Die Oberkieferfortsätze setzen sich direkt an den Stirnfortsatz an und sind von ihm durch eine sehr tiefe Furche, die „Augen-Nasenfurche“, getrennt.

Der die Ober- von den Unterkieferfortsätzen trennende Einschnitt dürfte den späteren Mundwinkeln entsprechen (Taf. 13/14, Fig. 2 bei M. b.). Unser Modell zeigt uns ein Stadium, bei welchem die trennende Scheidewand zwischen Kopfdarmhöhle und Mundbucht schon durchbrochen ist. Diese aus Ecto- und Entoderm bestehende Scheidewand wurde von Remak als „Rachenhaut“ bezeichnet; sie reißt ein und ihre Fetzen, die unter dem Namen „primitives Gaumensegel“ bekannt sind, bilden sich nach und nach zurück. Infolge des energischen Hirnwachstums krümmt sich der vordere Teil der Kopfanlage nach der Bauchseite des Embryo um. Hierdurch wird auch der Stirnfortsatz beeinflusst: er legt sich etwas mehr von oben und vorn her über die Mundbucht und trägt so zu ihrer Vertiefung

bei. — Da sich nun, wie His für menschliche Embryonen nachgewiesen hat, die Anheftungsstelle der Rachenhaut in der Tiefe der Rathkeschen Tasche befindet, hier also der tiefste Punkt der ursprünglichen Mundbucht zu suchen ist, und da ferner die obere (dorsale) Begrenzungslinie derselben kontinuierlich in den Kontur des Stirnfortsatzes übergeht, so lässt sich der Begriff „Mundbucht“ nach dem Verschwinden der Rachenhaut und der Rathkeschen Tasche weder nach der Kopfdarmhöhle (Taf. 13/14, Fig. 1, K. d.), noch nach dem Stirnfortsatz zu genau abgrenzen. Abgesehen von der Unmöglichkeit, den Begriff der „Mundbucht“ besonders in Einzelschnitten zu bestimmen, war es auch um deswillen fehlerhaft, das Dach derselben als Orientierungslinie zu benutzen, weil durch das gewaltige Hirnwachstum die gesamte Kopfformation fortwährend erheblichen Veränderungen unterliegt, denen natürlich auch die Mundbucht unterworfen ist. Alle diese Irrtümer sind mir erst an den Modellen klar geworden.

Was nun die Verlaufsrichtung der fötalen Augenspalte in Bezug auf die Konturen der Kopfanlage betrifft, so zeigt uns das Modell deutlich, dass die Spalte in ihrem gesamten Verlauf nach dem Stirnfortsatz und speziell nasengrübchenwärts gelagert ist und zwar sowohl am Augenbecher als auch am Augenblasenstiel. Sie ist demnach nicht, wie ich auf Grund der Einzelschnitte annahm, zum Dach der Mundbucht rechtwinklig orientiert, sondern bildet mit demselben einen Winkel von ca. 45° , sieht also nasengrubenwärts.

Demnach ist die ursprüngliche Stellung der fötalen Augenspalte nasenwärts gerichtet und von einer Drehung der Augenanlage von der ventralen in die nasale Lage kann keine Rede sein. Denken wir uns nun beide Teile des Modells zusammengesetzt und betrachten die Verlaufsrichtung von Augenblasenstiel und Augenbecher

von der Medianebene des Kopfes aus, dann ergibt sich die wichtige Tatsache, dass die Augenanlagenachse in einer Transversalen liegt, also fast senkrecht zur Medianebene des Kopfes steht. Die Augenanlagen liegen also bei diesem Embryo lateral am Kopf und ihre Achsen bilden untereinander einen Winkel von ca. 180°.

II. Modell II.

(Kopfanlage eines Schweinsembryo von 2,7 cm Sch. St. Lg.). Die Konturen des Modells dieser Kopfanlage weisen gegenüber denen des ersten erhebliche Unterschiede auf, ein weiterer Beweis für das gewaltige Hirnwachstum. Besonders der vordere Teil der Kopfanlage ist hiervon betroffen worden. Das Vorderhirn ist nach allen Richtungen, hauptsächlich aber nach den Seiten und nach vorn zu ganz erheblich gewachsen: es hat sich noch weiter nach der Bauchseite des Embryo zu gekrümmt, und auch der stark gewachsene Stirnfortsatz hat dadurch, dass er sich von oben und vorn her noch ganz bedeutend mehr über die Mundbucht legte, zu deren weiteren Vertiefung wesentlich beigetragen. Da mir das Alter dieses Embryo genau bekannt ist — es beträgt 27 Tage —, so lassen sich gewisse Vergleiche mit Entwicklungsstadien menschlicher Embryonen ziehen. Einen Anhaltspunkt hierfür bietet uns die Anlage des Zungenbeinbogens (Taf. 13/14, Fig. 3. Z. b und S. c) und des Sinus cervicalis. Beide hängen mit der Verschiebung der Schlundbögen zueinander eng zusammen, worauf ich hier noch kurz eingehen möchte. Dieselben beginnen sich nach Hertwig (11) bei menschlichen Embryonen von der 4. Entwicklungswoche ab dadurch gegeneinander zu verschieben, dass die beiden ersten stärker wachsen als die folgenden. Sie rücken, wie His treffend bemerkt, „ähnlich den Zügen eines Fernrohres übereinander.“ Infolge des ungleichen Wachstums bildet sich an der Oberfläche und am hinteren Rande der Kopf-Halsgegend die Halsbucht,

der *Sinus cervicalis* (Rabl) [*Sinus praecervicalis* (His)]. Von vorn her wird der Eingang zur Halsbucht durch den 2. Schlundbogen oder Zungenbeinbogen begrenzt. —

Hiernach stimmt auch ungefähr die Entwicklung des Schweinsembryo zeitlich mit der des menschlichen überein, weil auch hier das Auftreten des Zungenbeinbogens an das Ende der 4. Woche der Entwicklung fällt. — Ich habe bei diesem Modell noch die Anlage des Orbitaldaches berücksichtigt, weil Henckel und Strahl dasselbe als Orientierungslinie für die Lage der *Arteria centralis retinae* benutzt haben, und um festzustellen, ob ich zu einem gleichen Resultat käme.

Wir sehen auf Tafel 13/14, Fig. 3 bei O. d. das Orbitaldach, jedoch muss ich hierzu bemerken, dass der laterale und besonders der mediale Kontur desselben nicht ganz einwandfrei ist. An diesen Punkten waren die Übergänge des Knorpels in die Umgebung nicht immer scharf genug bei der Projektion zu erkennen; das ist aber für meine Untersuchungen belanglos.

Wie die Figur zeigt, bin ich fast genau zu demselben Resultat wie die beiden Forscher gekommen.

Die Eintrittsstelle des *Opticus* liegt hier im ventrolateralen Quadranten der Augenanlage und die Eintrittsstelle der *Arteria centralis retinae* (hom.) genau an der Grenze zwischen den beiden ventralen Quadranten des *Opticus*.

Der Verlauf der Arterie — in unserem Falle jedenfalls der *Arteria ophthalmica* — ist hier ein deutlich spiraliger, denn das Gefäß liegt nach dem Hirn zu am *Opticus*stamm am weitesten nasal. Von hier aus windet sich dasselbe kontinuierlich nach der *Opticus*insertion zu ventral, bis es direkt am Übergang desselben in den *Bulbus* in seine ventralste Stellung gelangt. Es liegt also hirnwärts etwa an der Grenze zwischen dem medialen dor-

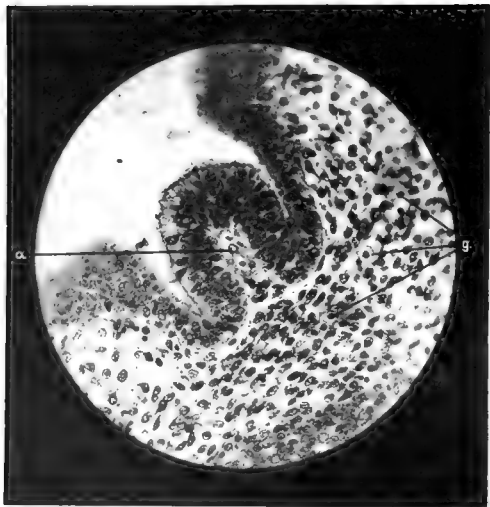


Fig. 1

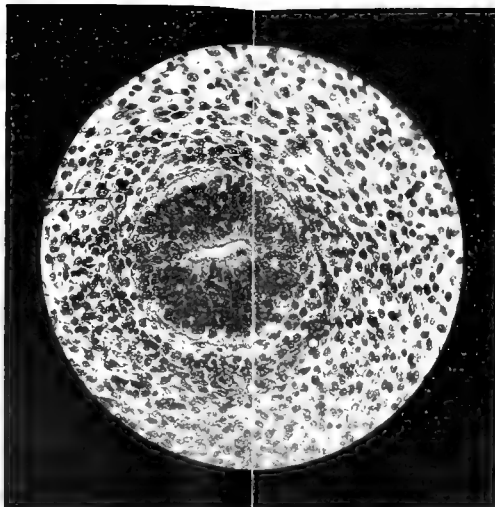


Fig. 2



Fig. 3

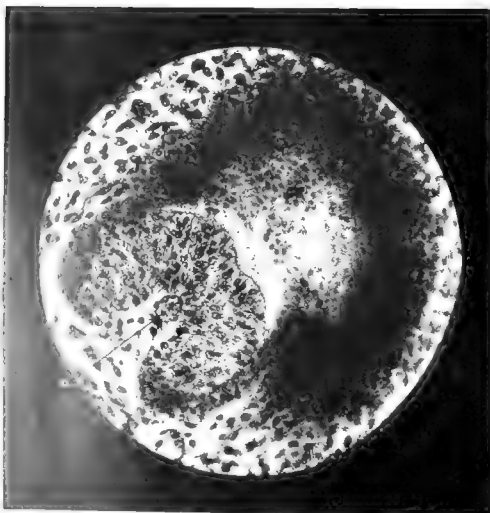


Fig. 4

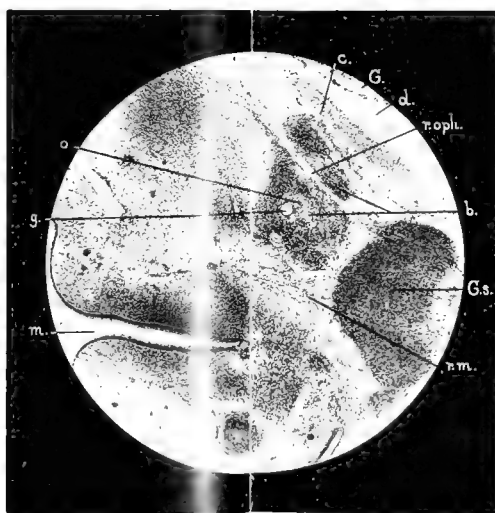


Fig. 5

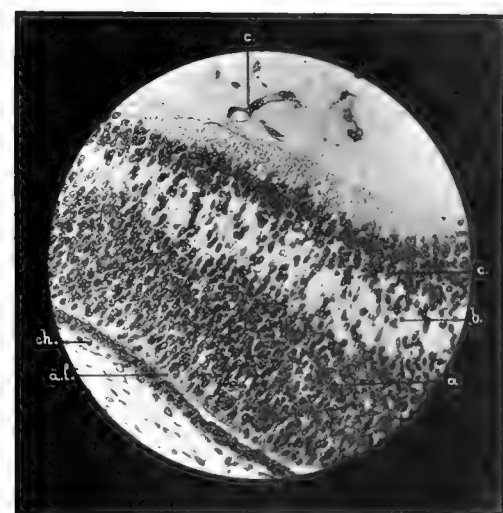


Fig. 6

salen und ventralen Quadranten des Opticus und an seiner Eintrittsstelle in den Bulbus etwa an der Grenze zwischen dem ventralen medialen und lateralen Quadranten. —

Wenn wir nun auch bei diesem Modell wieder die gesamte Augenanlage (Opticus und Bulbus) zur Medianebene des Kopfes in Beziehung bringen, dann müssen wir auch bei diesem Stadium feststellen, dass die fast rein transversale Stellung bestehen geblieben ist.

Diese Tatsache will ich hiermit ausdrücklich konstatiert haben, denn das scheint mir mit der wichtigste Punkt zu sein, der sich aus den beiden Modellen ableiten lässt und hierauf werde ich in meinen Schlussfolgerungen noch ausführlich zu sprechen kommen.

Was ferner den spiraligen Verlauf der Arteria ophthalmica anlangt, so beweist uns derselbe im Verein mit der histologisch nachgewiesenen spiraligen Drehung der Opticusfasern und der excentrischen Insertion des Opticus, dass eine Drehung der gesamten Augenanlage stattgefunden haben muss, deren Ursachen sich aber aus diesen Modellen nicht feststellen liessen.

Ich glaubte auf Grund meiner Serienschnitte annehmen zu müssen, dass das Orbitaldach und die sich zwischen ihm und dem Bulbus entwickelnden Augenmuskeln die Ursache der Torsion wären. Das kann aber, nach dem Modell zu urteilen, nicht der Fall sein, denn die Entfernung des Orbitaldaches vom Bulbus ist eine zu bedeutende, als dass man eine Beeinflussung der Lage desselben hieraus ableiten könnte. Am Modell beträgt sie am hirnseitigen Pole 6 mm und ist hier am kürzesten; von da ab wird sie nach dem hirnabseitigen Pole zu — aber immer noch im ersten opticuswärts gelegenen Bulbusdrittel — sehr schnell grösser und beträgt 20 mm weiter lateral schon 23 mm. Die beiden lateral gelegenen Bulbusdrittel liegen gänzlich ausserhalb des Bereiches der Orbitaldachanlage; infolgedessen kann dieselbe auch nicht diesen bedeutenden Einfluss, der sich in einer Drehung äussert, ausüben. An dieser Stelle muss ich mich darauf beschränken, nur auf die vorhandene Thatsache der Torsion der Augenanlage hinzuweisen; erst in meinen Schlussfolgerungen werde ich ver-

suchen, diesem Faktum näher zu treten und den Weg zu zeigen, welcher zur Lösung dieser Frage meines Erachtens beschritten werden muss.

Im Ganzen betrachtet, bietet uns die Bulbusanlage ein sehr auffallendes Bild. Wir sahen schon bei Modell I, dass von einer Kugelform absolut keine Rede sein kann, dass man vielmehr ein ausgesprochenes Ellipsoid vor sich hat. Bei Modell II ist dieses excessive Wachstum in lateraler Richtung, entsprechend dem enormen Breitenwachstum der Kopfanlage, noch augenfälliger geworden. Der Bulbus hat das Aussehen einer plattgedrückten, in sich schwach spiralg gedrehten Walze bekommen und die Entfernung von der Opticusinsertion bis zum lateralen (distalen, hirnabseitigen) Pol beträgt 69 mm. Bei dieser Messung konnte allerdings der Becherrand nicht berücksichtigt werden, weil ich lateral, sobald ich in den Bereich des Conjunctivalsackes kam, das den Bulbus umgebende Mesoderm, aus welchem sich später Chorioidea und Sclera bezüglich Iris und Cornea entwickelt, mitmodelliert habe. Diese kleine Differenz, d. h. die minimale Strecke zwischen Becherrand und äusserstem Punkt des umgebenden Mesoderms, kann aber unberücksichtigt bleiben, da sie nur wenige Millimeter beträgt.

Zum Schluss möchte ich noch darauf hinweisen, dass bei diesem Stadium die Anlage des Gehörgrübchens ausgeprägt ist. Dasselbe stellt eine Einstülpung des Ectoderms dar und zeigt an dieser rechten Kopfseite eine rechtsläufige Torsion.

IV. Schlussbetrachtung.

Wenn ich aus den tatsächlichen Ergebnissen meiner Untersuchungen die Schlussfolgerungen ziehe, so habe ich

1. Die Frage zu prüfen, ob man auf Grund des

Studiums der von mir angefertigten Präparate und Modelle die Lage und Verlaufsrichtung der fötalen Augenspalte des Schweines genau bestimmen kann, und ob man auf Grund derselben anzunehmen hat, dass dieselben Verhältnisse wie beim Menschen vorliegen.

Wie ich schon am Anfang meiner Arbeit erwähnte, gilt es für den Menschen als festgestellt, dass die fötale Augenspalte im unteren inneren (ventro-nasalen) bzw. dicht an der Grenze zwischen unterem inneren und unterem äusseren (ventro-temporalen) Quadranten des Bulbus verläuft, weil die typischen Colobome, als im ursächlichen Zusammenhang mit der Spalte stehend, und weil ferner die Eintrittsstelle der Arteria centralis am Bulbus normaliter diese Lage haben.

Bei den von mir untersuchten Schweinsembryonen, von 2,7 cm Sch.St.Lg. und einem ungefähren Alter von vier Wochen an aufwärts fand ich die fötale Augenspalte, bzw. die Eintrittsstelle der Arteria centralis am Bulbus ebenfalls an der Grenze zwischen den beiden ventralen Bulbusquadranten. Sie hatte dieselbe Lage und denselben Verlauf, wie dies von der fötalen Augenspalte menschlicher Embryonen beschrieben wird: es herrscht also in dieser Beziehung volle Gleichwertigkeit.

2. Eine weitere zulösende Frage ist die, ob die fötale Augenspalte bei der fortschreitenden Entwicklung und der, wie man annimmt, in nasaler Richtung erfolgenden Verschiebung des Auges dauernd den gleichen Sitz, die gleiche Lage und Verlaufsrichtung beibehält, oder ob sie ihre Lage ändert, d. h. ob sie etwa in einen anderen Bulbusquadranten gelangt. Hierüber, d. h. über die eventuelle **Torsion der Augenanlage** ist folgendes zu bemerken. Für menschliche Embryonen ist diese Frage von Vossius (31) be-

jaht, von Deyl (5) bestritten und von Henckel und Strahl (9) teilweise bejaht und teilweise verneint worden. Den Ortswechsel der Augenspalte führt Vossius, wie oben ausgeführt, auf eine Drehung des Bulbus zurück; er behauptet, dass an demselben während der Entwicklung eine Drehung über unten nach aussen um 90° stattfindet und dass dabei die Arteria centralis retinae im Opticusstamm denselben Weg beschreibt, während der M. rectus dorsalis aus seiner Lage lateral vom M. levator palpebrae unter den letzteren verschoben wird.

Nach Deyl (5) liegt dagegen die Eintrittsstelle der Arteria centralis retinae stets im unteren inneren Quadranten des Opticus; eine Drehung des Bulbus findet nicht statt. Auch nach Henckel und Strahl (9) ist die Eintrittsstelle der Arteria centralis retinae stets im unteren inneren Quadranten zu suchen und zwar fast genau an der Grenze zwischen unterem inneren und unterem äusseren, also fast genau in der Mitte des ventralen Bulbusumfangs. Die einzige Ausnahme bildete ein Embryo von 15 mm Sch.-St.-Lg., bei dem die Einstülpung der sekundären Augenblase des Opticus sogar nach vorn und unten zeigte. Eine Verschiebung des M. rectus sup. und M. levator palpebrae zueinander fanden auch Henckel und Strahl; sie war aber sehr geringfügig und dürfte nach Ansicht dieser Forscher auf das Breitenwachstum der Organe in der Umgebung der Muskeln zurückzuführen sein, wodurch der M. levator palpebrae über den M. rectus sup. in die Höhe gehoben wird. Nach diesen beiden Autoren liegt demnach die Einstülpung des sekundären Augenbechers und des Opticus im zweiten Monat der Gravidität nicht gerade nach unten, sondern schräg nach einwärts, während im dritten Monat eine Verschiebung der Eintrittsstelle der Art. centralis retinae über unten nach innen, also medialwärts nicht mehr stattfindet.

Nach den Beobachtungen, welche ich an meinen Modellen machte, kann ich keinem der drei Autoren in allen Punkten

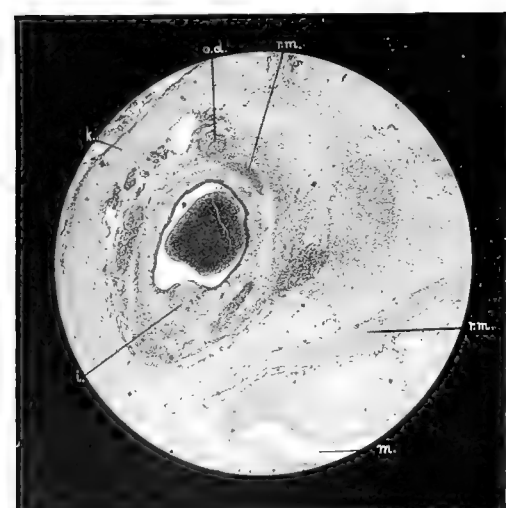


Fig. 1.

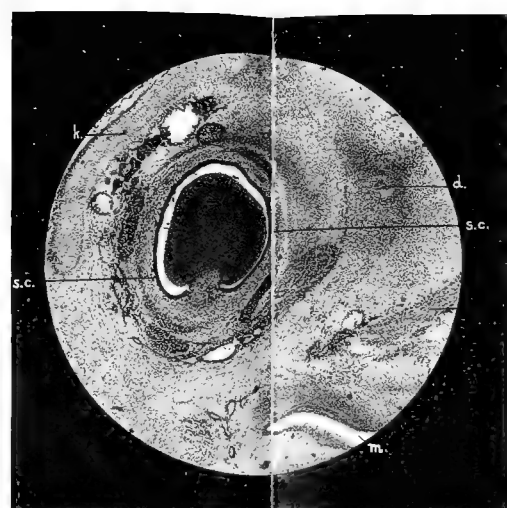


Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.

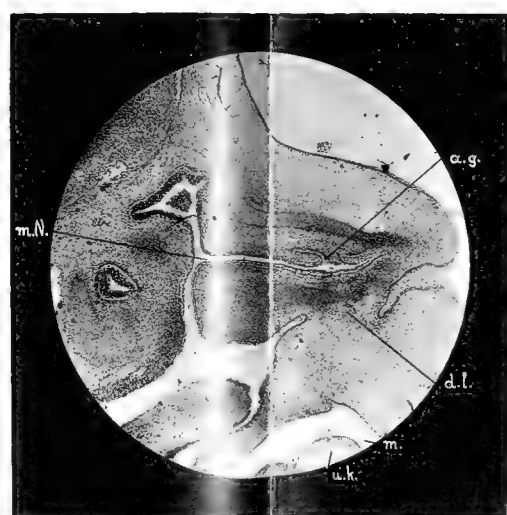


Fig. 5.

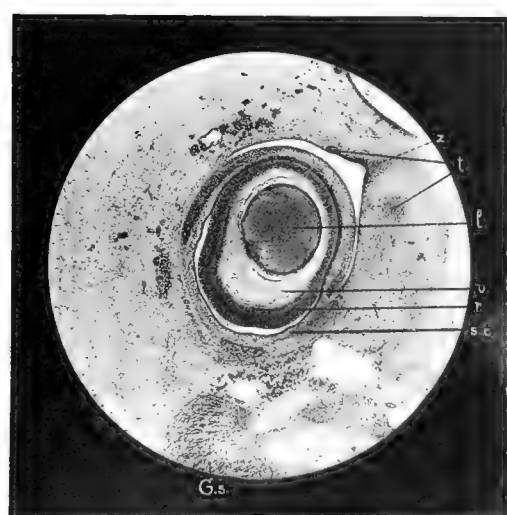


Fig. 6.

[Faint, illegible handwritten text]

zustimmen. Diejenigen Untersucher, welche der Lösung der Frage am nächsten gekommen sind, waren meines Erachtens unbedingt Henckel und Strahl, indem sie als Grundlage für ihre Messungen und Vergleiche das Orbitaldach als fixen Punkt annahmen und die Konturen der Kopfanlage ausser acht liessen.

Insofern konnten beide Forscher zu einem richtigen Resultat kommen, solange sie das Orbitaldach in ihren Präparaten differenziert vorfanden. Bei der Beurteilung dieser Frage an jüngeren Stadien sind sie jedoch in denselben Fehler verfallen wie ich, bevor ich die Modelle angefertigt hatte. Sie liessen sich durch die Konturen der Kopfanlage täuschen und brachten unwillkürlich den Verlauf der fötalen Augenspalte mit diesen — vielleicht wie ich, zur Mundspalte — in Beziehung. Die Beschreibung des Embryo von 15 mm Sch.-St.-Lg., bei dem „die Einstülpung der sekundären Augenblase und des Opticus sogar nach vorn und unten zeigte“, ist mir ein Beweis dafür. Ferner hat Strahl ausdrücklich in seiner Mitteilung im „Anatomischen Anzeiger“ angegeben, dass „im zweiten Monat der Gravidität die Einstülpung des Augenblasenstieles nicht gerade nach unten, sondern schräg nach innen“ sieht. Auf Grund dieses Befundes giebt er auch eine Drehung des Opticus zu.

Die irrthümliche Anschauung von der Lage der fötalen Augenspalte hat ihre Ursache vor allem noch in den unbestimmten Ausdrücken, in denen sich die Embryologen bewegen. Nach Koelliker (19), Bonnet (3), Hertwig (11) und Minot (23) liegt sie an der „unteren“ Wand des Bechers. Kollmann (18) spricht von der „unteren, kaudalwärts“ gerichteten Wand. Martin (20) schreibt, dass der Schlitz „ventral“ zeigt. Alle diese Ausdrücke sagen an sich garnichts, weil sie in Bezug auf den ganzen Embryo gebraucht sind; sie lassen sich demnach nicht mehr verwerten, sobald die Kopfanlage für sich mikrotomiert wird. Alle von mir erwähnten Embryologen bringen

also die Spalte in keinerlei Beziehung zur Kopfanlage; infolgedessen war schon die Annahme, dass sich der ursprüngliche Sitz der Spalte „unten“, „ventral“ oder „caudal“ befinden müsse, nicht ganz berechtigt, weil jeder Beweis hierfür fehlte. Dass der Sitz der Eintrittsstelle der Art. centralis am Bulbus auch am Kopf „unten“ zu liegen kommt, d. h. dass die Bezeichnung „untere Wand“ später, nachdem sie zum Orbitaldach als Horizontaler in Beziehung gebracht ist, stimmt, ist Zufall. Es hätte zunächst einmal festgestellt werden müssen, welche Lage die Spalte in Bezug auf bestimmte Teile des Kopfes hat, und ob diese Bestimmung für alle Stadien der Embryonen Geltung hat. Das ist aber nur bis zu einem gewissen Grade von Henckel und Strahl geschehen, indem sie das Orbitaldach als Orientierungslinie benutzten. Da sich dasselbe aber erst am Ende der vierten Entwicklungswoche differenziert, so müssen für die vorhergehenden Stadien andere Orientierungspunkte an der Kopfanlage gesucht werden, zu denen man die Spalte in Beziehung bringen kann. Ich habe nun auf Grund der Betrachtung meiner Modelle die Überzeugung gewonnen, dass dies um deswillen ganz unmöglich ist, weil infolge der ungeheueren Wachstumsenergie des Gehirns andauernde Verschiebungen und Lageveränderungen am Kopfe eintreten. Wenn wir am Modell I sahen, dass die Spalte „nasenfeldwärts“ orientiert ist, so hat das ebenfalls nicht viel zu bedeuten, weil sie schon nach wenigen Tagen nicht mehr dieselbe Lage hat. Das liegt eben daran, dass die ganze Kopfanlage erheblich gewachsen ist und ihre Form wesentlich geändert hat. Angenommen die Augenanlage bliebe fest stehen und die äussere Körperform verändert sich, wie das der Fall ist, dann könnte hierdurch allein schon der Eindruck der Drehung der Augenanlage hervorgerufen werden. Wir sehen also hieraus, dass es keine Möglichkeit giebt, den Richtungsverlauf der fötalen Augenspalte zu irgend einem Punkte der Kopfanlage in Beziehung zu bringen, bevor das Orbitaldach

differenziert ist, weil dieselbe infolge des gewaltigen Hirnwachstums dauernden Formveränderungen unterworfen ist. — Ob es berechtigt ist, das Orbitaldach als unveränderliche Orientierungslinie zu benutzen, muss ich ebenfalls dahingestellt sein lassen, denn ich glaube nicht, dass die Formation der knöchernen Orbita im Verlaufe der ganzen Entwicklung dieselbe bleibt; auch individuell mag das verschieden sein.

Ferner erscheint mir auch die Orientierung des Opticus, bzw. der Art. centralis zu den Quadranten des Auges nicht immer ganz einwandfrei zu sein, besonders wenn es sich um die Grenze zwischen zwei Quadranten handelt. Derartige Angaben werden meist nach dem Augenmass gemacht, denn ich glaube kaum, dass den Autoren geeignete Messapparate zur Verfügung gestanden haben. Das gilt besonders bei der Quadrantenbestimmung extirpierter Bulbi! Von „Quadranten“ kann man streng genommen meines Erachtens auch nur dann reden, wenn man einen kugeligen Körper, wie das ausgebildete Auge, vor sich hat, nicht aber bei einem plattgedrückten, ellipsoiden Körper, wie es die embryonale Augenanlage ist, der zu allem Überflus noch in sich selbst schwach spiralig gedreht ist. Da sich die Bezeichnungen aber einmal eingebürgert haben, so muss mit ihnen gerechnet werden; ich wollte an dieser Stelle nur darauf hinweisen, dass man diesbezügliche Angaben mit einiger Vorsicht auffassen muss.

Was nun die „**Lageveränderungen der Augenanlagen**“ betrifft, so möchte ich darüber ebenfalls einige Betrachtungen hinzufügen:

Nach den Angaben der Embryologen treten während der Entwicklung an den Augenanlagen noch Verschiebungen auf, d. h. die Augenanlagen wandern aus ihrer lateralen Stellung an der Kopfanlage „nasenwärts“ und nach „unten“. Beim Menschen ist diese nasenwärts gerichtete Verschiebung am weitgehendsten, denn hier verlaufen post partum die Augenachsen parallel. Bei

den Tieren, deren Augen lateral am Kopfe liegen, divergieren die Achsen. Durch diesen Verschiebungsprozess wird die Beurteilung der Wachstumsvorgänge natürlich noch komplizierter, weil dadurch die einzelnen Teile der Augenanlage zur Medianebene des Kopfes bis zu einem gewissen Zeitpunkt fortwährend anders orientiert werden. Genauere Angaben über diese „Wanderung“ habe ich nicht finden können; dieselben sind mehr oder weniger allgemeiner Natur.

Nach Kollmann (18) beträgt beim Menschen in der sechsten Woche der Entwicklung der Winkel beider Augenachsen etwa 90° , im Laufe des dritten Monats „noch weniger“. Es wäre sehr erwünscht, wenn in dieser Richtung vergleichende Winkelmessungen an Menschen- und Tierembryonen angestellt würden. Gleichzeitig wäre auch darauf zu achten, ob die Verschiebung „nach unten“ nicht etwa nur scheinbar ist und etwa durch die Grössenzunahme des Gehirns in dorsaler Richtung nur vorgetäuscht wird. Wie ich schon erwähnte, fand ich die Stellung der Augenanlagenachsen bei meinen beiden Modellen, also noch am Ende der vierten Woche im wesentlichen transversal. Von einer nennenswerten Verschiebung der Augenanlagen in nasaler Richtung ist also bei meinem Modell II noch keine Rede. Diese Tatsache erscheint mir sehr wichtig, wenn wir berücksichtigen, dass bei diesem Entwicklungsstadium die Orbita schon knorpelig angelegt ist und dem späteren Bulbus somit keine Gelegenheit gegeben ist, in nasaler Richtung aktiv weiter zu wandern, weil ihn die vorhandenen sich entwickelnden Knochen daran hindern würden. Wenn nun späterhin trotzdem eine weitere Verschiebung der Augenanlagen in nasaler Richtung erfolgt, dann lässt sich diese nur auf Wachstumsverschiebungen im Bereich des knöchernen Schädels zurückführen, die der Bulbus dann selbstverständlich mitmachen muss. Nach meiner Auffassung hängt diese weitere Verschiebung in nasaler Richtung innig mit der gesamten Schädelbildung zusammen, speziell mit

der Angesichtsbildung. Die auf Kosten der Kieferentwicklung eintretende Verkürzung des menschlichen Schädels und seine relative Verbreiterung gegenüber dem der Tiere hat jedenfalls auch auf Lage und Formation der knöchernen Orbita Einfluss. Auch diese Frage muss erst noch durch exakte Untersuchungen gelöst werden.

Aus allen diesen Erwägungen geht hervor, dass noch viele Momente bei der Augenentwicklung dringend der Aufklärung bedürfen.

Was nun aber die **Erklärung der Drehung der embryonalen Augenanlage** betrifft, die ich bei meinem Modell II beschrieben habe, so muss ich dafür eine Theorie in Anspruch nehmen, die auch in anatomischen Befunden begründet ist.

Im Jahre 1886 trat Ernst Fischer (8) mit einer Theorie vor die Öffentlichkeit, die er auf Grund von Präparaten bewies und kurz als „Wachstumsdrehungen“ bezeichnete. Dasselbe geschah im Jahre 1887, wo er weiteres Beweismaterial vorlegte. Er fand nämlich, dass übereinstimmend Pflanzen und Tiere während ihrer Entwicklung einem bestimmten „Drehungsgesetz“ unterworfen sind und stellte drei Thesen auf:

1. Achsendrehung ist eine Funktion der lebendigen Zelle.
2. Das Wachstum der Organismen findet unter beständiger spiraliger Achsendrehung statt.
3. Die bilateral-symmetrischen Organismen besitzen auf der rechten Seite linksspiralige, auf der linken Körperhälfte rechts-spiralige Wachstumsdrehung.

Auf die überaus geistreiche Beweisführung kann ich hier nicht eingehen, denn das würde zu weit führen. Ich kann an dieser Stelle nur vollauf bestätigen, dass bei meinem Modell II, welches die rechte Seite der Kopfanlage darstellt, eine deutlich ausgesprochene linksläufige Drehung des Opticus und der Augenanlage vorhanden ist. Die Verhältnisse lassen sich am besten veranschaulichen, wenn man beide Arme und Hände bis zur

Horizontalen erhebt, wobei die Handfläche nach dem Erdboden und schräg nach vorn zu sieht. Dreht man nun beide Hände einwärts, dann ahmt man den Vorgang, wie er sich an den Augenanlagen abspielt, genau nach: es wird die rechte Gliedmasse eine linksläufige und die linke eine rechtsläufige Drehung ausführen. Genau so ist es bei der Augenanlage der Fall, wobei der dünne Stiel, der Opticus, besonders an seinem Insertionspunkte am Bulbus am meisten davon betroffen wird, was ich aus der scharfen Windung der Arterie in dieser Gegend schliesse. Die Tendenz der spiralgigen Drehung erstreckt sich jedoch nicht nur auf den Opticus, sondern auch auf den Bulbus; sie ist an letzterem nur nicht so auffallend. Ein Vergleich mit dem Modell I erklärt uns nun manches, was bisher nicht ganz verständlich war:

a) Bei Modell I liegt die fötale Augenspalte am Bulbus und dessen Stiel in einer Ebene. — Bei Modell II windet sich die Art. ophthalmica am Opticus entsprechend dem Drehungsgesetz in linksläufiger Drehung zum Bulbus; dort, also direkt am Übergang zum Bulbus, ist die Linksdrehung am stärksten ausgeprägt und deshalb liegt das Gefäß an diesem Punkte beim geborenen Tier am meisten ventral.

b) Die Insertion des Augenblasenstiels befindet sich bei Modell I am hinteren Pole und etwa in der Medianebene der ellipsoiden Augenanlage. Bei Modell II liegt sie, entsprechend der Tendenz der linksläufigen Windung, am rechten Bulbus im „unteren äusseren“ Quadranten desselben, was auch den Verhältnissen am geborenen Tiere entspricht.

Aus diesen Tatsachen können wir entnehmen, dass, analog der Drehungstendenz aller Organe und Gliedmassen des Embryo, auch die Augenanlagen diesem Drehungsgesetz unterworfen sind. Aus welchen Gründen diese Drehungen vor sich gehen, ob sie schon in der Funktion der lebendigen Zelle oder sogar des Zellkerns bedingt sind, die sich nach Fischer in Achsendrehungen

äussert, oder ob sie das Produkt ungleicher Wachstumsvorgänge darstellen, hervorgerufen durch das gesetzmässige Auftreten von Proliferationscentren, welche durch ihre vitale Kraft im stande sind, Nachbargewebe zu verdrängen und formverändernd auf die Organe zu wirken, das vermag ich auf Grund meiner Präparate nicht anzugeben.

Alle diese Tatsachen und angestellten Erwägungen vorausgesetzt, kann es nun auch nicht mehr schwer fallen, die Arbeiten von Vossius, Deyl und Henckel-Strahl einer kritischen Betrachtung zu unterziehen. Das Resultat derselben lässt sich kurz in folgenden Sätzen ausdrücken:

I. Die von Vossius (31) behauptete Drehung der Augenanlage „über unten nach aussen“ und die „Verschiebung“ der Art. centralis retinae im Opticusstamm „von innen über unten nach aussen“ ist vorhanden; desgleichen die histologisch nachweisbare spiralige Drehung der Opticusfasern.

II. Die Behauptung Deyls (5), dass die Eintrittsstelle der Art. centralis retinae „stets“ im unteren inneren Quadranten des Opticus liegt, und dass weder eine Drehung des Opticus noch eine Rotation des Bulbus stattfindet, ist unberechtigt.

III. Henckel (9) und Strahl (29) haben richtig beobachtet, dass im zweiten Monat der Gravidität die fötale Augenspalte „schräg nach innen“ und nicht „gerade nach unten“ verläuft, während eine Verschiebung der Art. centralis retinae im dritten Monat nicht mehr beobachtet wurde. Hier lag sie, wie beim erwachsenen Menschen, direkt am unteren Rande des Opticus. Hiernach muss der Opticus nach ihrer Ansicht allerdings eine Drehung machen.

Da sie aber das Orbitaldach als Orientierungslinie benutzten, konnten sie vor Differenzierung desselben unmöglich behaupten, dass die Spalte in früheren Stadien „nicht gerade nach unten“, sondern „schräg nach innen“ verläuft, denn sie erwähnen nichts davon, dass sie für diesen Fall eine andere Orientierungslinie gewählt haben. Weiterhin halten sie es für unzulässig, aus der Verschiebung der Muskeln (des M. rectus dorsalis und M. levator palpebrae) zueinander auf eine Rotation des Bulbus zu schliessen, bleiben aber den Beweis dafür vollkommen schuldig, weshalb sich der Opticus allein drehen sollte und der Bulbus nicht. Sie fassen die Verschiebung genannter Muskeln als einen reinen Wachstumsvorgang auf: Der M. levator palpebrae wird nach ihrer Ansicht „infolge seines vermehrten Breitenwachstums durch die Organe der Umgebung gewissermassen verdrängt und muss

sich durch die Verschiebung in die Höhe und über den M. rectus sup. den Raumverhältnissen in der Spitze der Orbitalpyramide anpassen.“ Welche „Organe“ bei dieser „Verdrängung“ in Betracht kommen und wie die „Raumverhältnisse in der Spitze der Orbitalpyramide“ liegen, wird leider nicht gesagt.

Nach meiner Auffassung ist die Lösung der Frage, ob eine Drehung der Augenanlage beim Embryo stattfindet oder nicht, bei allen drei Arbeiten nicht richtig angefasst worden. Ich habe auf Grund meiner Serienschritte selbst erfahren können, wie gross die Täuschungen werden können, in die man verfällt, wenn man derartige komplizierte Verhältnisse nur an der Hand mikroskopischer Präparate beurteilen will. Es ist unmöglich, eine ganze Schnittserie ohne Rekonstruktionen im Gedächtnis zu behalten und daraus bestimmte Schlüsse zu ziehen. Wenn nun zu diesen Selbsttäuschungen noch unklare und leicht misszuverstehende Angaben in Lehrbüchern kommen, und wenn diese literarischen Unterlagen sich auch noch in dem gewünschten Sinne verwerten lassen, dann ist das falsche Resultat besiegelt. An der Hand meiner Serienschritte liess ich mich durch die Kopfkonturen (das Dach der Mundhöhle) und die Angaben der Embryologen verleiten, den ursprünglichen Sitz der fötalen Augenspalte „unten“ oder „ventral“ zu suchen. Als ich die Spalte dann bei gewissen Entwicklungsstadien nicht mehr „ventral“, sondern nasenwärts orientiert fand, so nahm ich zunächst eine „nasenwärts“ gerichtete Drehung der Augenanlage an. Unterstützt wurde diese falsche Annahme:

1. durch die Angaben von Henckel und Strahl, welche bei ihrem in sagittaler Richtung mikrotomierten Embryo von 15 mm Sch.-St.-Lg. die Spalte ebenfalls nach „vorn und unten“ orientiert fanden „was demnach dem inneren medialen Quadranten und einem Winkel von ungefähr 45°“ entsprach;

2. durch das Lehrbuch von Minot (23). Hier befinden sich unter dem Titel „Lageveränderungen der Augenblasen“ zwei Sätze, auf die ich speziell hingewiesen haben möchte: „Die Insertion des Augenblasenstieles ist von Anfang an excentrisch und zwar liegt der Stiel anfangs an der unteren Seite des Bechers. Während der Wanderung des Auges kommt er jedoch allmählich an die innere Seite des Auges zu liegen.“ — Aus diesen Worten musste ich schliessen, dass auch Minot von einer Drehung der Augenanlage in nasaler Richtung überzeugt war.

Was die ursprünglich excentrische Lage des Stieles anlangt, so kann ich mich seiner Meinung nicht anschliessen. Die Insertionsstelle desselben liegt bei Modell I allerdings an der „unteren“ Wand der Augenanlage, speciell aber am hinteren Pol des Ellipsoids und annähernd in der Medianebene desselben. Auch die Behauptung, dass der Stiel an die „innere Seite des Auges gelangt“ (also in den nasoverentralen Quadranten!) ist falsch. Minot hat sich entweder eben-

falls durch mikroskopische Bilder täuschen lassen, oder er hat „innen“ mit „aussen“ verwechselt, denn die anatomische Lage der Opticusinsertion im ventro-temporalen Quadranten des Bulbus musste ihm doch bekannt sein. Da jedoch auch die Angaben von Vossius (31) diesen Punkt einigermaßen zweifelhaft erscheinen liessen, so habe ich die Augen vom Rind, Schwein, Schaf und Ziege daraufhin untersucht. Obwohl ich von jeder Tierart, ausgenommen Ziege, annähernd 150—200 Augen auf die Opticusinsertion hin untersuchte, gelang es mir nicht, auch nur eine einzige Ausnahme festzustellen: in jedem Falle senkte sich der Opticus im unteren äusseren (ventro-temporalen) Quadranten des Bulbus in denselben ein. Da ich weiterhin bei noch älteren Stadien die Eintrittsstelle der Art. centralis retinae wieder ventral fand, musste ich notgedrungen zu einer „Rückdrehung“ der Augenanlage gelangen. Diese Rückdrehung geben auch Henckel und Strahl trotz vorsichtiger Ausdrucksweise für den Opticus zu. Dass die Annahme dieser beiden Drehungsphasen, zunächst in nasaler und dann in temporaler (lateral) Richtung falsch ist, habe ich an meinen beiden Modellen bewiesen.

Wenn ich nun aus meinen Befunden meine **Schlussfolgerungen über die „Drehung“ der embryonalen Augenanlage** ziehe, so habe ich folgende Thesen aufzustellen:

a) Die Augenanlagen machen zu einer bestimmten Zeit der Entwicklung, beim Schwein am Ende der vierten Woche, eine Drehung durch, und zwar ist die Tendenz der Windung am rechten Auge eine linksläufige und am linken eine rechtsläufige.

b) Diese Drehung kann nur an der Hand von Rekonstruktionen und nur von der Medianebene des Kopfes aus richtig beurteilt werden, wobei es unnötig ist, die Augenanlage zu bestimmten Teilen des Kopfes, sogenannten Orientierungslinien, in Beziehung zu bringen.

c) Die Feststellung von Lageveränderungen einzelner Teile am Kopf von Embryonen ist um deswillen sehr schwierig, weil es nur äusserst selten gelingen wird, Orientierungsebenen von dauerndem Bestand zu finden, und weil ferner am Kopf während der Entwicklung infolge der ungeheueren Wachstumsenergie

des Gehirns andauernd Verschiebungen stattfinden, wodurch der Gebrauch derartiger Ebenen oder Punkte illusorisch wird.

d) Die von Vossius und mir gefundene und an meinem Modell II bewiesene Torsion der gesamten Augenanlage ist ein weiterer Beweis für die Fischersche Theorie, wonach bei bilateralsymmetrischen Organismen auf der rechten Seite links-spiralige, auf der linken Körperhälfte rechtsspiralige Wachstumsdrehung stattfindet.

e) Die Stellung der Achsen der Augenanlagen ist gegen Ende der vierten Woche der Entwicklung noch eine fast rein transversale. Da bei diesem Altersstadium die Orbita schon knorpelig angelegt ist, so bin ich der Meinung, dass eine weitere „Verschiebung“ derselben in nasaler Richtung nur passiver Natur sein kann, hervorgerufen durch andauernde Verschiebungen innerhalb der knorpeligen und knöchernen Kopfskeletteile (Angesichtsbildung), welche wiederum durch das gewaltige Hirnwachstum beherrscht werden.

f) Auf Grund meiner Serienschnitte konnte ich nicht feststellen, welches die Ursachen der spiraligen Drehungen der Augenanlagen waren. Nach der Ansicht von Fischer werden die Drehungserscheinungen auf die Funktion der lebendigen Zelle und des Zellkerns zurückgeführt, die schon als solche eine Tendenz zur spiraligen Drehung besitzen. Es wäre aber auch denkbar, dass innerhalb der Organe nach bestimmten Gesetzen „Wachstumscentren“ aufträten, die im stande sind, Nachbar-gewebe zu verdrängen und so formgestaltend auf das ganze Organ zu wirken. Es müsste also noch untersucht werden, ob derartige Proliferationscentren tatsächlich vorkommen, die sich durch besonders lebhaftes Karyokinesen bemerklich machen; durch den Vergleich mit Nachbargeweben und dadurch, dass man die Resultante der Kräfte zieht, könnte man dann die Wachstumsrichtung feststellen.

g) Die Eintrittsstelle der Arteria centralis liegt beim Schwein direkt am Übergang vom Opticus zum Bulbus am weitesten ventral und zwar in Bezug auf den Opticus.

h) Die Arteria centralis verläuft nur eine ganz minimale Strecke (die nach Mihalkovics (22) beim geborenen Tier etwa 1—2 mm beträgt) im Opticusstamm, und zwar nicht in der Achse desselben, wie beim Menschen, sondern in der Nähe seiner ventralen Peripherie.

i) Die Insertion des Opticus wird erst dadurch exzentrisch, dass sich die gesamte Augenanlage in sich selbst spiralig dreht, wodurch die Insertionsstelle vom hinteren Pole des Ellipsoids in den „unteren äusseren“ (ventro-temporalen) Quadranten gelangt. Bei allen untersuchten Haustieren, speziell Rindern, Schafen, Ziegen und Schweinen senkt sich der Opticus im ventro-temporalen Quadranten des Bulbus in diesen ein.

Darüber, wie der **Verschluss der fötalen Augenspalte** erfolgt, vermochte ich namentlich an dem Embryo XCI (2,1 cm Sch.-St.-Lg.) und anderen Embryonen ähnlicher Stadien ziemlich genaue Beobachtungen zu machen; besonders konnte ich genau konstatieren, in welcher Richtung der Verschluss der fötalen Augenspalte am Bulbus erfolgt. Dass sich die Spalte am Opticus, d. h. die Augenstielrinne später als die eigentliche Bulbuspalte verschliesst, darüber sind alle Autoren einig; es bleibt nur die Frage offen, wie die Verschlussrichtung am Augenbecher selbst vor sich geht. Wir haben vorn gesehen, dass in diesem Punkte die Angaben der Embryologen wenig bestimmte sind. Besonders kann ich mir aus der Beschreibung Minots (23) kein richtiges Bild davon machen, wie er sich die Verschlussrichtung denkt, weil ich mir im unklaren darüber bin, was er an der Augenanlage unter „proximalem

Ende“ versteht. Als proximales Ende der Augenanlage versteht man gewöhnlich die Austrittsstelle des Opticus aus dem Gehirn und als distales den Pupillarrand des Augenbechers. Wenn Minot also den Verschluss vom proximalen Ende der Spalte zum retinalen Ende des Stiels (also zur Insertionsstelle des Opticus am Augenbecher) fortschreiten lässt, so muss er unter „proximalem Ende“ den Becherrand verstanden haben, denn die Spalte am Stiel bleibt am längsten offen.

Der Embryo XCI gibt uns nun ein präzises Bild von der Verschlussrichtung der Spalte, denn wir können am Augenbecher des Schweines selbst drei Stadien des Verschlusses beobachten:

1. Die fötale Augenspalte ist, abgesehen von einer kleinen Strecke in unmittelbarster Nähe der Augenblasenstielinserion und vom Becherrand in ihrer ganzen Ausdehnung geschlossen.

2. Direkt am Pupillarrande und in nächster Nähe des Augenstiels sind die Spaltränder infolge eines dazwischenliegenden, gefässhaltigen Mesodermfortsatzes, welcher von dem umgebenden Gewebe der Kopfplatten stammt, noch nicht verklebt, d. h. der Umschlagrand der äusseren Lamelle in die innere ist noch gut sichtbar, ebenso der Ringspalt.

3. Dringen wir vom Pupillarrande aus weiter hirnwärts vor, dann sehen wir, wie der Ringspalt allmählich verschwindet und die beiden Lamellen in der Nahtstelle fest verwachsen sind. Dabei liegt die innere Lamelle zunächst in der Nähe des Pupillarrandes der äusseren nahezu glatt an; je weiter wir uns aber der Augenblasenstielinserion nähern, desto mehr macht sich eine linsenwärts gerichtete Erhebung derselben bemerklich, die allmählich immer höher wird, je mehr wir uns der Insertion des Augenstiels nähern. Die Einziehung der äusseren Lamelle ist allenthalben nur schwach ausgebildet und die Verschlusszellen beginnen in ihrem Basalteile in der Spaltennaht sich leicht zu pigmentieren:

Aus diesen Tatsachen geht nach meiner Ansicht hervor, dass der Verschluss der Spalte am Augenbecher vom distalen zum proximalen Ende verläuft. Ich vermute dies deshalb, weil der Ausgleich der Erhebung der Innenlamelle in den distalen Teilen des Bulbus am weitesten gediehen ist, während die Aufstauchung nach dem proximalen Ende zu immer bedeutender wird. Dieser Ausgleich muss aber meines Erachtens an denjenigen Punkten der verschlossenen Spalte zuerst eintreten, an welchen die Ränder zuerst verklebten. Der Verschluss verläuft demnach, abgesehen von der minimalen Strecke direkt am Augenblasenstiel und am Becherrand, am Augenbecher vom distalen zum proximalen Ende.

Ich erwähnte schon bei der Beschreibung des Embryo XCI, dass wir es hier mit der scheinbar auffälligen Tatsache zu thun haben, dass der Verschluss der Spalte am Becherrande in minimaler Ausdehnung unterblieb. Wenn wir uns aber erinnern, dass direkt an der Augenblasenstielineinsertion der Verschluss der Spalte am Bulbus ebenfalls auf eine kleine Strecke ausgeblieben war, und dass auch hier die Ursache des nicht erfolgten Verschlusses ein gefässhaltiger Mesenchymstrang war, dann erscheint es ohne weiteres einleuchtend, dass noch nachträglich Rückbildungsvorgänge eintreten müssen, wenn sich die Spalte auch an diesen beiden kleinen Bezirken schliessen soll. Tatsächlich ist nun die Spalte bei späteren embryonalen Stadien in ihrem ganzen Verlauf geschlossen. Demnach sind wir berechtigt, folgenden allgemein gültigen Satz aufzustellen:

Der Richtungsverlauf des Verschlusses der fötalen Augenspalte beginnt an ihrem distalen Ende und verläuft zum proximalen. Gleich zu Anfang des Weges, also am hirnabseitigen Pol, am Becherrand, und am Ende desselben, an der Augenblasenstielineinsertion stellt sich dem Verschluss ein Hindernis in Gestalt von gefässhaltigem Mesen-

chymgewebe entgegen, welches späterhin zurückgebildet wird, sodass der Spaltenverschluss noch nachträglich erfolgt.

Eine weitere Stütze für meine Behauptung, dass die Spalte am Becherrand an einer beschränkten Stelle zunächst noch nicht verschlossen wurde, bieten mir anatomische Befunde von Colobomen des Ciliarkörpers, die Lieberkühn bei gewissen Hühnerrassen regelmässig fand.

v. Hippel (13) schreibt über diesen Punkt folgendes:

1. „In ihrer Wichtigkeit meistens nicht genug gewürdigt ist die von Lieberkühn gemachte Beobachtung, dass bei gewissen Hühnerrassen regelmässig ein Colobom des Ciliarkörpers dadurch entsteht, dass die Ränder der Augenblase an einer hier stets vorhandenen Gefässschlinge ein Hindernis in der Vereinigung finden und sich nach aussen umschlagen. Die Netzhaut ist dann an den Colobomrändern verdoppelt, und ähnliche Befunde hat man auch beim Menschen gesehen. Diese während der Entwicklungszeit regelmässig vorhandene Gefässschlinge kann sich später noch völlig zurückbilden. Auch der Kamm der Vögel ist ein in den Fötalspalt eingedrungenes, mesodermales Gebilde, das einen Verschluss des Spaltes unmöglich macht.“

2. Sofern ein Colobom des Ciliarkörpers eine wirkliche Spaltbildung des retinalen Anteiles darstellt, ist dasselbe bisher nur nach unten gerichtet gefunden worden und kann wohl auch nur in der Richtung des Fötalspales vorkommen. Ausbleibender Verschluss der Spalte, bedingt durch abnormes Persistieren des Mesodermfortsatzes, der als hervorragender Höcker oft anatomisch nachweisbar ist, bildet die Ursache etc.“

3. „Die zur Erklärung der isolierten Iriscolobome gemachte Annahme, dass der Netzhautspalt zur Zeit des Hervorsprossens der Iris noch offen ist, sich aber später dennoch schliesst und nur in seinem vordersten Abschnitte offen bleibt, ist äusserst unwahrscheinlich, wenn man bedenkt, dass die Iris zu den späteren Bildungen gehört.“

Obwohl es richtig ist, dass die Iris erst zu einer viel späteren Zeit entsteht, jedenfalls lange nachdem sich die fötale Augenspalte schon geschlossen hat, so kann man doch zwanglos annehmen, dass gerade der gefässhaltige Mesenchymstrang, welcher den Verschluss der Spalte am Becherrande schon normaliter etwas verzögerte, einmal abnorm lange persistierte, um sich erst nach der Entstehung der Iris zurückzubilden. Diese Annahme würde einerseits die Tatsache erklären, dass an dieser Stelle der Augenblasenrand nicht verwachsen konnte, andererseits wäre es aber auch denkbar, dass dieser mehr oder weniger starke Mesenchymstrang sich gewissermassen wie ein keilförmiger Fremdkörper zwischen die vom Augenblasenrand aus der Chorioidea hervorstehende

Iris drängt und so die Spaltbildung in letzterer bedingt. Dieser Mesenchymstrang besitzt naturgemäss die Keilform und ist im Bereiche des retinalen Anteiles der Iris (Pigmentschicht) am schmalsten. Die Basis des Keiles ist verhältnismässig breit und liegt im Bereich des aus der Chorioidea hervorstwachsenden Irisanteiles. Einem nachträglichen Verwachsen der Pigmentschicht dürfte nach Rückbildung des Mesenchymstranges nichts im Wege stehen, wenn man bedenkt, dass der zwischen den Spalträndern liegende Raum sehr eng ist und sich der retinale Teil der Augenanlage durch grosse Wachstumsenergie auszeichnet, wodurch diese schmale Lücke der Pigmentschicht schnell ausgefüllt wird.

Anders liegt der Fall mit dem chorioidealen Anteil der Iris. Hier klaffen die Spaltränder je nach der Breite des Mesenchymstranges stark auseinander und werden sich nicht so leicht wieder vereinigen können, wie der Spalt in der Pigmentschicht. Jedenfalls werden auch die sich entwickelnden Fasern der Binnenmuskeln des Auges das Ihrige dazu beitragen, um durch Zug eine Vereinigung der Ränder zu verhindern. Mit Hilfe dieser Erwägungen liesse sich das Vorhandensein der Netzhaut im Gebiete von isolierten Iriscolobomen erklären. Es müssen aber in dieser Richtung noch Untersuchungen angestellt werden, ob das Mesenchymgewebe eine derartige Wachstumsenergie besitzt, dass es imstande ist, den Verschluss der Spalte auf eine gewisse Zeit oder dauernd zu verhindern. Genauere Beobachtungen konnte ich in dieser Beziehung nicht machen, da es mir an entsprechendem Material fehlte.

4. Was die **Faltenbildung der Netzhaut beim Embryo** anlangt, auf die Kölliker, Minot u. a. bei menschlichen Embryonen hingewiesen haben, so habe ich bei Embryo LXXXIX = 2,7 cm Sch.-St.-Lg. und allen seinen gleichalterigen Uterusgenossen ebenfalls eine mächtige Faltenbildung der Retina gefunden. Ich habe aber schon betont, dass dieser Embryo und alle in demselben Sammelgefäss befindlichen und von demselben Muttertier stammenden gleichalterigen Embryonen sehr schlecht fixiert waren. Ich betrachte die beobachtete Faltenbildung nicht als eine normale Erscheinung: ich führe vielmehr die Ursache derselben darauf zurück, dass die betreffenden Embryonen nicht lebenswarm zur Fixierung gelangten. Da nun an sämtlichen anderen Serien, mit Ausnahme von Embryo XLVII = 4,0 cm Sch.-St.-Lg., wo nur eine einzige Falte im unteren inneren, ventro-nasalen, bezw. an der Grenze des ventro-nasalen und ventro-temporalen Quadranten sichtbar war, keine Faltenbildung

der Retina zu bemerken war, so muss ich die bei den wegen ungünstiger Aussenverhältnisse mangelhaft gesammelten und nicht lebenswarm in die Fixierungsflüssigkeit gelangten Embryonen vorhandene Faltenbildung als ein Kunstprodukt bzw. als eine zufällige Erscheinung (Leichenerscheinung) betrachten. Ich gerate dadurch allerdings in schroffen Gegensatz zu Kölliker, Minot, Krischewsky, Lange u. a., welche die von ihnen beobachtete Faltenbildung der Retina für einen physiologischen Vorgang halten, der dazu dienen soll, dem Organe Stoff zum Wachstum zu geben. Nach Erfüllung dieser Aufgabe soll dann beim weiteren Wachstum des Auges die Faltenbildung verschwinden, indem sich die Retinallamelle der Lamina pigmenti wieder glatt anlegt.

Ich möchte aber demgegenüber doch betonen, dass dann, wenn die Faltenbildung eine normale Erscheinung wäre, die Tatsache gar nicht zu verstehen sein würde, dass ich sie, abgesehen von den schlecht fixierten Embryonen, bei keiner der vielen von mir untersuchten Serien angetroffen habe.

Noch nachträglich bin ich zu der Ansicht gelangt, dass man die exzessive Faltenbildung auch als eine Missbildung auffassen könnte, die in unserem Falle speziell die Innenlamelle betraf. Wie ich schon bei der Beschreibung des betreffenden Embryo erwähnte, war die gleiche Faltenbildung auch bei den übrigen, aus demselben Uterus stammenden Embryonen vorhanden. — Ich glaube nicht, dass man berechtigt ist, die Faltenbildung auf Quellung zurückzuführen, denn von gequollenen Zellen oder Zellkernen habe ich nichts bemerken können. Ausserdem spricht der Umstand dagegen, dass die äussere Lamelle intakt ist. Bei einer so ausserordentlich hochgradigen Quellung wäre sie sicherlich, dem Drucke nachgebend, an mehreren Stellen gesprengt worden, was nicht der Fall ist.

Auch zu der infolge schnelleren Wachstums normaliter er-

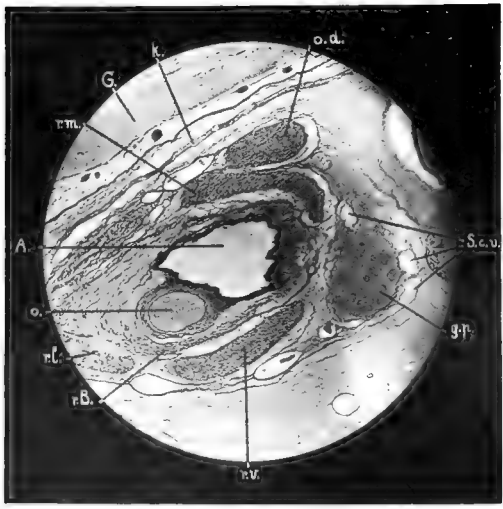


Fig. 1

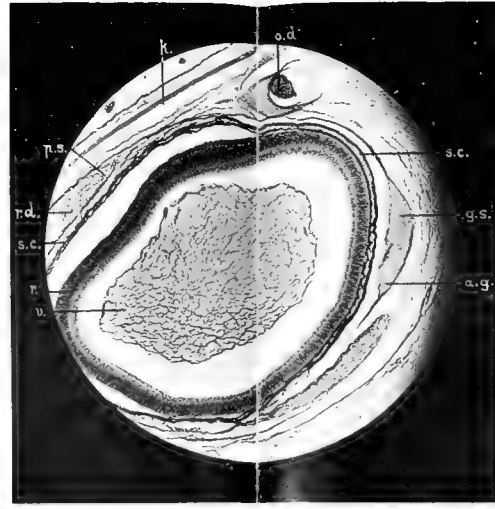


Fig. 2

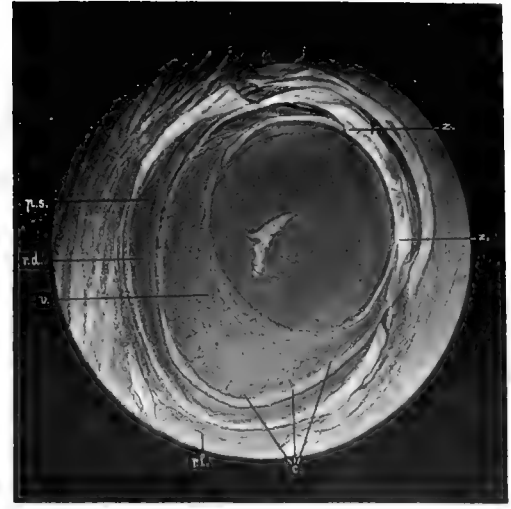


Fig. 3

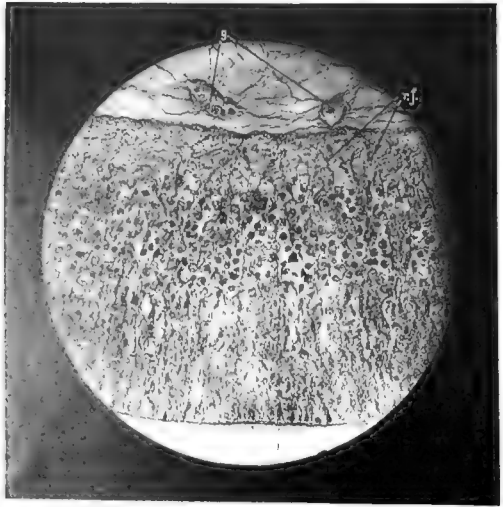


Fig. 4



Fig. 5

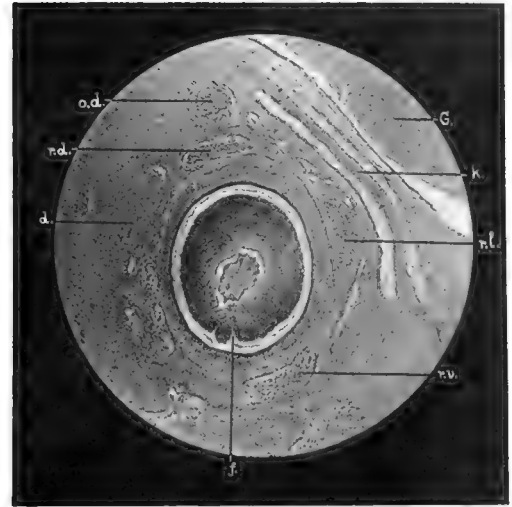


Fig. 6

folgenden Erhebung der inneren Lamelle lässt sich die Faltenbildung nicht in Beziehung bringen, da das Hauptkonvolut der Falten nicht an der Spaltennaht, sondern gerade an der gegenüberliegenden dorsalen, zum Teil auch an der temporalen Wand des Augenbeckens liegt. Die endgültige Lösung dieser Frage muss demnach noch weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

5. Was die **Entstehung und Differenzierung der äusseren Bulbusmuskeln** betrifft, so habe ich bei der Durchmusterung meiner Serien folgenden Eindruck bekommen: Die äusseren Augapfel Muskeln entstehen nicht gleichzeitig, sondern in getrennten Zeitabschnitten und gruppenweise. Der Ort ihrer Entstehung ist abgesehen vom *M. obliquus ventralis* der Hintergrund der Orbitalpyramide; von dort aus, wo gewissermassen ihr Mutterboden ist, wächst das eine zusammenhängende Masse bildende embryonale Muskelgewebe, indem es sich in einzelne Abschnitte sondert, nach der Augenanlage hin. Die Spaltung in die einzelnen Muskeln und damit die Bildung der letzteren erfolgt aber nicht gleichzeitig und nicht gleichartig. Es kann da z. B. zunächst auf eine Strecke weit ein einziger Muskel vorhanden sein, wo später zwei Muskeln sind, während an einer symmetrischen anderen Stelle bereits beide Muskeln getrennt angelegt sind. Ferner können zwei Muskeln, die später weit auseinander liegen, sich anfangs dicht nebeneinander befinden etc. etc.

Es entstehen der Zeit nach:

1. Die *Musculi recti* und *Musculi obliqui*, welche bei einer Sch.-St.-Lg. von 1,85 cm, also bei einem ungefähren Alter von 20—21 Tagen, sämtlich angelegt waren. *M. obliquus dorsalis* und *M. rectus dorsalis* bilden hirnwärts einen gemeinsamen Kern, verlaufen eine Strecke weit vereint und spalten sich dann gabelförmig; ihre vollständige Trennung nach dem *Foramen opticum* zu erfolgt später.

2. Die vier Abteilungen des *M. retractor bulbi*. Die Entstehung derselben scheint in eine Sch.-St.-Lg. zwischen 2,4 cm und 3,0 cm zu fallen, denn ich bemerkte sie erst bei 3,0 cm, wo sie alternierend zu den *Mm. oculi recti* auftraten. Sie differenzieren sich also ungefähr in einem Alter von 27 bis 30 Tagen durch Abspaltung von den *Mm. recti*.

3. Der *M. levator palpebrae sup.* entsteht bei einer Sch.-St.-Lg. von 4–5 cm, also ungefähr zwischen dem 33. und 36. Tage in der Weise, dass der *M. rectus dorsalis*, welcher einen glatten Muskel darstellt, an seiner lateralen Seite eine kleine Abteilung in seiner ganzen Länge abspaltet. Beide Abteilungen bleiben längere Zeit nebeneinander liegen. Wann das Übereinanderschieben derselben erfolgt, ist mir nicht bekannt, da ich Embryonen über 6,0 cm Sch.-St.-Lg. hinaus nicht geschnitten habe.

Nachdem ich meine Untersuchungen schon abgeschlossen hatte, gelangte ich noch in den Besitz der Arbeit von Reuter (26), die sich speciell mit der „Entwicklung der Augenmuskulatur des Schweines“ beschäftigt. Im allgemeinen kann ich mich seinen Ausführungen durchaus anschließen, denn die Befunde an meinen Serien decken sich nahezu vollkommen mit den seinigen. Nur in zwei Punkten bin ich anderer Ansicht:

Zunächst hält er die Anlage des *M. rectus externus* für die älteste, weil sie bei dem von ihm beschriebenen jüngsten Stadium „am dichtesten und gegen ihre Umgebung am schärfsten abgegrenzt ist.“ Wenn ich dieselben Gründe für die Altersbestimmung von Muskulaturanlagen heranziehe, dann muss ich vielmehr die Anlage des *M. rectus dorsalis* für die älteste halten. Bei meinem jüngsten Stadium war dieselbe stets am schärfsten gegen ihre Umgebung abgesetzt und vor allen Dingen am weitesten nach dem Becherrand der Augenblase hin vorgeschoben.

Was ferner die Entstehung des *M. obliquus dorsalis* anlangt, so habe ich aus meinen Sagittalschnitten die Überzeugung gewonnen, dass sich derselbe durch Abspaltung aus dem *M. rectus dorsalis* bildet. Bei dem jüngsten Stadium Reuters (Keibels Normen-Tafeln Nr. 64 = 22 Tage alt) waren die vier *Mm. recti* und der *M. obliquus ventralis* vorhanden, „während von einer Anlage des *M. obliquus superior* hier noch nicht gesprochen werden kann, weil ihm die Innervation fehlt.“ Bei dem zweiten Stadium (Keibels Normen-Tafeln Nr. 65) war der *M. obliquus superior* vorhanden.

Aus meinen Präparaten geht nun hervor, dass die Anlagen des *M. obliquus dorsalis* und *M. rectus dorsalis* am weitesten hirnbwärts durch dazwischenliegendes Mesoderm voneinander getrennt sind. Je weiter wir aber hirnwärts mit den Schnitten vordringen, desto mehr nähern sich die beiden Muskelkerne (bezw. Muskelanlagen), bis sie endlich zu einem gemeinsamen Kern verschmelzen. Diese Tatsache ist nicht besonders auffallend, wenn wir berücksichtigen, dass auch die vier Abteilungen des *M. retractor bulbi* und der *M. levator palpebrae sup.* durch Abspaltung entstehen, erstere aus den *Mm. recti oculi* und letzterer aus einer medial gelegenen kleinen Abteilung des *M. rectus dorsalis*. Die Ursache der Abspaltungen ist stets hineinwachsendes Bindegewebe.

6. Das **Verhalten der Centralgefäße des Bulbus** vom Schwein ist ein sehr merkwürdiges. Während sich nämlich das der *Art. centralis retinae* entsprechende Gefäß in der vierten Woche der Gravidität (bei einer Sch.-St.-Lg. von 2,4 cm) in der Tiefe der Spalte des Augenblasenstiels befindet, liegt es bei einer Sch.-St.-Lg. von 2,7 cm (ca. 28 Tage) an der Peripherie desselben; es ist also dadurch, dass sich der primitive, doppelwandige, ventral mit einem Schlitz versehene Opticus aus einem hohlen Zellrohr in einen soliden Strang umwandelte, gewissermassen aus der Rinne hinausgedrängt worden. Die Arterie liegt auch bei allen übrigen Serien an der Peripherie des Opticus, speciell am unteren inneren, naso ventralen, Quadranten, und tritt erst direkt am Bulbus in diesen ein. Demnach giebt es beim Schwein keine *Art. centralis retinae* im Sinne dieses Gefäßes des Menschen, das eine Strecke weit in der Achse des Opticus verläuft.

7. Bezüglich der **Bildung des Tränenkanals und der lateralen Nasendrüse** und deren Ausführungsgang beobachtete ich folgendes: Bei einer Sch.-St.-Lg. von 3,0 cm (ungefähr 29 Tage) entsteht der Tränenkanal in der Weise, dass sich zunächst zwei solide Epithelzellstränge, ein dorsaler und ein ventraler, im medialen Augenwinkel bilden. Beide laufen gegeneinander und fließen zu einem einzigen soliden Zellstrang zusammen, welcher in der Nähe des Nasenloches und des ventralen

Nasenganges blind endigt. Nach der Beschreibung, welche wir in der Anatomie von Ellenberger-Baum (7) finden, wird der Tränenkanal anatomisch in ein Vorder-, Mittel- und Endstück eingeteilt. Das Mittelstück fehlt beim Schwein stets und das Endstück ist manchmal noch als Rudiment vorhanden. Es endet dann ventral von der Schleimhautfalte der ventralen Muschel an der lateralen Wand der Nasenhöhle, das Anfangsstück hingegen meist am Rachenende der ventralen Nasenmuschel in dem ventralen Nasengang der Nasenhöhle.

Da sich nun beim Embryo LXXVIII = 3,0 cm Sch.-St.-Lg. der Kanal ununterbrochen bis in die Nähe des Nasenloches verfolgen lässt, so geht daraus hervor, dass er ursprünglich in voller Ausdehnung wie bei den anderen Tieren angelegt ist und erst an späteren Stadien bis auf das Anfangsstück sich entweder zum Teil oder gänzlich zurückbildet.

In dasselbe Stadium der Entwicklung, d. h. in die Zeit der Entstehung des ausführenden Tränenapparates fällt auch die Differenzierung der lateralen Nasendrüse.

Dieselbe liegt im Sinus maxillaris, welcher deutlich in eine obere und untere Abteilung zerfällt; ihr Ausführungsgang beginnt im ventro-nasalen Winkel der unteren Abteilung des genannten Sinus, zieht sich dann nasalwärts und mündet von oben her in das vordere Drittel des mittleren Nasenganges ein.

Als weitere Befunde sind noch bemerkenswert:

8. Die **Differenzierung des Scleral- und Chorioidealgewebes**, welches zum ersten Male bei einer Sch.-St.-Lg. von 3,0 cm (ca. 29 Tage) in Erscheinung tritt. Beide Gewebsarten, welche noch im innigsten Zusammenhange stehen, also ohne scharfe Grenze ineinander übergehen, bestehen hier aus eng aneinander liegenden spindeligen Mesenchymzellen mit stäbchen- und wurstförmigen Kernen. Wir haben es demnach mit einem streng lamellären Gewebe zu thun, welches sich gegen seine äussere Umgebung, d. h. gegen das reticuläre Kopfmesen- chym

durch seine intensivere Färbbarkeit scharf absetzt. Ausser der Choriocapillaris, welche der äusseren Lamelle des sekundären Augenbeckens dicht anliegt, sind noch keinerlei Gefässbildungen in der eigentlichen Chorioidea wahrzunehmen und ich konnte auch bis zu einer Sch.-St.-Lg. von 6,0 cm keine Gefässe in der Aderhaut feststellen. Es scheint daher die Ansicht Herzogs (12), dass sich erst späterhin Gefässsprossen in das zunächst streng lamelläre Chorioidealgewebe einbohren und so nachträglich den lamellären Bau in einen reticulären verwandeln, auch für die Entstehung der Chorioidea des Schweins Geltung zu haben.

9. Die **Differenzierung der Glandula palpebrae tertiae superficialis et profunda** geht bei einer Sch.-St.-Lg. von 4,0 cm (ca. 33 Tage) vor sich, jedoch waren noch keine Drüsenschläuche bei diesem Stadium sichtbar. Erst bei einer Sch.-St.-Lg. von 6,0 cm (ca. 39 Tage) treten in der Glandula palpebrae tertiae superficialis einzelne solide Drüsenschläuche auf; auch der Ausführungsgang, welcher ein einschichtiges Cyliinderepithel trägt, ist schon entwickelt. Die in der Tiefe der Orbitalpyramide gelegene, sehr voluminöse Glandula palpebrae tertiae profunda ist in ein Hohlraumssystem eingebettet, welches von zahlreichen Blutkörperchen und Capillaren durchsetzt ist. Die Hohlräume selbst sind von Spannfäden durchzogen und gehen in den Sinus cavernosus über.

10. Für die **Entstehung der Colobome** ist nach meinen Untersuchungsergebnissen anzunehmen, dass die bei Tieren beobachteten und eingangs erwähnten typischen Colobome, ebenso wie die typischen Colobome des Menschen, insbesondere auch das von mir beobachtete Iriscolobom mit Brückenbildung, als Hemmungsbildungen aufzufassen und auf den mangelhaft erfolgten Verschluss der fötalen Augenspalte zurückzuführen sind.

Auch die atypischen Colobome sind auf Hem-

mungsbildungen zurückzuführen und mit der fötalen Augenspalte in Verbindung zu bringen. Diese hat entweder an den betreffenden Augenanlagen beim Fötus einen anderen als den normalen Sitz gehabt, oder es handelt sich um ein Stehenbleiben in der normalen Drehung der Augenanlage und eine damit einhergehende Hemmung in der zum Verschluss der Spalte führenden Bildung.

Endlich ist es auch möglich, dass sich ausnahmsweise beim Embryo einmal die Tendenz der Drehung ändern kann, d. h. es kann zum Beispiel rechtsseitig eine rechtsläufige Windung der Augenanlage eintreten, also eine antidrome Torsion. Hierdurch werden dann natürlich die Verhältnisse wesentlich andere, denn nun gelangt die Opticusinsertion in den ventro-nasalen Quadranten des Bulbus, wenn nicht gar in den naso-dorsalen, und auch die Arteria centralis wird der antidromen Windung folgen müssen.

Es ist durchaus nicht notwendig, dass die antidrome Torsion beide Augenanlagen betreffen muss, im Gegenteil wird sie sich meist nur auf eine Körperhälfte beschränken. Die Bedingungen hierfür liegen in einer verhältnismässig frühen Zeit der Entwicklung, nämlich dort, wo der Embryo spiralig eingerollt ist. Beim Menschen z. B. herrscht die linksspiralige Einrollung des Embryo vor und die rechte Körperhälfte mit ihrer linksspiraligen Drehung bekommt beim Wachstum die Oberhand, weil sich die konvexe Seite freier und leichter entwickeln kann. Überwiegt nun aber aus irgendwelchen Gründen die linke Körperhälfte mit ihrer rechtsspiraligen Drehungstendenz, dann rollt sich auch der Embryo rechtsspiralig ein und wir erhalten die Verhältnisse spiegelrecht umgekehrt. Dieses Überwiegen einer Körperhälfte kann auch partiell bleiben. Hiernach ist es erklärlich, dass sich z. B. die linke Augenanlage normal rechtsläufig und die rechte abnorm rechtsläufig dreht. Wenn wir uns endlich erinnern, dass wir bisher die Ursachen nicht kennen, welche bewirken, dass

die Wachstumsdrehungen an einzelnen embryonalen Teilen zu einem bestimmten Zeitpunkt aufhören, dann fällt es auch nicht mehr schwer, die atypischen Colobome ungezwungen auf die fötale Augenspalte zurückzuführen. Sie können bedingt sein entweder:

1. durch eine abnorm ausgiebige, normalverlaufende Torsion der Augenanlage, oder
2. durch Drehungsvarietät, d. h. durch antidrome Windung.

Am Schlusse dieser Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Ellenberger, Vorstand des physiologischen Institutes der Königlichen Tierärztlichen Hochschule zu Dresden, welcher mir jederzeit seinen Rat und die Hilfsmittel seines Institutes bereitwilligst zur Verfügung stellte, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Desgleichen danke ich den Herren Professoren Bunge und Eisler, Halle, verbindlichst für die rege Anteilnahme an dem Gelingen dieser Arbeit und gütige Erteilung von Rat-schlägen, sowie Herrn Prof. Dr. A. Eber, Direktor des Veterinär-institutes der Universität Leipzig, für das weitgehende Interesse an dieser Arbeit und für die liebenswürdige Überlassung des Zeisschen Apparates für Mikrophotographie. Die Photogramme selbst sind von Herrn städtischem Tierarzt Voigt-Leipzig ausgeführt; auch ihm sage ich an dieser Stelle hiermit meinen besten Dank.

Literatur-Verzeichnis.

1. Berlin, Beobachtungen über Star und Staroperationen bei Tieren. Zeitschrift für vergleichende Augenheilkunde. 1887.
2. Bayer, Bildliche Darstellungen des gesunden und kranken Auges unserer Haustiere. Wien; 1891.
3. Bonnet, Entwicklung. (Vergleichende Physiologie der Haussäugetiere. Ellenberger. 1892).
4. Deutschmann, Zur pathologischen Anatomie des Iris- und Aderhautcoloboms. Klinische Monatsblätter; 1881. S. 101.
5. Deyl, Über den Eintritt der Arteria centralis retinae in den Sehnerv beim Menschen. Anatomischer Anzeiger, Bd. XI. 1896.
6. Dochtermann, Zeitschrift für vergleichende Augenheilkunde. 1882.
7. Ellenberger und Baum, Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. IX. Auflage. Berlin; 1900.
8. Fischer, E., Wachstumsdrehungen. — Berliner Klinische Wochenschrift. 1887. 24; S. 161.
9. Henckel, Beiträge zur Entwicklung des menschlichen Auges. — Anatomische Hefte von Merkel und Bonnet. 1898.
10. Hering, Ein Fall von Iriscolobom beim Pferde. — Repertorium. Bd. XXV. S. 115.
11. Hertwig, O., Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte der Menschen und der Wirbeltiere. 1896.
12. Herzog, Über die Entwicklung der Binnenmuskulatur des Auges. — Archiv für mikroskopische Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Bd. LX; 4. Heft.
13. von Hippel, Die Missbildungen des menschlichen Auges. — Gräfe-Sämisch. Bd. II; Kap. VIII. 1901.
14. His, Über die Formenentwicklung des menschlichen Vorderhirns. — Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Klasse der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften. Bd. XV; Nr. VIII.
15. Derselbe, Über die Entwicklung des Riechlappens und des Riechganglion und über diejenige des verlängerten Markes. — Verhandlung. der Anatomischen Gesellschaft auf der III. Versammlung (Ergänzungsheft). Berlin; 1889.

16. Kangro, Über Entwicklung und Bau der Steno'schen Nasendrüse der Säugetiere. — Inaugur. Dissert. Dorpat; 1884.
17. Keil, Über einen Fall von Brückencolobom beim Rind. — Berliner Tierärztliche Wochenschrift. 1901.
18. Kollmann, Entwicklungsgeschichte des Menschen. 1898.
19. Koelliker, Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere. 1879.
20. Martin, Anatomie der Haustiere. — Vergleichende Anatomie und Histologie der Haustiere. Bd. I. 1902.
21. Meyer, Beiträge zur Kenntnis der Anatomie und Histologie der lateralen Nasendrüse. — Inaugur. Dissert. Zürich. 1903.
22. Mihalkovics, Entwicklungsgeschichte des Gehirns. Leipzig. 1877.
23. Minot, Entwicklungsgeschichte des Menschen. 1894.
24. Möller, Lehrbuch der Augenheilkunde für Tierärzte. 1898.
25. Renner, Enchondroma intrabulbare congenitum und Coloboma iridis et chorioideae an beiden Augen eines Füllens. — Archiv für wissenschaftliche und praktische Tierheilkunde. 1885.
26. Reuter, Über die Entwicklung der Augenmuskulatur beim Schwein. — Inaugur. Dissert. Wiesbaden; Bergmann. 1897.
27. Röder, Sächsischer Veterinär-Bericht. 1899; S. 250.
28. Sallfner, Angeborene Anomalie der Cornea und Sclera, sowie andere Missbildungen zweier Pferdebulbi. — Archiv für Augenheilkunde. Bd. XLV. 1902.
29. Strahl, Anatomischer Anzeiger. Bd. XIV. 1898.
30. Schultheiss, Ein Beitrag zur Lehre von den angeborenen Veränderungen des Corneoscleralbordes und des vorderen Teiles des Uvealtraktus. — Zeitschrift für vergleichende Augenheilkunde. 1885.
31. Vossius, Archiv für Ophthalmologie. Bd. XXIX. 1883.
32. Enzyklopädie der mikroskopischen Technik. 1903.

Tafel-Erklärung.

(Alle Schnitte sind Sagittalschnitte, d. h. verlaufen annähernd parallel zur Medianebene der Kopfanlage).

Tafel 1/2.

(Fig. 1—3. Schnitt durch die Kopfanlage eines Embryo von 1,85 cm Scheitel-Steiss-Länge).

Fig. 1. (Der Schnitt ist nahezu in der Mitte zwischen Becherrand und Augenblasenstiellinsertion geführt.) Vergrößerung: 1:36. a. Mesodermzapfen, welcher durch den Fötalspalt in den sekundären Augenbecher dringt und den Glaskörper bildet. f. Spaltraum, d. i. ein Rest der Höhle der primären Augenblase, ähnlich dem beiderseitigen Ringspalt. b. Mundspalte.

Fig. 2. (Derselbe Schnitt, wie Fig. 1). Vergrößerung: 1:65. a. und f. cf. Fig. 1. k. Linse. h. Innerste, kernfreie Schichte der inneren Lamelle der sekundären Augenblase. e. Ringspalt.

Fig. 3. (Derselbe Schnitt, wie Fig. 1). Vergr.: 1:275. a. Glaskörpergewebe. e., h., k. cf. Fig. 2. c. Umschlagsrand der äusseren Lamelle in die innere. d. Innere Lamelle der sekundären Augenblase. i. Blutkörperchen (Choriocapillaris). b. Mesenchym in der Umgebung der Augenblase.

(Fig. 4—6. Schnitt durch die Kopfanlage eines Embryo von 2,1 cm Sch.-St.-Lg., speziell durch den Becherrand).

Fig. 4. Vergr.: 1:275. i. cf. Fig. 3. m. Gefäßhaltiger Mesenchymzapfen.

Fig. 5. (Dieselbe Schnitttrichtung wie Fig. 4, 24μ weiter hirnwärts.) Vergr.: 1:275. n. Verklebungsstelle der Spaltennaht.

Fig. 6. (Der Schnitt ist 48μ weiter hirnwärts geführt, als der der Fig. 4.) Vergr.: 1:275. o. Einziehung der inneren Lamelle der sekundären Augenblase. p. Einziehung der äusseren Lamelle; ursprünglicher Sitz des Fötalspaltes.

Tafel 3/4.

(Fig. 1—6. Sagittalschnitte durch die Kopfanlage desselben Embryo von 2,1 cm Sch.-St.-Lg.).

Fig. 1. (Schnitt in der Gegend der hirnseitigen Linsenwandung.) Vergr.: 1:275. b., a. cf. Tafel 1, Fig. 6 o. und p. l. Linse.

Fig. 2. (Schnitt durch den Becherrand.) Vergr.: 1:275 l. Linsensubstanz. l. c. Linsenkapsel. i. l. Innere Lamelle des sekundären Augenbechers. ä. l. Äussere Lamelle des sekundären Augenbechers.

Fig. 3. (Schnitt in der Nähe des hirnsseitigen Poles des sekundären Augenbechers. Die innere Lamelle ist auf der Fläche getroffen.) Vergr.: 1:275. i. l. Flächenschnitt der inneren Lamelle. ä. l. Äussere Lamelle c. Arteria centralis retinae. bzw. gefässhaltiger Mesenchymzapfen.

Fig. 4. (Schnitt liegt weiter hirnwärts als der der Fig. 3. An die dorsale Wand des hier etwas schräg getroffenen Augenblasenstieles grenzt die äussere Lamelle des Augenbechers, die hier im Flächenschnitt vor uns liegt.) Vergr.: 1:275. d. Arteria centralis retinae. g. Blutgefäss.

Fig. 5. (Schnitt zwischen Linse und Opticusinsertion.) Vergr.: 1:65. a. Breite kernreiche Aussenzone des sekundären Augenbechers. b. Schmale kernarme Zone der inneren Lamelle des sekundären Augenbechers. c. Schmale kernhaltige Innenzone der inneren Lamelle des sekundären Augenbechers. sp. Geschlossene fötale Augenspalte. r. l. Musculus rectus lateralis. m. Musculus rectus dorsalis. o. Musculus obliquus dorsalis. z. Augen-Nasenfurche.

Fig. 6. (Schnitt liegt weiter hirnwärts als der der Fig. 5.) Vergr.: 1:65, a., b., c. cf. Fig. 5, a., b., c. h. Arteria hyaloidea. sp., m., z. cf. Fig. 5.

Tafel 5/6.

Fig. 1. (Derselbe Embryo von 2,1 cm. Sch.-St.-Lg. — Schnitt trifft gerade noch die hirnsseitige Linsenwandung, liegt also weiter pupillarwärts als Fig. 5 und 6 auf Tafel 2.) Vergr.: 1:65. a. Capillarnetz der Arteria hyaloidea. sp., m., z. cf. Taf. 2. Fig. 5.

(Fig. 2–6. Schnitt durch die Kopfanlage eines Embryo von 2,7 cm Sch.-St.-Lg).

Fig. 2. (Schnitt in der Nähe des Pupillarrandes.) Vergr.: 1:65. ä. l. Aussere Lamelle. i. l. Innere Lamelle. l. Linse, temporalwärts offen und mit Detritus angefüllt.

Fig. 3. (Schnitt zwischen hirnsseitiger Linsenwand und Augenblasenstielerinsertion.) Vergr.: 1:65. i. l. Faltenconvolut der inneren Lamelle.

Fig. 4. Ähnlicher Schnitt, wie Fig. 2., nur weiter hirnsseitig. Vergr.: 1:65.

Fig. 5. (Schnitt durch die Übergangsstelle des soliden Opticus in den Augenbecher. Letzterer ist an seiner hirnsseitigen Wand getroffen.) Vergr.: 1:20. a. Opticus mit Arteria centralis. k. Knorpelige Anlage des Orbitaldaches. m. Mundbucht.

Fig. 6. (Schnitt ist etwas weiter pupillarwärts geführt, als in Fig. 5.) Vergr.: 1:20. G. s. Ganglion semilunare (Gasseri.) r. d. Musculus rectus dorsalis. sp. Fötalspalte. m. Mundbucht. r. m. Ramus mandibularis des Nervus trigeminus.

Tafel 7/8.

(Fig. 1–5. Die Schnitte entstammen demselben Embryo von 2,7 cm Sch.-St.-Lg., wie die auf Tafel 3).

Fig. 1. (Übergangsstelle des Augenblasenstieles in die Augenanlage.) Vergr.: 1:275. a. Arteria centralis retinae. g. Blutgefäss.

Fig. 2. Querschnitt durch den Augenblasenstiel (Opticus.) Vergr.: 1:275.

Fig. 3. (Schnitt ist dicht hinter der Augenanlage geführt, liegt also zwischen derselben und dem Foramen opticum.) Vergr.: 1:20. m. Mundspalte. e. Ramus maxillaris des Nervus trigeminus. G. s. Ganglion semilunare (Gasseri.) r. v. Musculus rectus ventralis. r. m. Musculus rectus medialis. r. d. Musculus rectus dorsalis. o. d. Musculus obliquus dorsalis. o. Nervus opticus mit Arteria centralis. k. Orbitaldach. b. g. Blutkörperchen und Kapillargefässe. G. Gehirn. z. Augen-Nasenfurche.

Fig. 4. (Schnitt an der Insertionsstelle des Augenblasenstieles am Augenbecher.) Vergr.: 1:275. a. Arteria centralis retinae.

Fig. 5. (Schnitt durch die Spitze der Orbitalpyramide, d. h. nach dem Foramen opticum zu liegend.) Vergr.: 1:20. m. Mundbucht. r. m. Ramus maxillaris des Nervus trigeminus. G. s. Ganglion semilunare (Gasseri.) b. Ursprungsgebiet der äusseren Augenmuskeln. o. Nervus opticus. g. Blutgefäss (Arteria ophthalmica?). r. oph. Ramus ophthalmicus des Nervus trigeminus. c. Orbitaldach. d. Mesenchymgewebe zwischen Gehirn und Orbitaldach. G. Gehirn.

Fig. 6. (Schnitt durch die Retinallamelle eines Embryo von 2,4 cm. Sch.-St.-Lg.). Vergr.: 1:275. ch. Choriocapillaris. ä. l. Äussere Lamelle. a. Äussere breite, kernreiche Schicht der inneren Lamelle des sekundären Augenbechers. b. Mittlere schmale, kernarme Schicht der inneren Lamelle des sekundären Augenbechers. c. Innere schmale, kernhaltige Schicht der inneren Lamelle des sekundären Augenbechers. c. Kapillaren.

Tafel 9/10.

(Fig. 1—6. Schnitte durch die Kopfanlage eines Embryo von 3,0 cm Sch.-St.-Lg.)

Fig. 1. (Schnitt in der Nähe der Opticusinsertion am Bulbus.) Vergr.: 1:20. m. Mundbucht. r. m. Ramus maxillaris des Nervus trigeminus. r. m. Musculus rectus medialis. o. d. Musculus obliquus dorsalis. k. Orbitaldach bzw. Schädelbasis.

Fig. 2. (Übergangsstelle des Opticus in den Bulbus.) Vergr.: 1:20. m. Mundbucht. r. m. Ramus maxillaris des Nervus trigeminus. sc. Sclero-Chorioidealgewebe (Gemeinsame Anlage.) d. Ductus lacrimalis. k. Orbitaldach.

Fig. 3. (Schnitt ist etwas weiter hirnwärts geführt, als der der Fig. 1.) Vergr.: 1:20. m. Mundbucht. o. Nervus opticus mit Arteria centralis. G. s. Ganglion semilunare (Gasseri.) k. Orbitaldach.

Fig. 4. (Schnitt durch die Spitze der Orbitalpyramide in der Nähe des Foramen opticum.) Vergr.: 1:20. m. Mundbucht. d. l. Ductus lacrimalis. a. g. Ausführungsgang der lateralen Nasendrüse. o. A. Obere Abteilung des Sinus maxillaris. u. a. Untere Abteilung des Sinus maxillaris. l. n. Laterale Nasendrüse. k. Orbitaldach. G. Gehirn. o. Nervus opticus. G. s. Ganglion semilunare (Gasseri).

Fig. 5. (Schnitt ist in der Nähe der Medianebene des Kopfes geführt.) Vergr.: 1:20. m. Mundbucht. U. k. Unterkiefer. d. l. Ductus lacrimalis. a. g. Einmündungsstelle des Ausführungsganges der lateralen Nasendrüse in den mittleren Nasengang. m. N. Mittlerer Nasengang.

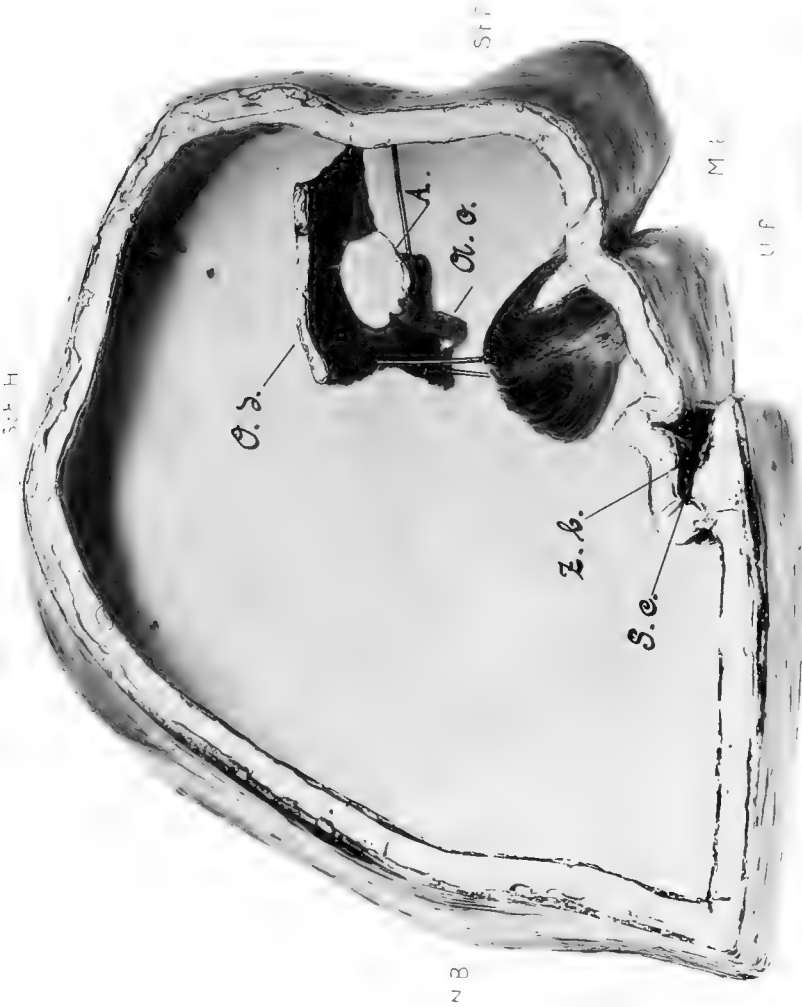


Fig. 3

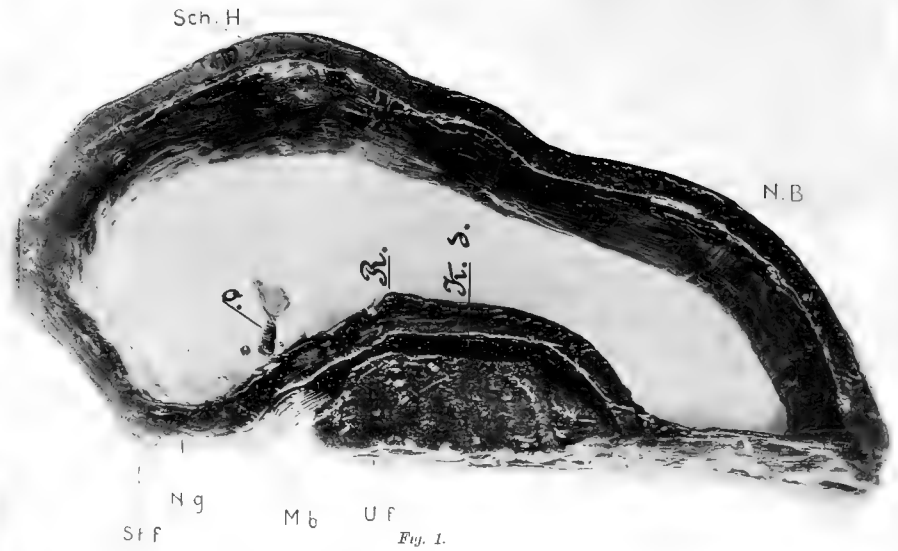


Fig. 1.

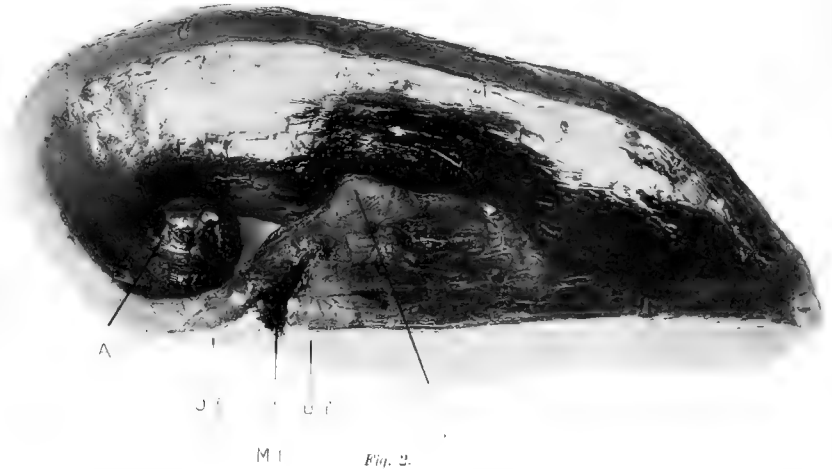


Fig. 2.

Fig. 6. (Schnitt durch die hirnseitige Linsenwandung.) Vergr.: 1:20. s. c. Sclero-Chorioidealgewebe. r. Retina. v. Corpus vitrosus. — Am Übergang zur Retina Gefäßdurchschnitte. Diese stellen das Kapillarsystem dar, welches ursprünglich der Linse anlag und hier durch den Glaskörper nach der Retina zu gewandert ist. l. Linse. t. Querschnitt durch die beiden Ductus lacrimales. z. Augen-Nasenfurche. G. s. Ganglion semilunare (Gasseri).

Tafel 11/12.

(Schnitte durch den Kopf verschiedenalteriger Embryonen; und zwar: Fig. 1. Embryo von 6,0 cm Sch.-St.-Lg.; Fig. 2—4. Embryo von 5,0 cm Sch.-St.-Lg.; Fig. 5 und 6. Embryo von 4,0 cm Sch.-St.-Lg.).

Fig. 1. (Schnitt durch die hirnseitige Bulbuswand und den Opticus.) Vergr.: 1:20. o. Nervus opticus. A. Auge. r. m. Musculus rectus medialis. G. Gehirn. k. Orbitaldach. o. d. Musculus obliquus dorsalis. s. c. Sclero-Chorioidealgewebe. S. cv. Sinus cavernosus. g. p. Glandula palpebrae tertiae profunda. r. v. Musculus rectus ventralis. r. B. Abteilung des Musculus retractor bulbi. r. l. Musculus rectus lateralis.

Fig. 2. (Schnitt zwischen Linse und Opticusinsertion.) Vergr.: 1:20. Embryo: 5,0 cm Sch.-St.-Lg. r. v. Musculus rectus ventralis. r. d. Musculus rectus dorsalis. o. d. Musculus obliquus dorsalis. s. c. Sclero-Chorioidealgewebe. a. g. Ausführungsgang der Glandula palpebrae tertiae superior (g. s.) k. Orbitaldach. p. s. Musculus levator palpebrae superior. r. Retina. v. Corpus vitrosus.

Fig. 3. (Schnitt in der Gegend des Pupillarrandes.) Vergr.: 1:20. c. Kapillargefäße; cf. Tafel 5. Fig. 6, v. z. Zonula. p. s.; r. d.; v.; r. l. cf. Fig. 2.

Fig. 4. (Schnitt durch den Glaskörper und die Retina.) Vergr.: 1:275. g. Kapillaren des Corpus vitrosus. r. f. Faserzüge, welche rechtwinklig von der Membrana limitans des Glaskörpers in die Retina eintreten.

Fig. 5. (Schnitt in der Nähe der Medianebene des Kopfes.) Vergr.: 1:20. Embryo: 4,0 cm Sch.-St.-Lg. m. Mundbucht. U. k. Unterkiefer. d. l. Blindendender Ductus lacrimalis. m. N. Mittlerer Nasengang. z. Zunge.

Fig. 6. (Schnitt zwischen hirnseitiger Linsenwand und Opticusinsertion, mehr nach letzterer zu geführt.) Vergr.: 1:20. f. Falte der Retina im unteren inneren Bulbusquadranten. r. v. Musculus rectus ventralis. r. l. Musculus rectus lateralis. r. d. Musculus rectus dorsalis. o. d. Musculus obliquus dorsalis. G. Gehirn. k. Orbitaldach. d. Gewebsbezirk, aus welchem die Anlage der Glandula palpebrae tertiae profunda hervorgeht.

Tafel 13/14.

(Modell der rechten Kopfanlage eines Schweinsembryo von 2,0 cm Sch.-St.-Lg. Vergr.: 25).

Fig. 1. Medianwärts gelegener Teil des Modells. Sch. H. Scheitelhöcker. N. B. Nackenbeuge. U. f. Unterkieferfortsatz. M. b. Mundbucht. N. g. Nasenrübchen (Nasenfeld.) St. f. Stirnfortsatz. o. Augenblasenstiel. R. Rathkesche Tasche. K. d. Kopfdarm.

Fig. 2. Lateraler Teil des Modells. A. Augenbecher mit einem Teil des Augenblasenstieles und fötaler Augenspalte. O. f. Oberkieferfortsatz. M. b. Mundbucht. U. f. Unterkieferfortsatz. R. Rathkesche Tasche.

Figur 3.

(Modell der rechten Kopfanlage eines Schweinsembryo von 2,7 cm Sch.-St.-Lg.-Vergr.: 25).

N. B. Nackenbeuge. Sch. H. Scheitelhöcker. St. f. Stirnfortsatz. M. b. Mundbucht. U. f. Unterkieferfortsatz. S. c. Sinus cervicalis (Rabl.) Z. b. Zungenbeinbogen. A. o. Arteria ophthalmica (?). A. Hirnseitiger Pol des Augenbechers mit Augenblasenstiel. O. d. Orbitaldach.

Anmerkung: Fig. 3 der Tafel 3/4 erweckt den Eindruck, als ob ein verdorbener Schnitt reproduziert worden sei. Das ist jedoch nicht der Fall! Es liegt das vielmehr daran, dass sich noch nachträglich auf der photographischen Platte infolge mangelhafter Entwässerung Niederschläge von Silbersalzen ausgeschieden haben. Der Schnitt an sich war tadellos wie die übrigen.

Inhalts-Verzeichnis.

	Seite
I. Einleitung.	3
1. Begriffsbestimmung und Entstehungsursachen der Colobome im allgemeinen	3
2. An Tieraugen beobachtete Spaltbildungen und Literaturangaben über die Entstehung und den Verschluss der fötalen Augen- spalte	7
3. Spezialarbeiten über die eventuelle Rotation der Augenanlage	18
4. Versuchsmaterial und Technik	21
II. Mikroskopische Untersuchungen	25
1. Mikroskopische Untersuchungsbefunde	25
2. Befunde an den Modellen nach plastischen Rekonstruktionen .	45
III. Schlussfolgerungen	54
1. Vergleichende Betrachtungen über Sitz, Verlauf und Ortsver- änderung der fötalen Augenspalte bei Mensch und Schwein. Torsion der Augenanlage	54
2. Die Verschlussrichtung der fötalen Augenspalte	67
3. Abnorme Faltenbildung der Netzhaut beim Embryo.	71
4. Differenzierung der äusseren Bulbusmuskeln	73
5. Das Verhalten der Zentralgefässe des Auges beim Schwein. .	75
6. Entstehung und Verlauf des Tränenkanals und der lateralen Nasendrüse beim Schwein	75
7. Differenzierung des Sclero-Chorioidealgewebes	76
8. Differenzierung der Glandula palpebrae tertiae superficialis et profunda	77
9. Mutmassliche Entstehung der atypischen Colobome	77
Literaturverzeichnis	80
Tafelerklärung	83

AUS DEM ANATOMISCHEN INSTITUT IN WÜRZBURG.

ÜBER DIE
BILDUNG DES CORPUS LUTEUM

BEIM
MEERSCHWEINCHEN.

VON
J. SOBOTTA,
WÜRZBURG.

Mit 13 Figuren auf den Tafeln 15/19.

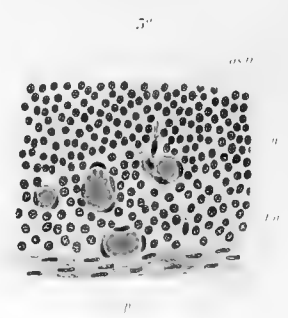
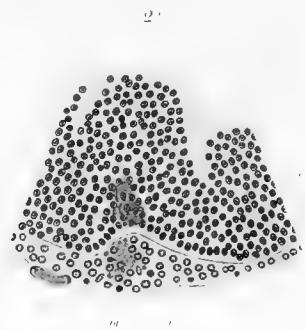
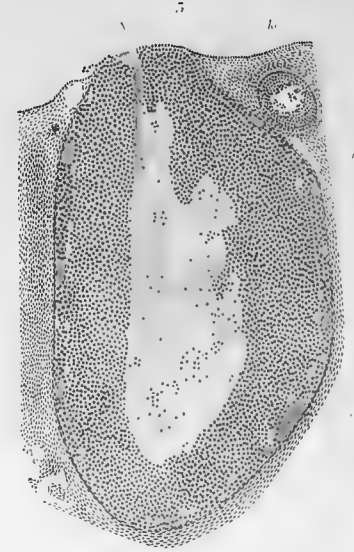
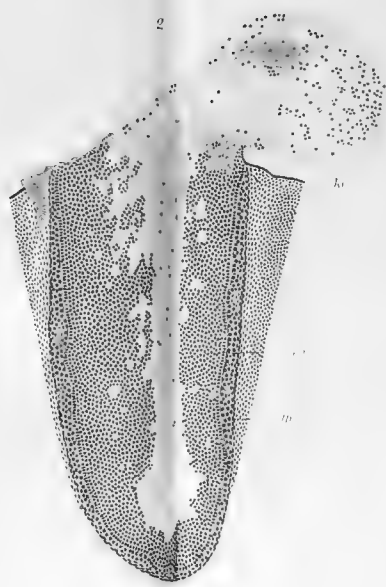
Wenn ich im folgenden zu einer Frage, über die ich mich zu äussern schon mehrfach (13—16) Gelegenheit hatte, nochmals das Wort ergreife, so geschieht es hauptsächlich deswegen, weil gerade zu einer Zeit, in der ich in den Besitz des dieser Arbeit zu Grunde liegenden Materials kam, eine Veröffentlichung von Jankowski (6) erschien, welche sich — wenn auch nur zum geringen Teile — auf das gleiche Untersuchungsmaterial zu stützen versuchte. Jankowski greift meine bisherigen Publikationen über die Bildung des Corpus luteum in einer höchst schroffen Weise an, die so wenig berechtigt und begründet ist, dass es mir ein leichtes gewesen wäre, ihn ad absurdum zu führen, ohne weitere neue Tatsachen beizubringen. Der Zufall wollte es aber, dass ich neues Tatsachenmaterial erhielt, mit Hilfe dessen meine bisherige Darstellung von der Bildung des Corpus luteum noch wesentlich gestützt werden kann, was angesichts des von Jankowski fast völlig ignorierten Umstandes, dass zahllose Nachuntersucher (s. u.) meine Anschauungen bestätigt haben, kaum nötig gewesen wäre¹⁾.

Die von mir angeregten und unter meiner Leitung ausgeführten Untersuchungen von Rubaschkin (10) über die Reifung und Befruchtung des Meerschweincheneies, welche in dieser Zeitschrift kürzlich veröffentlicht wurden, setzen mich in den

¹⁾ Auch von anderer Seite, nämlich kürzlich von Marshall (9), ist die Arbeit von Jankowski bereits bekämpft worden.

Staud, an der Hand zahlreicher, die Entwicklung des Corpus luteum dieses Tieres betreffender Präparate den Behauptungen Jankowski entgegen treten zu können. In Bezug auf das Material, seine Gewinnung, Konservierung etc. kann ich daher auf die Angaben Rubaschkins verweisen. Die grosse Mehrzahl der Präparate, welche dieser Arbeit zu Grunde liegen, sind daher die gleichen, die Rubaschkin für die Zwecke seiner Untersuchungen angefertigt hat. Einige Schnittserien habe ich von dem gemeinsam konservierten, aber von Rubaschkin nicht verarbeiteten Eierstocksmaterial selbst angefertigt namentlich von Ovarien, die in Flemmingscher Lösung konserviert waren, da diese wegen des Osmiumgehaltes das Fett in der Theca folliculi schwärzt und Theca- und Epithelzellen auch dann unterscheiden lässt, wenn das bei anderer Konservierung nicht mehr sicher möglich war.

Im ganzen wurden die Eierstöcke von etwa 30 Tieren untersucht, die $4\frac{1}{2}$ Stunden bis 3 Tage nach dem Coitus getötet wurden. Diese Zeitangaben bedeuten, wie wir unten sehen werden, nicht immer das wahre Alter der Corpora lutea. So fanden sich oft bei später getöteten Tieren jüngere Stadien der Entwicklung des Corpus luteum, z. B. sind die ältesten gelben Körper, die hier beschrieben werden, $2\frac{1}{2}$ nicht 3 Tage alt, weil letztere nicht weiter entwickelt waren wie jene. In diesem Falle gilt das gleiche auch von den befruchteten Eiern. In anderen Fällen fanden sich jedoch auch deutlich etwas jüngere Entwicklungszustände der Corpora lutea, wenn die befruchteten Eier schon ein etwas späteres Stadium der Befruchtung oder Furchung erreicht hatten. Es kann eben die Befruchtung der Eier sehr bald nach dem Follikelsprung erfolgen, als auch längere Zeit nach diesem Zeitpunkt verstreichen, ehe die Spermatozoen das (womöglich schon vor dem Coitus entleerte) Ei erreichen. Der geplatze Follikel geht aber, wie ich und andere schon mehrfach nachgewiesen haben, die gleichen Veränderungen





ein, ob das Ei befruchtet wird oder nicht. Tritt also die Befruchtung erst längere Zeit nach dem Follikelsprung ein, so hat dieser unter Umständen bereits die Anfangsstadien der Corpus luteum-Bildung durchgemacht. So erklären sich derartige, übrigens kleine Differenzen in den Zeitangaben sehr leicht. Sie kommen ähnlich beim Kaninchen, z. T. auch bei der Maus vor, doch habe ich bei letzterem Tier niemals derartige Abweichungen gefunden, wie beim Meerschwein, wie es überhaupt viel leichter, bequemer und zuverlässiger ist Material für die Zwecke der Bildung des Corpus luteum und namentlich auch die Befruchtung des Eies bei der Maus zu sammeln, als beim Kaninchen und namentlich dem Meerschweinchen. Auch ist das Material von der Maus ungleich besser für die Entscheidung der Frage von der Entwicklung des Corpus luteum geeignet, als das des Meerschweinchens.

Da ich erst kürzlich die Litteratur über diesen Gegenstand zusammengefasst habe (15, 16), so wende ich mich zunächst zur Darstellung der beim Meerschweinchen beobachteten Tatsachen und werde erst am Schlusse nochmals auf die Besprechung der Litteratur über das Corpus luteum und dabei auf eine Würdigung der Arbeit von Jankowski eingehen, soweit das nicht schon während der Erörterung meiner Beobachtungen zu geschehen hat. Ich gehe den wohl für den Leser bequemeren Weg, dass ich an der Hand der auf Tafel 15—19 beigegebenen Abbildungen eine Reihe von Entwicklungsstadien beschreibe. Damit ist nicht gesagt, dass diese Stadien die einzigen sind, die ich zu Gesicht bekommen hätte. Es wurden sowohl mehrfach Zwischenstadien beobachtet als auch das gleiche oder ein ähnliches Stadium, als hier abgebildet, in mehreren zum Teil (zufälligerweise) zahlreichen Exemplaren.

1. Der sprungreife Follikel des Meerschweinchen-eierstockes.

Ich gehe hier von der Beschreibung des in Figur 1 Tafel 1 abgebildeten Präparates aus. Dieses stammt von einem während der Ovulation getöteten Tiere, dessen gleichzeitig (in beiden Eierstöcken) gereifte Graafsche Follikel teils soeben geplatzt waren (s. die Beschreibung unten Seite 11) teils noch nicht ihr Ei entleert hatten. Das betreffende Tier wurde 12 Stunden nach der Begattung getötet und hatte einige Stunden vorher (in der Nacht) geworfen.

Figur 1 zeigt daher auch die Charaktere des sprungreifen Follikels, wie ich sie früher schon zu beschreiben Gelegenheit hatte. Massgebend für die Beurteilung der Reife eines Follikels (die Grösse an und für sich darf nicht als ausschlaggebend erachtet werden, weil bei vielen Tieren die Follikel bereits längere Zeit vor dem Follikelsprung recht gross sind und der Begriff der Grösse ja ein sehr relativer ist) ist in erster Linie der Zustand der Eizelle. Diese befindet sich in einem Stadium in welchem sie befruchtungsfähig ist, d. h. im Stadium der zweiten¹⁾ Richtungs- oder Reifungsteilung. Ein Richtungskörper ist abgestossen (auf dem Schnitte der Figur 1 nicht getroffen), die zweite Richtungsspindel ist ausgebildet. Das entspricht vollständig dem, was ich von der Maus und dem Kaninchen (13, 14) beschrieben habe.

Nächst der Eizelle ist bei der Beurteilung der Sprungreife eines Follikels auf das Epithel, die sogenannte Granulosa zu achten. Es kann nämlich sein, dass man einen Graafschen Follikel in einem Säugetiereierstock findet, dessen Eizelle die

¹⁾ Da das Meerschweinchenei stets zwei Richtungskörper zu bilden scheint, handelt es sich stets um die zweite Richtungsspindel; bei der Maus, wo die Bildung des ersteren Richtungskörpers zumeist unterdrückt wird, häufig um die einzig auftretende; in diesen Fällen enthält dann das Ei des sprungreifen Follikels noch keinen Richtungskörper.

oben genannten Charaktere zeigt, der aber ein degenerierender atretischer Follikel ist. Normaler und degenerierender Follikel unterscheiden sich, wie ich ebenfalls früher¹⁾ schon ausführlich auseinandergesetzt habe, dadurch dass im atretischen Follikel das Epithel in Chromatolyse begriffen ist, ein Vorgang auf den Flemming (3) in ausgezeichneter Weise seiner Zeit hingewiesen hat, im normalen Follikel dagegen eine Chromatolyse des Epithels nicht vorkommt. Ich habe früher (l. c.) ausdrücklich an der Hand grossen Materials nachgewiesen und kann das mit Hilfe der jetzt untersuchten Meerschweincheneierstöcke nur bestätigen, dass auch bei der Liquorbildung in den Follikeln Epithel nicht zu Grunde geht, wie das von manchen Autoren immer noch angenommen wird. Diese meine Behauptungen sind u. a. von Honoré (4) bestätigt worden. Das Epithel des normalen Graaf'schen Follikels des Meerschweinchens zeigt also niemals Erscheinungen von Chromatolyse des Epithels und das gilt natürlich auch für den sprungreifen Follikel²⁾. Wie während des ganzen Follikelwachstums eine ständige Vermehrung der Epithelmasse durch Mitosen stattfindet, so findet man solche auch im Epithel des sprungreifen Follikels des Meerschweinchens, wenn auch nur noch in sehr geringer Zahl³⁾ ähnlich wie beim

1) In meiner Publikation über die Reifung, Befruchtung und Furchung des Eies der Maus. Arch. f. mikr. Anat. 1895.

2) Damit soll nicht gesagt sein, dass nicht gelegentlich die eine oder andere Zelle eines Graaf'schen Follikels, namentlich eines sprungreifen oder nahezu sprungreifen, zu Grunde gehen könnte. Einzelne, ganz isoliert im Liquor folliculi liegende Zellen dürften diesem Schicksale wohl leicht anheimfallen. So sah ich kürzlich im grösseren Follikel eines Affeneierstocks derartige vereinzelte, im Liquor gelegene chromatolytische Zellen, während die Hauptmasse des Epithels, d. h. das gesamte Epithel bis auf diese wenigen Zellen, intakt war und vielfach Mitosen zeigte.

3) Der Durchschnitt der Fig. 1 Tafel 15/16 zeigt keine solche. Natürlich zeigt nicht jeder Durchschnitt Mitosen, wenn es von solchen nicht gerade wimmelt. Sind die Mitosen dagegen nicht reichlich oder gar spärlich, so trifft man oft einen Schnitt ohne Mitosen. Das ist selbstverständlich — sollte man meinen. Nur Jankowski sucht, weil meine Abbildungen sprungreifer

Kaninchen; während bei der Maus Mitosen im sprungreifen Follikel noch ziemlich häufig und sogar noch vereinzelt in frisch geplatzen Follikeln nachweisbar sind.

Der sprungreife Follikel des Meerschweincheneierstockes erreicht keine excessive Grösse und hält sich damit etwa in der Mitte zwischen dem der Maus und des Kaninchens. Infolge der erheblich geringeren Grösse des sprungreifen Follikels des Meerschweinchens findet sich auch keine derartig extreme Verdünnung der Wände wie beim Kaninchen. Die Wand des Follikels besteht aus den bekannten beiden Hauptschichten, der bindegewebigen Theca folliculi und dem Epithel. Erstere zerfällt in eine äussere ringsum fast gleichmässig dicke Lage von Spindelzellen, die sogenannte Theca externa, und eine innere weit breitere Lage, die in verschiedener Stärke an den verschiedenen Abschnitten des Umfangs der Follikelwand erscheint, die Theca interna. Sie besteht aus grossen plasmareichen rundkernigen Bindegewebszellen, welche deutlich grösser sind als die Epithelzellen und sich durch ziemlich grosse runde, relativ chromatinarme Kerne auszeichnen. Das Protoplasma dieser Zellen enthält feine Fettkörnchen (s. unten Seite 112 und 113). Zwischen diesen Zellen finden sich vereinzelt Leucocyten. Beide Abschnitte der Theca enthalten Blutgefässe, hauptsächlich aber die innere Schicht. Letztere ist von wechselnder Stärke; an der Stelle wo der Follikel zum Platzen kommen muss, ist sie stark verdünnt, ebenso wie das

und frisch geplatzter Follikel, die ich in meiner Arbeit über die Bildung des Corpus luteum der Maus (13) gegeben habe, zum Teil keine Mitosen zeigen, meine Angaben in Zweifel zu ziehen (6. S. 370/371). Man sollte meinen, wenn ein Untersucher, der soviel Material von der Maus gesehen hat wie ich (meine frühere Veröffentlichung über die Befruchtung und Furchung des Eies der Maus [l. c.] scheint Jankowski gar nicht zu kennen, sonst könnte er viele Behauptungen nicht aufstellen, denn was er angeblich vermisst in meinen Angaben, das steht dort kurz, aber bündig erklärt) sich schon erlauben darf, ganz generelle Angaben über die fraglichen Dinge zu machen. Sie werden dann aber nicht durch eine, sondern durch zahllose Tatsachen gestützt.

Epithel, an anderen Stellen ist sie von nicht unbeträchtlicher Dicke.

Das Verhalten des Epithels, der Eizelle und des Discus proligerus hat Rubaschkin (10) bereits geschildert. Ich habe dem daher nur Weniges hinzuzufügen.

Merkwürdigerweise zeigt der in Figur 1 abgebildete sprungreife Follikel eine fast ebenso starke Verdünnung von Epithel und Theca an der der Sprungstelle gegenüberliegenden Seite, so dass sich die Hauptmasse der Follikelwandung zu beiden Seiten des Follikels befindet, nicht an dem der Sprungstelle gegenüberliegenden Pole, wie man vielleicht vermuten sollte. Nur in der Nähe der Theca bildet das Epithel festgeschlossene Lagen, sonst liegt es allenthalben sehr locker und ragt oft mit schmalen Zapfen ins Innere der Follikelhöhle vor. Einzelne Zellgruppen erscheinen ganz abgesprengt und ohne jeden Zusammenhang mit dem übrigen Epithel, dem sie zumeist aber doch an anderen Stellen aufsitzen. Zwischen Epithel und Theca liegt eine feine glashautähnliche Membran.

Ausserdem möchte ich noch auf zweierlei aufmerksam machen, erstlich auf das Verhalten des Liquor folliculi, zweitens auf kleine parenchymatöse Blutungen. An Präparaten, die mit Zenkerscher Flüssigkeit konserviert worden sind, erscheint der Liquor folliculi in Gestalt einer grösstenteils feinfädigen Gerinnung und namentlich da, wo er sich durch die bei der Konservierung entstehende Wasserentziehung zurückgezogen hat, hat es den Anschein, als ob es sich um eine zähflüssige Masse handle, die mit der Oberfläche des Epithels eng verbunden ist. Ferner bemerkt man — wenn auch in spärlicher Weise — kleinste Blutextravasate in der inneren Thecaschicht, die selbst bis in das Epithel reichen können, Erscheinungen, die am frisch geplatzen Follikel viel deutlicher sind.

Ich habe hier nochmals das formuliert, was man auf Grund unserer Kenntnisse vom Eireifungs- und Ovulationsprozess der

Säugetiere als Charaktere des sprungreifen Follikels anzusehen hat. Ich halte das für um so nötiger, als mit der Behauptung sprungreife Follikel gesehen zu haben und mit der Beschreibung solcher in sehr leichtfertiger Weise umgegangen wird, wenn man die Litteratur daraufhin durchsieht. Man muss sich nur nicht einbilden, dass man ein beliebiges Säugetierovarium untersuchen kann und dass man dann gleich sprungreife Follikel findet. Dass das nicht zutrifft, ergibt sich wohl am besten aus den schon oben citierten Beobachtungen von Flemming (3). Dieser ausgezeichnete und überaus gewissenhafte Forscher wollte die Richtungsteilungen des Kanincheneies studieren. Es gelang ihm aber nicht normale sprungreife Follikel bei diesem Tiere zu finden, obgleich seine Bemühungen wohl nicht ganz oberflächliche waren, sondern sehr eifrige, wie man es von Flemming nicht anders gewohnt war¹⁾. Es kann also wohl nicht ganz leicht sein, sprungreife Follikel bei einem Säugetier zu finden. Selbst bei der Maus, deren Eierstöcke ich (l. c.) zu einer Zeit, wo die Ovulation zu erwarten war, in zahllosen Exemplaren untersuchte, habe ich nicht besonders viel sprungreife Follikel gefunden. Man sei also mit der Behauptung sprungreife Follikel gesehen zu haben, recht vorsichtig. Das gilt auch für Jankowski (6). Auch dieser beschreibt reife Follikel vom Schwein (Schlachthausmaterial) und hält grosse Betrachtungen über den Bau des reifen Säugetierfollikels, von denen ich nur einige

¹⁾ Ich wage es kaum, in dieser Anmerkung meine Ansicht darüber zu äussern, warum Flemming atretische Follikel mit Richtungsspindeln und keine normalen hat finden können. Jeder, der sich das überlegt, wird die Lösung finden. Aus dem Verständnis, das Jankowski jedoch meinen früheren Publikationen entgegengebracht hat, sehe ich mich genötigt, möglichst alles auszusprechen und nichts dem Gedanken des Lesers zu überlassen. Flemming war es nicht gelungen, Eierstöcke von Tieren zu untersuchen, die unmittelbar vor der Ovulation standen oder in Ovulation begriffen waren, wohl aber Ovarien solcher Tiere, die vorher ovuliert hatten; da bei vielen Ovulationen der eine oder andere Follikel nicht platzt, also atretisch wird und atretische Follikel langsam zu Grunde gehen, während das Ei noch die Richtungsspindel zeigt, so konnte Flemming viel häufiger solche Follikel sehen als sprungreife.

herausgreifen möchte, um die Leichtfertigkeit der Behauptungen dieses Autors und seine Unkenntnisse in den fraglichen Dingen zu kennzeichnen. Um zu beurteilen, ob ein Follikel sprungreif ist, sei das Verhalten des Eies resp. des Keimbläschens ausschlaggebend. Dem kann ich nur beipflichten. Das hat Jankowski aus meinen früheren Veröffentlichungen richtig gelernt. Nun kommt im nächsten Absatz folgender Passus: „Als „reifend“ gilt ein Ei, wenn am Keimbläschen desselben im Gegensatze zum fertigen Ei mit ruhendem Kerne die charakteristischen Veränderungen auftreten, welche darin bestehen, dass das Keimbläschen undeutliche und unregelmässige Umrisse annimmt und einen oder zwei Richtungskörper ausstösst, die im perivitellinen Spaltraume gefunden werden. Das Keimbläschen liegt ebenso wie beim fertigen Ei peripherisch, auch das Aussehen des Vitellus ist dasselbe geblieben. „Reif“ und befruchtungsfähig ist das Ei erst dann, wenn der oben geschilderte Entwicklungsgang, der zuletzt zum sogenannten Schwinden des Keimbläschens führt, zu Ende ist“.

Zunächst müsste Jankowski erst einmal auseinandersetzen, was denn ein fertiges Ei ist; doch das ist nebensächlich. Was versteht nun aber Jankowski wohl unter der Angabe, dass das Keimbläschen undeutliche und unregelmässige Umrisse annimmt und Richtungskörper ausstösst. Das Keimbläschen stösst erstlich überhaupt keine Richtungskörper aus, denn diese enthalten ebensogut Protoplasma wie Kern, können also gar nicht vom Keimbläschen allein stammen; ferner entstehen die Richtungskörperchen nicht dadurch, dass das Keimbläschen undeutliche etc. Umrisse annimmt und vor allem es bilden sich nicht zwei¹⁾ sondern höchstens ein Richtungskörper im Eierstock. Jankowski

¹⁾ Ich will nicht ungerecht sein. Es kommt (sehr selten) vor, dass der erste Richtungskörper sich nochmals teilt, so dass gelegentlich wohl auch einmal ein Eierstocksei zwei fertige Richtungskörper haben könnte (cf. Rubaschkin S. 10).

ist anscheinend über die Litteratur der Reifungs- und Befruchtungsvorgänge des tierischen Eies nicht orientiert; sonst würde er sich haben überzeugen können, dass der zweite Richtungskörper nicht bloss bei den Säugetieren sondern bei allen Wirbeltieren, ja bei all der Masse der verschiedenartigsten wirbellosen Tiere erst abgestossen wird, wenn das Ei befruchtet d. h. der Samenfaden längst eingedrungen ist. Wer also derartige doctrinäre Behauptungen auszusprechen wagt, der möge sich doch erst in der Litteratur umsehen, was ja heute infolge der vielen Referate, Zusammenfassungen etc. nicht schwer gemacht wird.

Jankowski giebt dann ferner an, dass Fett in den Thecazellen nur bei solchen Follikeln vorkommt, die zu Grunde gehen. Dabei habe ich bei der Maus das Vorkommen von Fett in der Theca reifer und geplatzter Follikel ausdrücklich beschrieben und zwar auf Grund von Beobachtungen an einem ungeheuer reichen Material. Auch beim Meerschweinchen ist es der Fall s. u. S. 112). Dass auch zu Grunde gehende Follikel Fett in den Thecazellen zeigen, soll nicht bestritten werden.

Jankowski behauptet ferner, dass das Follikelepithel des reifen Graafschen Follikels in Degeneration begriffen sei, trotz meiner ausführlichen Widerlegungen dieser Auffassungen (l. c.), die anscheinend Jankowski unbekannt geblieben sind. Die inneren Zellen des Follikelepithels sollen schon in Zerfall begriffen sein, wenn der Follikel reif ist. Dass hier Verwechslungen mit atretischen Follikeln vorliegen, habe ich schon mehrfach ausgeführt, nochmals brauche ich wohl auf diesen Punkt nicht einzugehen.

S. 372 beschreibt Jankowski einen angeblich reifen Follikel vom Schwein. Das Ei wird nicht mitbeschrieben, anscheinend auch nicht mitbeobachtet, denn wie aus einer späteren Angabe derselben Seite hervorzugehen scheint, wurde der Follikel gar nicht in Serie geschnitten. Obwohl also Jankowski selbst das Verhalten des Eies als massgebend für die Reife des

Follikels hält (s. o.), kann er anscheinend den massgebenden Faktor bei seiner eigenen Beschreibung nicht ins Feld führen, was ihm wohl auch aus den oben angegebenen Gründen schwer werden dürfte. Einen atretischen Follikel glaubt Jankowski deswegen ausschliessen zu dürfen, weil das Follikelepithel noch verhältnismässig gut erhalten war (obwohl es nach Jankowskis eigener Angabe auch im reifen Follikel schon zu Grunde geht). Ferner untersuchte Jankowski Follikel von Meerschweinchen, darunter insbesondere solche eines trächtigen Tieres mit 3 cm langem Embryo (also eines Tieres, das noch sehr weit vor der Geburt stand), welche den Reifezustand bald erreicht hatten. Woher Jankowski letzteres wissen will, ist mir nicht ersichtlich, dagegen ist es mir höchst unwahrscheinlich, dass solche Follikel wochenlang¹⁾ vor der Geburt dem Reifezustand nahe sein sollen. Also mit anderen Worten Jankowski ist nicht im stande nachzuweisen, dass er sprungreife Säugetierfollikel gesehen hat. Ziemlich sicher kann behauptet werden, dass er keine gesehen hat namentlich angesichts der oben genannten Schwierigkeiten.

2. Der frischgeplatzte Follikel des Meerschweinchens.

Meine Beschreibung schliesst sich an Figur 2 u 2a Taf. 15/16 an. Das Präparat stammt vom gleichen Tiere, bei dem der reife Follikel der Figur 1 beobachtet wurde. Dass der abgebildete Follikel soeben geplatzt war, ist mir leicht zu beweisen. Das aus dem Follikel ausgetretene Ei lag noch vor der Rissöffnung, mit dem herausragenden Liquorpfropf verklebt beziehungsweise in diesen eingeschlossen. Es ist von Rubaschkin (10) Tafel 50/51 Fig. 8 abgebildet worden. Der Nachweis des eben entleerten Eies ist von grosser Bedeutung. Nicht die Form des

¹⁾ Bekanntlich trägt das Meerschweinchen viel länger als andere Nager und bringt vollkommen ausgebildete, behaarte, bezahnte und sehende Junge zur Welt.

geplatzten Follikels entscheidet. Bei vielen Tieren hält sich diese Form längere Zeit, auch beim Kaninchen z. B. 40—50 Stunden lang, so dass man dem äusseren Aussehen nach glauben könnte einen frisch geplatzten Follikel zu finden, in Wirklichkeit aber einen längst veränderten, in Übergang zum Corpus luteum begriffenen vor sich hat. Vorsicht in der Behauptung, frisch geplatzte Graafsche Follikel bei Säugetieren beobachtet zu haben, ist daher sehr am Platze.

Der Durchschnitt, der in Fig. 2 Taf. 15/16 zur Darstellung gekommen ist, ist einer der mittleren der Schnittserie. Seitliche Schnitte zeigen, wie wir unten sehen werden, manches Charakteristische noch besser, sind aber natürlich als Übersichtsbilder weniger geeignet. Da das Präparat der Figur 2 vom selben Tiere stammt, wie das des noch ungeplatzten Follikels in Figur 1, so wird auch im Bau der Follikelwand sich keine wesentliche Verschiedenheit erkennen lassen beziehungsweise die Unterschiede, welche nachweisbar sind, müssen als durch den Follikelsprung verursacht angesehen werden.

Der frisch geplatzte Graafsche Follikel des Meerschweinchens hat Kelchform; er besitzt eine relativ weite Öffnung; aus dieser ragt ein im wesentlichen vom Liquor folliculi gebildeter Pfropf heraus, der ausser dem Ei (auf dem Schnitte der Figur 2 nicht getroffen) viele vereinzelte Epithelzellen sowie kleine Blutklümpchen enthält. Dieser Pfropf hängt an der Rissstelle des Follikels mit dem im Rinnenraum des geplatzten Follikels zurückgebliebenen Reste der „Follikelflüssigkeit“ und mit den Rändern der Rissstelle zusammen. Ähnlich wie beim Kaninchen — und im Gegensatze zur Maus, bei der eine völlige Entleerung des Follikelinhalts bis zur innigen Berührung der gegenüberliegenden Wände erfolgt — wird der Graafsche Follikel des Meerschweinchens nicht völlig entleert, sondern es bleibt ein bei der Konservierung fädig gerinnender Teil des Liquor folliculi zurück. Beim Bersten des Follikels kommt es zu kleinen Blut-

extravasaten sowohl an der Rissstelle wie auch in die Theca folliculi und das Epithel. Die extravasierten Blutkörperchen werden zum Teil mit entleert zum Teil werden sie da, wo sie sich frei im Gewebe finden, namentlich im Epithel, später resorbiert.

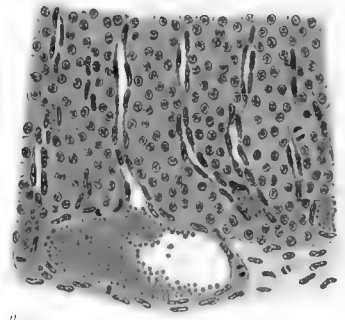
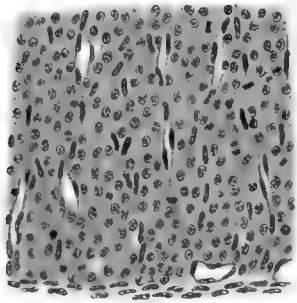
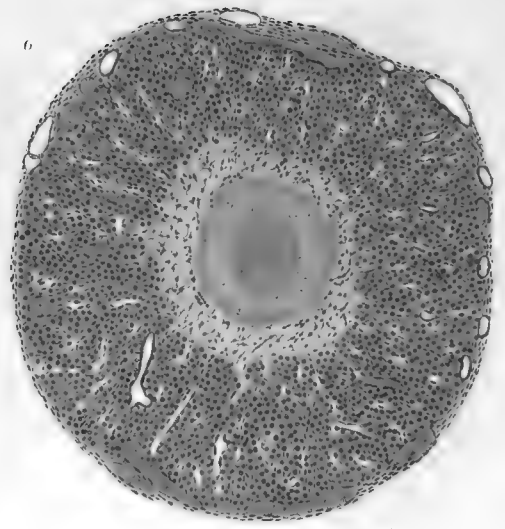
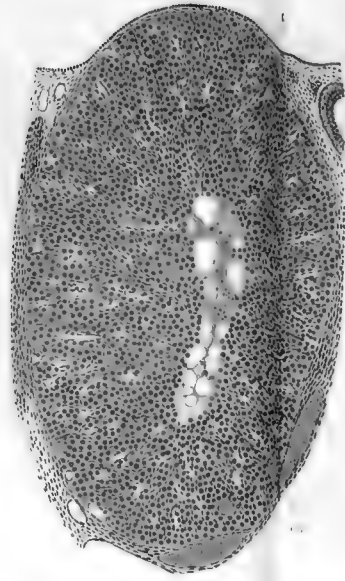
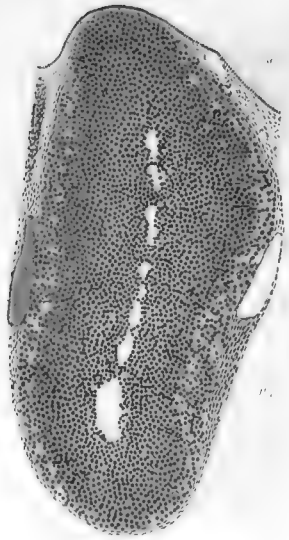
Die beiden Hauptschichten der Follikelwand, Epithel und Theca, zeigen gegenüber dem sprungreifen Follikel folgende Veränderungen. Durch den Follikelsprung verkleinert sich natürlich der Raum, der das ganze Gebilde einnimmt; die vorher stark gedehnte Wand wird wieder dicker. Infolgedessen erscheint sowohl das Epithel als auch die Theca (namentlich die innere Schicht) viel breiter als beim sprungreifen Follikel. Aus dem gleichen Grunde erscheint das Epithel am geplatzten Follikel viel geschlossener. Ein Teil der zur Zeit des ungeplatzten Follikels im Liquor liegenden Zellen und Zellgruppen wird ja mit dem Ei zusammen entleert; andere bleiben im Follikel nach dem Sprunge zurück namentlich wohl solche, welche den Anschluss an die Hauptmasse des Epithels noch nicht verloren hatten. Dass sich die lockeren Teile des Epithels bei Nachlass der vorher bestandenen Dehnung jetzt fester zusammenlegen, ist ein ganz natürlicher Vorgang der dem, was wir von der Dehnungsfähigkeit des Epithels wissen, ganz entspricht (man vergleiche z. B. das gedehnte und nicht gedehnte Blasenepithel; hier finden innerhalb einer vollkommen abgeschlossenen Epithellage hochgradige Veränderungen gleicher Art auf rein mechanischem Wege statt; an einem so locker gefügten Epithel, wie dem des Graafschen Follikels in seinen oberflächlichen Schichten wird der Vorgang um so weniger überraschen.) Trotzdem finden sich noch zahllose ins „Lumen“ des geplatzten Follikels vorspringende Epithelstränge, die auf seitlichen Durchschnitten des in Figur 2 (im Mittelschnitt) abgebildeten geplatzten Follikels ein dichtes Gewirr bilden.

Sonst verhält sich das Epithel des geplatzten Follikels nicht anders als das des sprungreifen. Es grenzt sich durch eine

anscheinend von der Theca gebildete (s. u.) glashautähnliche Membran von dieser ab. Nicht selten sind kleine (meist kleinste) parenchymatöse Blutergüsse, wie sie ähnlich von Honoré (5) bereits beim Kaninchen beschrieben wurden.

Noch weniger ist über das Verhalten der Theca zu sagen. An der Rissstelle sind ihre beiden Lagen ebenso wie das bedeckende Keimepithel durchtrennt. Zwischen den plasmareichen Zellen der inneren Lage finden sich ziemlich spärliche Leucocyten sowie einzelne extravasierte Blutkörperchen. Die Zellen enthalten höchstwahrscheinlich Fett beziehungsweise eine durch Osmiumsäure sich schwärzende fettähnliche Substanz (Lutein?). Da ich aus diesen Stadien der Entwicklung nur Präparate untersucht habe, die mit Zenker'scher Flüssigkeit konserviert waren, war die direkte Beobachtung nicht möglich. Da man aber in späteren Stadien (S. 112) Fett in diesen Zellen findet und da es bei anderen Säugetierspecies auch gefunden wird, so ist anzunehmen, dass es auch jetzt schon vorhanden ist. Der Unterschied im Bau der beiden Hauptschichten der Follikelwand (Theca interna und Epithel) geht am besten aus der in Figur 2a gegebenen Abbildung hervor. Hier hat sich das Epithel durch die Konservierung etwas von der Theca abgehoben und man gewinnt den Eindruck als sei die trennende glashautähnliche Membran ein Produkt der Theca, da sie an dieser sitzen geblieben ist.

Nun beschreibt auch Jankowski frisch geplatze Follikel vom Schlachthausmaterial (namentlich Schweine), daneben wird erwähnt, dass auch Beobachtungen von Meerschweinchen vorliegen. Woraus schliesst Jankowski nun, dass es frischgeplatze Follikel sind? Bei dem abgebildeten Präparat lediglich aus der Rissöffnung. Der exakte Nachweis, den ich oben und den ich früher durch meine Beobachtungen beim Kaninchen und namentlich bei der Maus gebracht habe, fehlt vollständig. Ich darf also sagen: Jankowski ist den Nachweis, frisch geplatze Follikel untersucht zu haben, schuldig geblieben. Und damit



könnte ich das ganze Kapitel, das er über diesen Gegenstand spricht, einfach übergeben. Erwähnen will ich noch, dass auch Jankowski die Höhle des geplatzten Follikels mit Epithel ausgekleidet findet.

Auf Grund seiner an mehr als zweifelhaften Gebilden gemachten Beobachtungen glaubt Jankowski nun aber berechtigt zu sein meine früheren Angaben über diesen Gegenstand zu kritisieren. Ja Jankowski fühlt sich berufen meinen Befunden andere Deutungen zu geben als ich, der Untersucher meiner Präparate, ihnen geben konnte und musste. Die Angriffe, die Jankowski gegen mich richtet, sind zum Teil so schwerer Natur, dass ich sie hier öffentlich zurückzuweisen genötigt bin. Jankowski erscheint es zwar fraglich, dass bei der Maus schon $1\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ Stunden nach dem Follikelsprung die Rissstelle verklebt sei, wie ich behaupte, er will aber meine Behauptung nicht bestreiten. Auch wenn er sie bestreitet, nützt es ihm nichts. Denn da er einschlägige Präparate nicht kennt, ist er auch nicht berechtigt etwas zu bestreiten, was ein anderer gesehen hat. Ausserdem aber kann ich nochmals wiederholen und zwar an der Hand eines riesigen Materials, dass die Rissöffnung des frisch geplatzten Follikels der Maus (solche und zwar nachweislich solche habe ich in sehr grosser Zahl zu sehen Gelegenheit gehabt) sich sehr bald ganz und gar schliesst und sogar auch in ganz kurzer Zeit überhäutet, was von seiten des Keimepithels um so schneller geschieht, als der Defekt in diesem im Gegensatz zu den viel weiteren Rissöffnungen von Kaninchen und Meerschweinchen nur ein ganz minimaler ist¹⁾.

Noch schlimmer aber ist es, was sich Jankowski S. 381 seiner Publikation mir gegenüber erlaubt. Ich habe in meiner

1) Der Riss wird nach Collabieren des Follikels etwa 20—25 μ gross sein, ebenso gross die Lücke im Keimepithel. Da eine Mitose etwa in 15 Minuten abläuft, kann in zwei Stunden das Keimepithel die Lücke mit Leichtigkeit geschlossen haben.

Arbeit über die Bildung des Corpus luteum der Maus geplatze und bereits geschlossene Follikel der Maus abgebildet, welche noch einzelne (4—6) Mitosen im Epithel zeigen. Jankowski versucht nun meine Angaben dahin zu korrigieren „dass es sich um einen gewöhnlichen Graafschen Follikel handelt, der, wie die vielen Mitosen im Epithel beweisen, in bester Entwicklung begriffen ist und der zufällig seinem¹⁾ Ovarium angehört, welches soeben einige Eier in die Tube befördert hat.“ Ich weiss nicht, ob sich Jankowski bewusst war, dass er, als er diese Worte schrieb, mich einer Fälschung beschuldigte. Denn wenn ich diese Bildungen als längst geplatze Follikel ausgabe und sie sind ungeplatze, so wäre das ein einfacher Betrug. Denn es ist doch sehr leicht festzustellen, ob ein Follikel schon geplatzt ist oder noch nicht; der geplatze enthält kein Ei mehr und der ungeplatze birgt noch ein solches in sich. Und ich habe selbstverständlich festgestellt, dass die betreffenden Follikel keine Eier enthielten, was mir, da ich überall lückenlose Serien verwandte (cf. meine Angaben l. c.), sehr leicht war. Übrigens sehen erst-ich auch im Wachstum begriffene Follikel der Maus ganz anders aus als meine Abbildungen, zweitens kommen halbausgebildete Follikel zur Zeit der Ovulation oder kurz nachher bei der Maus nicht vor. Auf alle Fälle ist die Angriffsweise Jankowskis auf mich eine derartige, dass ich nicht umhin kann, sie hier öffentlich als ganz unerhört zu kennzeichnen. Und der Seitenhieb auf v. Ebner wegen der Übernahme meiner Darstellungen in das Koellikersche Handbuch wird ebensowenig sein Ziel treffen. Wenn ein hervorragender Histologe wie v. Ebner jeden Irrtum ausschliesst, so wird das wohl seine Gründe haben und Ebner hat Gelegenheit gehabt wie viele andere Fachgenossen eine Anzahl meiner Präparate selbst zu sehen.

1) Es steht im Original „seinem“, nicht wie es wohl heissen soll: einem.

S. 381 seiner Publikation erklärt Jankowski er verstehe nicht recht, „wie man aus meiner Schilderung im frisch geplatzen Follikel des Kaninchens auf den Gedanken verfallen kann, dass aus einem derartigen Zellmaterial ein gut organisiertes Gebilde, wie Corpus luteum entstehen könnte.“ Auf den Gedanken braucht man nicht erst zu kommen, denn die Beobachtungen von mir, die ganz unabhängig von den meinigen gemachten von Honoré (4), die Nachuntersuchungen von Cohn (2) haben diese meine Behauptungen bestätigt. Und wenn sie Jankowski nicht versteht, so liegt das wohl an der Unkenntnis allgemeiner Vorstellungen über Dehnungsfähigkeit etc. von Epithelzellen überhaupt.

Auf Seite 382 seiner Publikation zeigt Jankowski ferner, dass er die in Frage kommende Litteratur einer äusserst flüchtigen Durchsicht unterzogen hat, sonst könnte er nicht die schier unglaubliche Behauptung aufstellen: „Was aus der inneren Thecenschicht wird, darüber sind Sobottas Angaben unbestimmt“. Ich dünke nicht. Ich habe mich mehrfach kurz aber bündig über deren Schicksal ausgesprochen und auch an einer ganzen Reihe von Abbildungen zu erläutern versucht. In meiner Arbeit über die Bildung des corpus luteum der Maus (13) habe ich mich z. B. S. 282--284 darüber ausgesprochen und durch Bilder wie Fig. 6a, 7 u. a. erläutert. Und Jankowski schiebt mir unter, ich hätte mich darauf beschränkt zu sagen, sie sei ein ausgezeichnetes Nähr- und Zellmaterial.

Das ist eine vollständige Entstellung meiner Angaben, gegen die ich mich genötigt sehe, hier wiederum öffentlich zu protestieren. Die Art, andere Autoren zu citieren wie sie Jankowski anwendet, indem er keine zehn Worte herausgreift und den Leser glauben macht, es sei das alles, was der citierte Autor über den fraglichen Punkt gesagt hätte, kann nicht genug an den Pranger gestellt werden. In ähnlicher Weise citiert Jankowski meine Angaben über die Umwandlung der inneren

Thecaschicht beim Kaninchen. Was auf S. 492/493 meiner Arbeit (14) gesagt ist, was in Figur 4a abgebildet und im Text erläutert ist, ist Jankowski anscheinend ganz und gar entgangen. Dass im Corpus luteum des Kaninchens spärliche Bindegewebszellen vorhanden und von mir dargestellt sind, dürfte ebenfalls kaum zutreffen. Wenn Jankowsky nachzählen wollte, so würde er finden, dass die Zahl der zwischen den Epithelzellen gelegenen und aus der inneren Thecaschicht hervorgegangenen Bindegewebszellen viel grösser, ja mehrfach so gross ist, als die der Epithelzellen. Und was sich in 28 Stunden am Corpus luteum für Veränderungen vollziehen, das kann nur die Beobachtung lehren, nicht die Ansicht von Jankowski. In 28 Stunden vollziehen sich auch bei der Maus und beim Meerschweinchen, und, wie viele andere Untersuchungen gezeigt haben, auch bei anderen Säugetieren gewaltige Veränderungen am geplatzten Graafschen Follikel.

Jankowski hat also keinen sprungreifen Follikel beobachtet, jedenfalls nicht den Beweis für eine solche Beobachtung erbracht. Auch stimmen seine Beschreibungen nicht mit dem Verhalten sprungreifer Follikel, die andere Autoren beobachtet haben, überein. Alles, was er in dem Kapitel seiner Arbeit über diesen Gegenstand sagt, ist daher hinfällig. Das hindert ihn aber nicht, anderen Autoren Beobachtungsfehler und Schlimmeres unterzuschreiben.

III. Die Umbildung des geplatzten Follikels zum Corpus luteum.

Ich lasse zunächst meine Beobachtungen über die Erscheinungen folgen, welche sich in der Wand des geplatzten Graafschen Follikels des Meerschweinchen vollziehen, wenn das Ei in die Tube getreten ist und dort (eventuell) befruchtet wird. Für diese Stadien stand mir ein sehr reiches Material zur Verfügung (über 10 Tiere), welches 12—33 Stunden nach der Be-

gattung getöteten Tieren entnommen wurde. Das früheste der in Betracht kommenden Stadien ist auf Figur 3 abgebildet, während in Figur 4 und 7 etwas ältere Umbildungsstufen dargestellt sind. Ich halte mich am besten bei der Darstellung an diese Abbildungen. Besonders wertvoll war es, dass die Eierstöcke des Tieres, dessen Präparate den Abbildungen der Tafel 19 zu Grunde liegen, in Flemmingscher Lösung konserviert waren. Dadurch war es möglich, wie wir unten noch sehen werden, eine viel deutlichere Abgrenzung der Elemente der inneren Theca-schicht und des Epithels vorzunehmen als es an Präparaten gelingt, die in Zenkerscher Lösung konserviert waren. Und gerade das war von grossem Nutzen, denn die in Frage kommenden Stadien der Ausbildung des Corpus luteum geben den sichersten Entscheid und absoluten Beweis für die Histogenese dieser Bildung.

Gehen wir zunächst von dem jüngsten der für dieses Kapitel in Rücksicht zu ziehenden Stadien aus, so sehen wir in Figur 3 Tafel 15/16 einen mittleren Längsschnitt eines typischen Präparates, das sich zum Ausgangspunkt unserer Beobachtungen sehr gut eignet. Das Tier, dem es entnommen wurde, war 12 Stunden nach der Begattung, 35 Stunden nach dem Wurf¹⁾ getötet worden. Auf den ersten Blick zeigt Figur 3 noch das Bild des geplatzten Follikels; nur fällt gegenüber dem frisch geplatzten Follikel auf, dass die Rissöffnung schon sehr stark verkleinert ist, ja fast schon verklebt. Denn nur auf 3 der 10 μ dicken Schnitte ist noch eine minimale Öffnung sichtbar. Ferner bemerkt man, dass namentlich bei der Betrachtung mit schwachen Vergrösserungen die noch im Zustand des frisch geplatzten Follikels so deutliche Abgrenzung von Theca und Epithel schwer erkennbar ist. Es gelingt zwar bei Anwendung stärkerer Ver-

¹⁾ Es hatten sich anscheinend die Eier erst einige Zeit nach dem Wurf gelöst.

grösserungen unschwer Theca und Epithel zu trennen, an manchen Stellen selbst bei schwacher Vergrösserung, aber es erweckt bei oberflächlicher Betrachtung fast den Anschein, als bestände die ganze Wand des Gebildes nur aus einer einzigen Zellage. Es rührt das hauptsächlich von zwei verschiedenen Ursachen her. Erstlich die dünne glashautähnliche Grenzmembrane zwischen Epithel und Theca ist nicht mehr zu erkennen; infolgedessen fehlt eine scharfe Abgrenzung beider Schichten, welche stellenweise unregelmässig ineinander übergreifen. Als zweite Ursache muss die angesehen werden, dass die Form der Epithelzellen sich geändert hat. Wie im sprungreifen, so auch im frisch geplatzen Follikel ist die Form der Epithelzellen eine längliche, jetzt nähert sie sich mehr der rundlichpolygonalen Gestalt und damit der Form der Zellen der Theca interna, welche letztere sie allerdings an Grösse übertreffen. Die Abänderung der Form der Epithelzellen muss wiederum als ein Zeichen ihrer Plasticität betrachtet werden. Hat der gegenseitige Druck der Zellen, welcher zu ihrer Abplattung im sprungreifen und frisch geplatzen Follikel führte, aufgehört, so trachten die Zellen wiederum eine rundliche Gestalt anzunehmen. Noch weitere Veränderungen zeigt die Epithelschicht als solche gegenüber dem frisch geplatzen Follikel; sie zeigt eine viel schärfere Begrenzung an ihrer Oberfläche als vorher, ja an der linken Seite der Abbildung (Fig. 3) ist die Begrenzung gegen die ehemalige Follikelhöhle eine fast schnurgerade. Es ist das dadurch zu erklären, dass die vorher zerstreut gelegenen Zellgruppen der sogenannten Retinacula an die Hauptmasse des Epithels Anschluss erhalten haben, was noch nicht im vollen Umfang der Fall ist, wie die rechte Seite der Abbildung und seitliche Durchschnitte zeigen, aber doch in viel höherem Grade als im Stadium des frischgeplatzen Follikels. Einzelne Epithelzellen liegen ganz abgesprengt in den zurückgebliebenen Resten des Liquor folliculi, Diese Zellen dürften sämtlich zu Grunde gehen; man

sieht an ihren Kernen auch deutliche Zeichen der Chromatolyse; das sind aber auch die einzigen, welche dieses Schicksal erleiden.

Auffällig gross erscheint die Höhlung des geplatzten Follikels der Figur 4. Man könnte fast glauben, dass hier eine nachträgliche Ausscheidung von Flüssigkeit erfolgt wäre, wie das bei der Maus die Regel ist. Da das Präparat der Fig. 4 jedoch noch nicht einmal eine geschlossene Rissöffnung besitzt, ist es unwahrscheinlich. Auch ist die Höhlung weniger gross, als sie scheint, da sie nur auf ganz wenigen Flachschnitten diese Grösse aufweist, in der Querausdehnung (senkrecht zur Schnittebene) sogar sehr schmal ist. Auch zeigen wenig ältere Präparate bereits ganz enge Höhlungen, und die Form der Höhlung dürfte wohl von der Gestalt des geplatzten Follikels abhängen, die ebenso wie bei der Maus und dem Kaninchen wohl auch beim Meerschweinchen etwas variieren kann.

Eine besondere Beachtung verdient das Verhalten der Theca interna unseres Präparates. Im grossen und ganzen zeigt diese zwar gegenüber dem frisch geplatzten Follikel keine Besonderheiten. Sie besteht aus grossen plasmareichen Zellen mit runden ziemlich chromatinarmen Kernen; dazwischen liegen Blutgefässe (Capillaren) und gelegentlich kleine Extravasate. Obwohl eine scharfe Abgrenzung gegen das Epithel fehlt, ist doch an der verschiedenen Zellform unschwer die Grenze bestimmbar. Durchmustert man jedoch zahlreiche Schnitte aufmerksam, so findet man schon jetzt, was in späteren Stadien viel deutlicher wird, Veränderungen an den Zellen der inneren Thecaschicht, welche auf ihr späteres Schicksal hindeuten. Namentlich in den Randschnitten des geplatzten Follikels, auf denen man grössere Flächen der Schicht zu Gesicht bekommt, findet man vereinzelte Mitosen in der Schicht. Diese betreffen sowohl die grossen plasmareichen Zellen als auch anscheinend das Gefässendothel. So darf man doch wohl wenigstens das Bild der Figur 3 a deuten. Die mitotische Figur — eine der wenigen, welche ich in diesem

Stadium beobachtet habe -- scheint einer Endothelzelle der angrenzenden Capillare anzugehören und die spindelförmige Zelle (gspr), welche sich von hier aus in das Epithel hineinsteckt, dürfte wohl als Gefässsprosse aufzufassen sein. Aber wie gesagt, solche Bilder sind jetzt noch recht selten.

Ich wende mich nun zu den auf Tafel 19 abgebildeten Präparaten. Sie stammen von zwei Corpora lutea eines und desselben Tieres, das 24 Stunden nach dem Wurf, 21 Stunden nach der Begattung getötet wurde. Die Eierstöcke waren in Flemmingscher Lösung konserviert worden, die Schnitte mit der von mir früher (l. c.) angewandten Eisenhämatoxylinmethode gefärbt. Die Flemmingsche Lösung ist nun zwar für die Eierstöcke des Meerschweinchens kein besonders gutes Konservierungsmittel, weil hier die Fehler, die der Lösung meist anhaften, ebenfalls auftreten, das heisst die verschiedenen Bestandteile des Gemisches dringen sehr verschieden weit und sehr verschieden schnell in das Gewebe ein, aber andererseits schwärzt der Osmiumgehalt des Gemisches soweit er eingedrungen ist, (denn gerade die Osmiumsäure dringt am schlechtesten vor) das Fett beziehungsweise die fettähnlichen Substanzen in den grossen plasmareichen Zellen der inneren Thecaschicht. Daher hebt sich diese Schicht, obwohl sie jetzt noch weniger scharf gegen das Epithel abgegrenzt ist, wie vorher, ihre Elemente sogar schon in das Epithel hineinwachsen, schon bei schwacher Vergrösserung deutlich ab.

Das Präparat, dessen Durchschnitt in Figur 7 Tafel 19 abgebildet ist, wurde bei der Anfertigung der Schnittserien nahezu der Quere nach getroffen, während die auf Figur 1—5 abgebildeten Durchschnitte Längsschnitte darstellen. Daher erklärt sich die etwas abweichende Form. Die Rissöffnung dieses geplatzten Follikels — oder wie wir ihn schon nennen können — dieses jungen Corpus luteum war schon vollständig geschlossen und auch nahezu mit Keimepithel überhäutet. Das Innere des

Gebildes ist sehr eng und enthält noch einige der in den früheren Stadien beobachteten fädigen Gerinnsel, die sehr intensiv gefärbt erscheinen. Grosse Enge des Lumens ist ein individueller Zustand, denn gleichalterige Corpora lutea desselben Eierstockes zeigen weitere Lichtungen, auch können ältere Corpora lutea sehr viel weitere Höhlungen im Innern zeigen, als jüngere (vergl. z. B. Fig. 6). Es wäre also verkehrt aus der Weite des Lumens ohne weiteres auf das Alter des Gebildes schliessen zu wollen, im Gegenteil, es scheint in späteren Stadien stets wieder zu einer Erweiterung der Höhle zu kommen.

Die beiden Hauptschichten des Graafschen Follikels, Epithel und Theca sind im Stadium der Figur 7 noch wohl zu unterscheiden, obwohl sie schon mannigfach ineinandergreifen. Vor allem fällt es auf und zwar bei der allerdings besonders zu diesem Zwecke geeigneten Färbung, die zufälligerweise angewandt wurde¹⁾, schon bei schwacher Vergrösserung, dass zwischen dem Epithel spindelförmige langgestreckte Zellen sich finden, namentlich in der Gegend der Thecagrenze, zum Teil aber auch schon tief in die Epithelschicht hineinragend. Die Epithelzellen selbst zeigen keine Besonderheiten²⁾, vor allem keine Erscheinungen von Vermehrung. Sehr undeutlich ist ihre Begrenzung gegen die Theca und, wenn die Zellen der letzteren nicht grösstenteils durch Fettschwärzung kenntlich wären, würde es oft noch schwieriger sein, die Grenze beider Schichten zu finden, wie im Stadium der Figur 3.

Besonders beachtenswert scheint mir das Verhalten der Theca in diesem Stadium, natürlich der Theca interna, denn die

1) Da ich von Rubaschkin unverarbeitetes Material dieses Stadiums vorfand, benutzte ich wiederum die gleiche Färbung. Besonders wenn die Schnitte nicht zu stark differenziert werden, erscheinen die ersten Bindegewebszellen im Epithel sehr dunkel gefärbt.

2) Die Kerne des Epithels der Fig. 7 erscheinen grösser als die der Fig. 3. Es hängt das von der verschiedenen Konservierung ab.

äussere Lage dieser Schicht spielt nur eine geringfügige Rolle bei der Bildung des Corpus luteum.

Während bisher an den plasmareichen Zellen der inneren Thecaschicht seit dem Follikelsprung keine nennenswerten Veränderungen zu konstatieren waren, zeigen sich solche jetzt in folgender Beziehung. Die im Stadium der Figur 3 sehr seltenen Mitosen finden sich jetzt häufiger in dieser Schicht wenn auch nicht gerade allzuhäufig und zwar nicht bloss im Endothel der Capillaren sondern auch in den grossen plasmatischen Zellen der Schicht selbst. Wie gesagt zeigt ein grosser Teil der inneren Thecazellen Fettkörnchen, die durch Osmiumsäure geschwärzt wurden. Andere Zellen lassen auch an Stellen, wo sicher die Osmiumwirkung bemerkbar ist (s. oben Seite 112) nichts von einer Schwärzung erkennen, besonders gilt das (ausser für Endothelzellen) auch für die in Teilung begriffenen Zellen. Über den grossen plasmareichen Zellen kommen nun aber Elemente vor, die man vorher teils garnicht teils nur vereinzelt fand. Am besten illustrieren diese Vorgänge Fig. 7a und 7b Taf. 19. Während 7b demselben Corpus luteum entstammt wie Figur 7, ist 7a ein Teil eines Durchschnittes eines anderen Corpus luteum desselben Eierstocks. Obwohl beide jungen Corpora lutea — wie zu erwarten — ungefähr gleich weit entwickelt waren, ist doch der Prozess der Veränderungen, welche die Zellen der inneren Thecaschicht durchmachen, nicht an allen Stellen der gleiche, so dass man selbst auf ein und demselben Querschnitt verschieden weit ausgebildete Strecken findet. Es hätten ebensogut beide Figuren 7a und 7b von ein und demselben Präparate stammen können, aber ich fand gerade zur Abbildung geeignete Stellen nicht im gleichen Präparat. 7a zeigt gleichsam den früheren, 7b den etwas weiter entwickelten Zustand.

In Fig. 7a erscheint die innere Thecaschicht wenig gegenüber dem Präparat 3a verändert. Eine der grossen Zellen steht

in Mitose. Neben den grossen Zellen finden sich schmale lange Kerne, die Zellen von der Form angehören, die mehr den gewöhnlichen Bindegewebszellen sich nähern. Besonders deutlich aber erscheinen langgestreckte spindelförmige dunkelgefärbte Zellen an der Epithel-Thecagrenze und zwischen den angrenzenden Epithelschichten selbst. Diese Zellen haben vorzugsweise radiäre Stellung, höchstens liegen sie leicht schräg. Auffällig ist die lockere Fügung der Zellmassen an der Grenze von Epithel und Theca. Hier finden sich in feinen Durchschnitten (10μ) oft direkt kleine Lücken.

Fig. 7b zeigt nun Ähnliches; aber der Vorgang, der in Fig. 7a schon erkennbar war, hat hier entschiedene Fortschritte gemacht. Zunächst fällt die grosse Breite der inneren Thecaschicht auf. Wenn diese nun auch zum Teil davon herrührt, dass der Schnitt der Fig. 7a durch eine schmale, der der 7b durch eine breite Stelle gelegt ist (die innere Thecaschicht ist ja schon an frisch geplatzten Follikeln sehr verschieden breit) so hat doch entschieden auch eine Verbreiterung der Schicht um diese Zeit stattgefunden, der nachher dann wieder eine Verschmälerung folgt. Die Zahl der Zellen, welche durch Osmiumsäure geschwärztes Fett enthalten, ist geringer geworden; überhaupt hat die Zahl der grossen Zellen etwas abgenommen, die der kleineren Zellen deutlich zugenommen. Mitosen sind in den Zellen der Abbildung Fig. 7b zufälligerweise nicht sichtbar; da ihre Zahl nicht besonders gross ist, trifft man nicht auf jedem Teile eines Durchchnittes Kernteilungsfiguren. Viel zahlreicher ist nun die Zahl der spindelförmigen Zellen, welche sämtlich wieder radiäre Richtung zeigen und hauptsächlich an der Epithelthecagrenze sich finden, zum Teil aber schon weit zwischen die Epithelzellen vordringen und sogar bereits radiäre Züge im Epithel bilden. Diese Zellen sind oft beiderseits stark zugespitzt oft auch an einem Ende deutlich verbreitert. Gelegentlich finden sich in ihnen Mitosen. Man findet nun nicht selten Zellen, welche ent-

schiedene Übergänge zwischen diesen Zellen und den jetzt häufig auftretenden kleineren Zellen der Theca interna mit länglichen Kernen darstellen. Natürlich kann man das nicht alles auf einer und derselben Abbildung sehen, und ich schliesse das selbstverständlich aus der Betrachtung zahlreicher Schnitte.

In der inneren Thecaschicht finden sich natürlich Kapillaren, ferner aber auch Reste der oben erwähnten kleinen Blutextravasate in Gestalt einzelner zum Teil schon veränderter (geschrumpfter) Blutkörperchen. Solche finden sich z. B. in Fig. 7b an der zerklüfteten Theca-Epithelgrenze (bl), in den Lücken, die sich hier, wie schon oben erwähnt, finden. Da die Zellen der inneren Thecaschicht durchschnittlich jetzt etwas kleiner sind als im Anfang und da sie sich damit der Grösse der Epithelzellen, die bis jetzt ja im wesentlichen unverändert geblieben sind, nähern, ist es oft unmöglich von einer einzelnen an der Grenze beider Schichten gelegenen Zelle zu sagen, ob sie dem Epithel oder der Theca angehört, zumal wegen der Zerklüftung der Epithel-Thecagrenze beide Zellformen ineinander übergreifen.

Was bedeutet nun das, was wir auf den Bildern der Tafel 19 sehen. Ich glaube die Deutung ist namentlich mit Rücksicht auf die Erscheinungen, die wir auch bei anderen Säugetieren sehen, nicht schwer. Die Theca schickt sich an sich in das Bindegewebe umzuwandeln, welches im Laufe der weiteren Entwicklung des Corpus luteum dessen Epithel durchwächst. Das geschieht in folgender Weise: die grossen plasmareichen Thecazellen teilen sich unter der Erscheinung der Mitose, wobei sie wahrscheinlich ihren aufgestapelten Reservevorrat an Fett aufzehren. Es entstehen durch die Teilung verhältnismässig kleine Zellen. Ob diese sich nochmals teilen oder ob sie unter Änderung ihrer Form direkt zu langen spindelförmigen Bindegewebszellen werden, lässt sich nicht leicht entscheiden. Die grosse Zahl von Bildern nach Art der Fig. 7a und 7b und ähnliche, die man an geeigneten Präparaten erhält, lassen wohl kaum einen

Zweifel über die Abstammung dieser Elemente zu. Natürlich werden zahlreiche, der in das Epithel vordringenden spindelförmigen Zellen Gefässsprossen sein, wie uns schon Fig. 3a lehrte und wie geeignete Bilder auch in diesem Stadium zeigen. Aber die Entscheidung, ob eine Zelle Gefässsprosse oder gewöhnliche Bindegewebszelle ist, ist sehr schwer zu erbringen, oft ist es geradezu unmöglich. Jedenfalls beobachtet man ausser in den grossen Thecazellen Mitosen auch in den Endothelzellen der Capillaren, in beiden Zellformen namentlich in der letzteren noch ziemlich spärlich. Die Umwandlung der beim Meerschweinchen ziemlich starken inneren Thecaschicht vollzieht sich also recht langsam. Neben den völlig ausgebildeten, in das Epithel eindringenden und zum Teil schon eingedrungenen spindelförmigen Zellen finden sich noch intakte fettbeladene plasmareiche Thecazellen. Auffällig ist es, dass diese Spindelzellen sehr rasch und weit in das Epithel vordringen und dessen Dicke bald durchwachsen. Da sie sich selbst auch innerhalb des Epithels (um diese Zeit noch sehr selten) teilen, so erfolgt schon durch die Richtung der Teilungsebene ein radiäres Vorwachsen.

Ich schliesse nun hier gleich ein Stadium an, das in Fig. 4 abgebildet ist. Es zeigt wiederum einen nicht ganz genau gerichteten mittleren Längsschnitt durch ein junges Corpus luteum, das einem 33 Stunden nach dem Wurf und nach der Begattung getöteten Tiere entnommen wurde. Die Eierstöcke waren in Zenkerscher Flüssigkeit konserviert worden. Es fällt gegenüber dem vorigen Stadium eines besonders auf, das ist der deutliche schon bei schwacher Vergrösserung erkennbare Beginn der Hypertrophie der Epithelzellen. Die Grenze von Epithel und Theca ist zwar auf den ersten Blick nicht leicht zu erkennen, erscheint aber stellenweise gerade durch die zahlreichen kleinen Hohlräume deutlich. Man bemerkt nun leicht, dass die an die Theca grenzenden Epithellagen grössere Elemente enthalten als die inneren, dem stark verengerten Lumen zugekehrten Abschnitte

des Epithels. Noch deutlicher wird der Unterschied dadurch, dass die hypertrophierten äusseren Lagen mit Eosin stärker gefärbt erscheinen als die inneren. Es mag sein, dass durch ein Konservierungsartefact der Grössenunterschied noch künstlich gesteigert worden ist, denn es macht das sehr enge fast völlig reduzierte Lumen und die dichte Zusammenpressung der innersten Zellagen fast den Eindruck, als sei hier durch die ja in dieser Beziehung nicht unschuldige Zenkersche Lösung ein Schrumpfung des Gewebes eingetreten. Selbst davon abgesehen bleibt noch ein erheblicher Grössenunterschied bestehen. Es beginnt also jetzt die von mir und zahlreichen Untersuchern beschriebene Hypertrophie des ehemaligen Follikelepithels, welche für die Entwicklung des Corpus luteum so charakteristisch ist und in der Umwandlung der Follikelepithelzellen in die charakteristischen „Luteinzellen“ des ausgebildeten gelben Körpers besteht. Vorläufig handelt es sich noch um eine reine Hypertrophie; später treten auch Mitosen in den Epithelzellen auf, es kommt neben der Hypertrophie, die die Hauptrolle spielt, auch zur Hyperplasie.

Eigentümlich ist nun — und ich habe das weder bei der Maus noch beim Kaninchen zu beobachten Gelegenheit gehabt —, dass beim Meerschweinchen die Hypertrophie der Epithelzellen sehr deutlich von der Peripherie aus beginnt und gegen das Centrum hin fortschreitet. Ich habe das sehr deutlich an mehreren jungen Corpora lutea zweier Tiere, weniger deutlich auch bei einem dritten Tiere finden können; ein Zufall kann es also nicht sein. An und für sich ist es ja auch sehr erklärlich, dass eine Hypertrophie an der Stelle zuerst auftritt, wo durch das Einwachsen von Bindegewebe und Gefässen die Zellen Nährmaterial zur Hypertrophie erhalten.

Ferner zeigt das in Fig. 4 abgebildete junge Corpus luteum eine weitere Eigentümlichkeit; es prominirt über die Eierstocksoberfläche, eine Erscheinung die in der Folge wegen der weiter

vorschreitenden Hypertrophie des Epithels noch zunimmt. Die ehemalige Rissstelle ist längst verschlossen und vom Keim-epithel bereits überhäutet! Sonst zeigt sich keine nennenswerte Veränderung gegenüber dem Stadium der Tafel 19. Die Bindegewebszellen und Gefässsprossen finden sich wohl bereits etwas zahlreicher, wenn sie auch auf Fig. 4 infolge der weniger geeigneten Färbung und Konservierung viel weniger deutlich hervortreten und erst bei stärkerer Vergrößerung bis in alle Einzelheiten verfolgt werden können. Mitosen finden sich auch jetzt in den Zellen der Theca, wohl etwas reichlicher als vorher, immerhin aber noch recht spärlich. Auch ist die Thecaschicht namentlich stellenweise noch recht breit.

Was sagt nun Jankowski (6) über die einschlägigen Entwicklungsstadien des Corpus luteum? Zunächst wird bemerkt, dass die Untersuchungen sich auch auf das Meerschweinchen beziehen und zwar auf ein junges Corpus luteum, das von einem Tiere stammte, welches kurz nach dem Wurfe getötet wurde. Diese Angabe ist nicht genau genug, um zu ersehen, was Jankowski untersucht und auch abgebildet hat; denn was „kurz nach dem Wurf“ bedeutet, wird dem Leser nicht klar. Da die Stadien, um welche es sich handeln könnte, aber erst 20—30 Stunden nach dem Wurfe beobachtet werden, und man das wohl kaum kurz nach dem Wurfe nennen kann, so bleibt dieser Punkt unklar. Soweit wir wissen, platzen Graafsche Follikel bei Säugetieren immer erst nach der Geburt höchstens wohl während des Wurfes, jedenfalls nicht vorher. Wenn also Jankowski kurz nach dem Wurfe untersucht hat, hätte er höchstens frischgeplatzte Follikel gesehen.

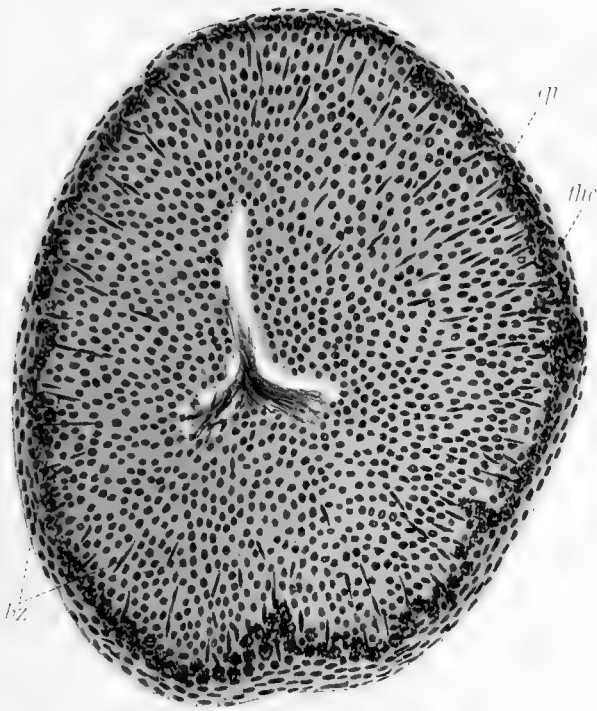
Doch das ist nebensächlich. Interessanter ist es zu hören, was Jankowski über seine Befunde angibt. Es lautet wörtlich: „Nachdem ich das Corpus luteum im Anfange seiner Entwicklung im frisch geplatzten Follikel einer genauen Erörterung unterzogen habe, kann ich mich über die weiteren Vorgänge

um so kürzer fassen, da ich mich über das Schicksal der Tunica interna wie auch des Follikelepithels genügend geäußert habe. Letzteres kommt bei der weiteren Entwicklung des Corpus luteum kaum in Betracht. Wie schon erwähnt, wurde dasselbe zum Teil ausgestossen und was zurückbleibt, geht sehr bald, da es jeden Halt verloren hat und in der Säftezufuhr beeinträchtigt ist, zu Grunde, wobei die Kerne am längsten standhalten“.

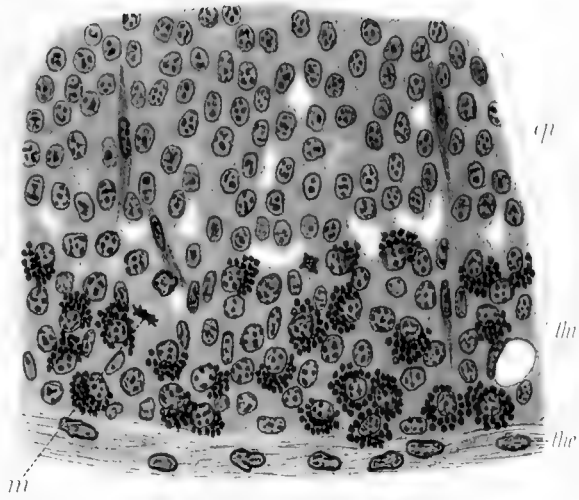
Auf wie schwachen Füßen diese Behauptungen von Jankowski stehen und wie wenig sie durch seine Beobachtungen gestützt werden, haben wir oben schon gesehen. Wie soll das Epithel ausgestossen werden und durch welche Kraft, nachdem der Follikel geplatzt ist? Wie soll es herauskommen, wenn die Rissöffnung geschlossen oder gar überhäutet ist? Wir haben oben gesehen, dass von alledem und ebensowenig von Zugrundegehen von Epithel die Rede ist. Weil aber Jankowski gerne die epitheliale Abstammung des Corpus luteum abstreiten möchte, wohl auf Veranlassung dessen, auf dessen Rat er seine Untersuchungen unternommen hat, versteigt er sich zu der unbewiesenen und, wie ich nun auch für das Meerschweinchen selbst nachweisen kann, ganz falschen Behauptung, dass das Epithel gar nicht mehr in Betracht käme. In wenigen Zeilen bespricht dann Jankowski kühn, wie sich die Ausbildung des Corpus luteum gestaltet. Die Zellen der Tunica interna (? soll wohl heissen Theca) verschliessen bald die Rissöffnung, „wobei die Ränder der Rissstelle verkleben, um später wieder zu verwachsen.“ Dann soll die Follikelhöhle verkleinert werden und von der gequollenen Glashaut ausgekleidet sein. Später soll dann Gefässentwicklung folgen (Gefässe sind doch in der Theca interna von Anfang an enthalten), die auch den im Raum der ehemaligen Follikelhöhle gelegenen „weichen Pfropf“ durchwuchert. Letztere soll aus geronnenem Blut und Resten gleichfalls geronnener (?) Follikelflüssigkeit bestehen.

Nun giebt Jankowski auch eine Abbildung des frühen

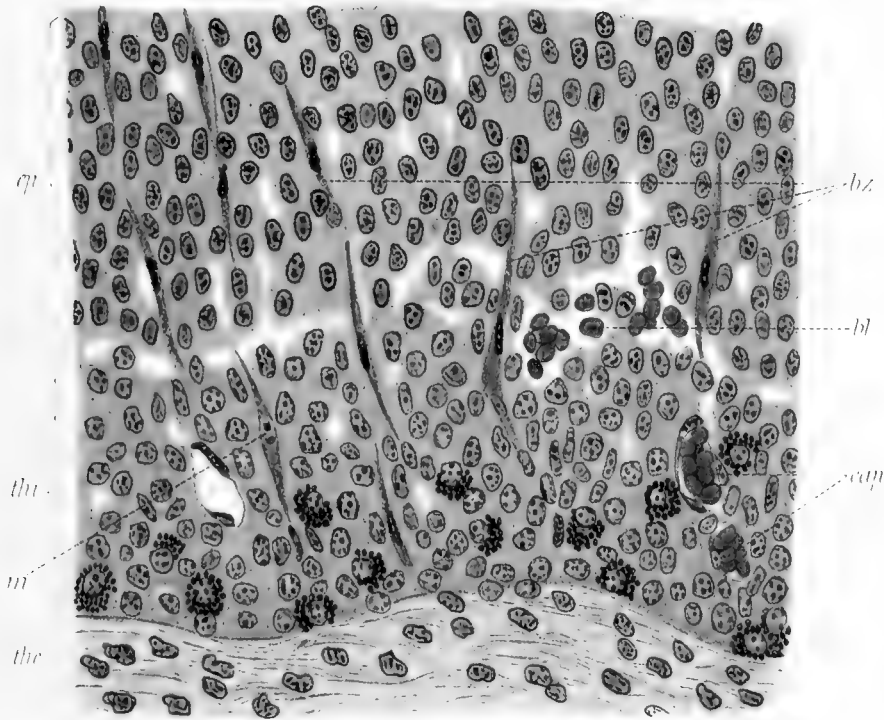
7



7^a



7^b





Stadiums des Corpus luteum vom Meerschweinchen. Die Hoffnung, durch diese Abbildung aufgeklärt zu werden, ist eitel. So kann das, was Jankowski beobachtet hat — möge es aus dem Meerschweincheneierstock sein, was es wolle — nicht ausgesehen haben. Ich erspare mir jede Kritik. Jeder Histologe und in histologicis Bewanderte sieht an der Abbildung von Jankowski genügend, dass es sich hier um eine ganz und gar nicht naturgetreue hochgradig schematisierte Darstellung handelt.

4. Die weitere Ausbildung des Corpus luteum.

Die für die weitere und endgültige Ausbildung des Corpus luteum in Frage kommenden Stadien sind auf Fig. 5, 5 a und b und 6 dargestellt. Ich beginne zuerst mit Figur 5. Das hier im Längsschnitt abgebildete Corpus luteum ist einem zwei Tage nach dem Wurf getöteten Tiere entnommen. Um diese Zeit zeigt sich die stärkste Umwälzung in der Wand des Organs, auch finden sich jetzt die Zeichen der regsten Vermehrung seiner Elemente. Gegenüber dem Stadium der Figur 4 finden sich mannigfache Veränderungen. Zunächst finden wir eine wesentliche Grössenzunahme des jungen Corpus luteum, ferner eine erhebliche Differenz in der Färbung. Es nimmt jetzt saure Anilinstoffe, wie Eosin, sehr stark an und hebt sich dann, ähnlich wie das ausgebildete Corpus luteum, stark durch seine rötliche Färbung vom übrigen Eierstockgewebe ab. Im übrigen erinnert das Bild doch noch sehr an das der Figur 4. Die Höhlung im Innern verhält sich ähnlich, erscheint — wohl zufälligerweise — etwas grösser. Die Prominenz über die Eierstocksoberfläche an der ehemaligen Rissstelle des Follikels ist noch stärker geworden.

Am wichtigsten ist nun die Betrachtung des Baues der Wandung eines solchen zwei Tage alten gelben Körpers des Meerschweinchens. Schon das Übersichtsbild zeigt, dass Bindegewebszüge und zum Teil deutliche spaltförmige Lumina, von

platten Zellen begrenzt, in meist radiärer Richtung durch die ganze Dicke der Wand hindurchragen und nahezu bis an die Höhlung im Innern heranreichen. Ferner sieht man, dass die zwischen diesen Radiärzügen gelegenen Zellen sich erheblich gegenüber dem vorigen Stadium vergrössert haben. Den besten Aufschluss aber geben die in stärkerer Vergrösserung abgebildeten Figuren 5 a und 5 b. Die erstere ist demselben Corpus luteum entnommen, das in Figur 5 abgebildet ist, während 5 b einen Teil eines Durchschnittes eines anderen jungen Corpus luteum desselben Tieres darstellt. Es ist wohl unschwer möglich, diese Bilder mit denen der Tafel 19, Fig. 7 a und b zu vergleichen und die Fortschritte zu erkennen, welche die Ausbildung des Corpus luteum gemacht hat, zumal wenn man sie mit Präparaten, welche im Alter der Fig. 4 stehen, vergleicht. Dass die mit Eosin ziemlich lebhaft gefärbten polygonalen Zellen mit runden Kernen, welche die Hauptmasse des Präparates bilden, das gegenüber dem Stadium der Fig. 4 noch weiter hypertrophierte Epithel des ehemaligen Graafschcn Follikels darstellen, wird nach dem oben Angeführten wohl niemand in Zweifel ziehen können. Die Hypertrophie, welche im vorhergehenden Stadium sich nur auf die äusseren Epithellagen erstreckte, ist jetzt mit dem Vorwachsen der Bindegewebszüge bis an die Höhlung des jungen Corpus luteum vorgeschritten, so dass jetzt alle Epithelzellen gleichmässige Grösse haben. Während bisher nur eine Hypertrophie zu beobachten war, zeigt sich nun auch eine, wenn auch nicht besonders erhebliche, Vermehrung der Zellen. Man findet von diesem Stadium an Mitosen im Epithel. Zwar ist es oft nicht mit Sicherheit festzustellen, ob eine karyokinetische Figur in einer Epithelzelle liegt oder in einer benachbarten Bindegewebs- bzw. Endothelzelle, in vielen Fällen dürfte das aber doch mit Leichtigkeit gelingen (Fig. 5 a und b epm). Die Zahl der Epithelmitosen bleibt allerdings hinter der der Bindegewebsmitosen weit zurück.

Zwischen den hypertrophierten Epithelzellen liegen nun Bindegewebszüge bzw. Gefässsprossen und junge Capillaren in grosser Zahl. Die Hauptrichtung ist eine radiäre, nur vereinzelt eine schräge. Die Bindegewebszüge streben dem Innenraum des jungen Corpus luteum zu, ohne ihn aber in diesem Stadium bereits zu erreichen. Sie sind dicker und reichlicher in der Peripherie, d. h. an der Seite, von der sie ausgehen, spärlicher und dünner gegen das Centrum hin. Betrachtet man diese Züge näher, so sieht man, dass sie aus spindelförmigen Zellen mit platten länglichen, ziemlich grossen Kernen bestehen. Häufig finden sich in ihnen Mitosen, welche mit ihrer Achse radiär gestellt sind wie die ganzen Zellketten und -stränge, aus denen sich die Gebilde aufbauen. Die schmale lange Form dieser karyokinetischen Figuren ist so charakteristisch, dass man sie sogleich auch ohne ihre topographischen Beziehungen als Bindegewebsmitosen erkennt. Zahlreiche der Radiarzüge schliessen nun feine, ebenfalls radiär gerichtete Lumina ein, in einigen, namentlich in den peripherischen weiteren findet man bereits Blut, so dass die Bedeutung dieser Lumina als Capillaren oder in Bildung begriffene Capillaren nicht in Frage gestellt werden kann. Dass diese Capillaren durch Sprossung aus den Gefässen der Theca hervorgehen, darauf wurde schon oben aufmerksam gemacht. Fig. 5 b zeigt uns diesen Vorgang ebenfalls sehr deutlich. Das verhältnismässig weite Gefäss der Theca zeigt auf dem abgebildeten Durchschnitt allein drei Mitosen. Von ihm aus geht ein teilweise schon hohler, aber noch kein Blut enthaltender Radiärspross aus, dessen Zellen (auf den benachbarten Schnitten) ebenfalls Mitosen zeigen.

Den oben beschriebenen Bau, hypertrophiertes Epithel mit dazwischen gelegenen Radiärzügen aus Bindegewebe und Endothelzellen zeigt fast die ganze Wand des jungen Corpus luteum im Stadium der Figur 5. Was ist nun aus der Theca geworden? Die äussere Thecalage ist ziemlich unverändert geblieben. Da

das Corpus luteum jetzt bereits wesentlich grösser ist als der frisch geplatze Follikel, so kann es nicht wunder nehmen, wenn man gelegentlich auch die eine oder andere Mitose in den Zellen dieser Schicht findet (Fig. 5 b them). Anders steht es mit der ehemaligen inneren Thecaschicht. Der Prozess der Umwandlung dieser in Bindegewebszüge, wie wir ihn auf Fig. 3 a und Fig. 7, 7 a und b in seinen Anfängen sehen, ist nun fast vollendet. Zwischenstufen findet man in genügender Zahl bei Betrachtung von Präparaten des Stadiums der Fig. 4. Im Stadium der Figur 4 bestanden die Radiärzüge noch aus einzelnen Zellen, welche der Mehrzahl nach erst eine geringe Strecke ins Epithel vorgedrungen waren. Jetzt sind diese Züge viel zahlreicher und bestehen aus Zellreihen und -ketten. Teils ist die enorme Vermehrung der aus Epithel vorgedrungenen Bindegewebs- und Endothelzellen auf eigene Teilung der im Epithel bereits befindlichen Zellen zurückzuführen, grossenteils aber auf denselben Prozess, der den ersten Zellen den Ursprung gab, d. h. es erfolgt die Vermehrung dieser Zellen auf Kosten der inneren Thecaschicht. Wie weit die letztere dabei völlig „verschwindet“¹⁾, kann ich bei dem vom Meerschweinchen gewonnenen Material nicht entscheiden, wenigstens nicht mit annähernd der Sicherheit, wie ich das bei der Maus konnte. Das Meerschweinchen ist hierin, wie in vielen anderen Beziehungen, ein ungleich viel schwierigeres Objekt. Man gewinnt bei aufmerksamer Betrachtung von Präparaten dieses Stadiums den Eindruck, als ob manche Zellgruppen in der Nähe der äusseren Thecaschicht wie bei thi in Fig. 5 a unveränderte Reste der ehemaligen inneren Thecaschicht seien; auch die Mitose thim in Fig. 5 b könnte man für die einer Zelle der inneren Thecaschicht halten. Aber sicher ist das nicht. Vielleicht dass Präparate mit Konservierung durch

¹⁾ Wenn ich sage „verschwindet“, so kürze ich durch diesen Ausdruck das ab, was ich vorher ausführlich beschrieben habe. Ich muss das bemerken wegen der andauernden Missverständnisse Jankowskis (s. ob. S. 107).

Flemmingsche Flüssigkeit hier Aufklärung geben könnten. Solche besitze ich jedoch von diesem Stadium nicht. Man wird also auf Grund der Befunde, welche das Stadium der Fig. 5 ergibt, annehmen müssen und dürfen, dass sich die innere Thecaschicht grösstenteils oder fast ganz in spindelzelliges Bindegewebe aufgelöst hat, welches das Epithel fast seiner ganzen Dicke nach durchwachsen hat.

Ich schliesse nun das Stadium der Figur 6 an, das letzte, welches ich beschreibe. Es stellt einen Querschnitt durch ein $2\frac{1}{2}$ Tage altes Corpus luteum dar. Das ganze Gebilde ist jetzt mächtig gewachsen, bereits viel grösser als der sprungreife Follikel war, vielfach so gross wie der frisch geplatze. Es rührt das nicht bloss von einer weiteren Verdickung der Wand her, sondern auch von einer weiteren sehr merkwürdigen, aber anscheinend konstanten Erscheinung. Der im Stadium der Figg. 4 und 5 so stark verengte Hohlraum wird nun wieder weiter. Am bemerkenswertesten aber ist sein Inhalt. Zunächst enthält er — anscheinend auch konstant — ein Blutcoagulum, ferner ein feines, dieses umgebende Netzwerk, von sternförmigen Bindegewebszellen. Woher die letzteren stammen, dürfte nicht unklar sein. Man sieht schon bei der schwachen Vergrösserung, mit Hilfe derer das Präparat der Figur 6 abgebildet ist, dass die radiären Bindegewebszüge die ganze Dicke der Wand des Corpus luteum durchwachsen haben und nun im Innern der Bildung den Bindegewebskern um das Coagulum gebildet haben. Woher aber stammt das letztere? Da es sich fast in allen der mir von diesem Stadium zur Verfügung stehenden Präparaten findet, wenn auch sehr verschieden gross, kann man es nicht als etwas Zufälliges betrachten. Da es vorher nicht da war, muss es erst im Laufe der Entwicklung des Corpus luteum entstanden sein. Das „wie“ wird schwierig, das „wozu“ gar nicht zu beantworten sein. Ähnliches, d. h. eine nachträgliche centrale Blutung kommt weder bei der Maus noch beim Kaninchen vor.

Wie ist nun der Bau der Wand eines solchen Corpus luteum von 2^{1/2} Tagen? Er unterscheidet sich in nichts wesentlichem von dem des ausgebildeten gelben Körpers. Die Epithelzellen sind noch stärker hypertrophiert; ihr Protoplasma färbt sich stark mit Eosin, so dass das ganze Gebilde auf dem mit Hämatoxylin-Eosin gefärbten Eierstocksdurchschnitt durch seine intensiv rote Färbung hervortritt. Auch in diesem Stadium findet man noch Mitosen in den Epithelzellen, aber noch spärlicher als im Stadium der Figur 5. Sehr reichlich dagegen sind noch die Mitosen im Bindegewebe und Capillarendothel. Die Capillaren, denn um ausgebildete, grösstenteils bluthaltige Capillaren handelt es sich jetzt bereits, haben noch vorzugsweise radiäre Richtung, wenn auch nicht mehr ausschliesslich. Die vorher gleichfalls radiären Bindegewebszüge dagegen sind vielmehr zerteilt in einzelne — zwischen den Epithelzellen in allen möglichen Richtungen verlaufende, platte, spindelförmige Zellen, so dass kleine Gruppen von Epithelzellen fast allseitig von Bindegewebszellen umgeben werden, wie im ausgebildeten Corpus luteum. Die Bindegewebszellen gehen jetzt von der äusseren Thecaschicht durch die ganze Dicke des Epithels kontinuierlich bis zu dem centralen Bindegewebskern. Eine innere Thecaschicht lässt sich nicht mehr erkennen. Auffällig sind die äusserst breiten sinusartigen Capillaren in der Peripherie des Corpus luteum.

Ich kann mit dem Stadium der Figur 6 meine Betrachtungen schliessen. Figur 6 stellt zwar noch kein völlig ausgebildetes Corpus luteum dar, aber doch ein solches, das in seinem Bau vom Endzustand nur noch durch etwas geringere Grösse sich unterscheidet, denn die Hypertrophie der Epithelzellen hat jetzt noch nicht ihren Höhepunkt erreicht. Ich verfüge noch über drei Tage alte Corpora lutea vom Meerschweinchen, doch zeigen die Präparate gegenüber dem der Figur 6 keine nennenswerten Veränderungen; auch die zugehörigen Eier zeigen sogar ein jüngeres Entwicklungsstadium.

Schlussbetrachtungen.

Meine Untersuchungen über die Bildung des Corpus luteum des Meerschweinchens haben also folgendes ergeben: Das zur Zeit des Follikelsprunges völlig intakte Epithel bleibt mit Ausnahme der Zellen, welche mit dem Ei zusammen entleert werden, nach dem Follikelsprung erhalten, ohne irgend welche Zeichen der Degeneration zu zeigen, desgleichen ein Teil des Liquor folliculi. Bald nach dem Follikelsprung verklebt die Rissöffnung, die vorher deutliche Grenze von Epithel und Theca interna (Glashaut) wird undeutlich. Die innere Thecaschicht zeigt ausser einer Hyperämie und damit verbundenen leichteren Schwellung am (frisch) geplatzen Follikel keine Veränderungen gegenüber dem Verhalten im sprungreifen Follikel. Nach einiger Zeit treten in Zellen der inneren Thecaschicht Mitosen auf und zwar sowohl im Endothel der Blutgefässe (Capillaren) als auch in den grossen plasmareichen Zellen dieser Schicht, welche zur Zeit des Follikelsprunges und auch noch nach diesem Zeitpunkt grossenteils mit feinen Fettkörnchen beladen sind. Durch die Vermehrung der Endothelzellen der Blutgefässe kommt es zur Bildung von Gefässsprossen, welche von der inneren Thecaschicht aus in radiärer Richtung in das Epithel vordringen; durch die Teilung der grossen plasmareichen Thecazellen entstehen kleinere Zellformen mit länglichen Kernen, welche sich in spindelförmige, ebenfalls radiär ins Epithel vordringende Zellen umbilden. Die Umwandlung der inneren Thecaschicht vollzieht sich sehr langsam und allmählich. Die ins Epithel vordringenden Bindegewebszüge und Gefässsprossen vermehren sich sowohl durch Teilung ihrer eigenen Zellen als auch durch Nachschub von seiten der inneren Thecaschicht, so dass man in gewissen Entwicklungsstadien reichlich Mitosen in den Elementen dieser Bestandteile des jungen Corpus luteum findet. Die radiären Bindegewebszüge dringen weiter gegen das Cen-

trum des Corpus luteum vor, die Gefässsprossen bekommen Lumina und treten bald mit dem Blutgefässsystem der ehemaligen Follikeltheca in Communication. Hand in Hand mit diesen Veränderungen der inneren Thecaschicht geht eine Hypertrophie der Epithelzellen, welche anscheinend von der Peripherie gegen das Centrum hin fortschreitet. Ihr folgt bald auch eine Hyperplasie, indem auch eine, wenn auch nie erhebliche Vermehrung der Elemente des Epithels zu beobachten ist.

Durch diese Vorzüge wird das junge Corpus luteum wesentlich grösser als das frisch geplatze Follikel, wobei nicht bloss eine Resorption des im Innern zurückgebliebenen Liquorrestes erfolgt, sondern auch eine Hervorwölbung über die Eierstocksoberfläche bemerkbar wird. Die anfangs nur verklebte Rissstelle des ehemaligen Follikels hat sich inzwischen völlig geschlossen und ist vom Keimepithel bereits überhäutet worden.

Die Epithelschicht — schon am geplatzen Follikel weit mächtiger als die Theca — wird durch diese Vorgänge zu einer dicken, das mehrfache der ehemaligen Dicke betragenden Gewebslage. Durch eine weitere Bindegewebsproduktion seitens der Theca, durch reichliche Vermehrung der im Epithel gelegenen Bindegewebszellen kommt es zu einer noch ausgiebigeren Verteilung des Bindegewebes im Epithel, so dass schliesslich kleine Gruppen von Epithelzellen allseitig vom Bindegewebe umgeben werden. Das gleiche gilt von den Gefässsprossen. Durch weitere Sprossung entstehen seitliche Zweige des Capillarsystems, das in die ehemalige Epithelschicht hineingewachsen ist, so dass schliesslich das ausgebildete Corpus luteum ein sehr reichliches Gefässnetz erhält. Während die Höhlung des jungen Corpus luteum sich anfangs verkleinert, kommt es später wieder zu einer wesentlichen Vergrösserung. Nachdem das Bindegewebe die ganze Dicke der Epithelschicht durchwachsen hat, dringt es in diese Höhlung ein und bildet hier einen centralen Bindegewebskern.

Ob durch den Prozess, welcher zur Bildung von Bindegewebe seitens der inneren Thecaschicht führt, diese ganz aufgelöst wird, d. h. sämtliche plasmareiche Zellen der Schicht verschwinden, lässt sich nicht mit Sicherheit an dem von mir untersuchten Material entscheiden. Die Möglichkeit, dass Zellen der inneren Thecaschicht unverändert bleiben, lässt sich nicht ausschliessen, da die angewandten Färbungs- beziehungsweise Konservierungsmethoden zur weiteren Entscheidung der Frage nicht ausreichen.

Durch den Follikelsprung kommt es zu kleinen Blutungen in die Theca sowohl wie in das Epithel. Solche entstehen anscheinend auch nach dem Follikelsprung, insbesondere findet man fast immer grössere Blutcoagula im Centrum von gelben Körpern, die der Ausbildung nahe sind. Irgendwelche Rolle im Aufbau und der Histogenese des Corpus luteum spielen diese Blutmengen nicht.

Auch in den Zellen der äusseren Thecaschicht kommen spärliche Mitosen zur Beobachtung, die sich wohl sehr einfach dadurch erklären, dass diese Schicht ihre Elemente beim Wachstum des ganzen Gebildes ebenfalls vermehren muss, soll sie nicht einfach mechanisch gedehnt werden.

Die Bildung des Corpus luteum verhält sich beim Meerschweinchen genau so wie bei der Maus und beim Kaninchen und wie bei den anderen Säugetieren, bei denen einwandfreie Untersuchungen angestellt worden sind (Sorex, Tupaja, Tarsius, Schaf, Fledermäuse, Beutelmarder, Ziesel). Vor allem glaube ich auch hier wieder von neuem die Thatsache festgestellt zu haben, dass das Corpus luteum epithelialen Ursprungs ist.

Ich habe mehrmals Gelegenheit gehabt (13—16), die Litteratur über unseren Gegenstand zusammenzustellen, das letzte Mal (16) erst vor kurzer Zeit. Seitdem ist die Litteratur über diesen Gegenstand zunächst durch die Arbeit von Jankowski (6) bereichert worden. Ich habe bei der speziellen Beschreibung

meines Materials dieser Arbeit schon mehrfach gedenken müssen. Es ist jedoch leider das noch nicht erschöpft, worüber ich mit Jankowski abzurechnen habe. Zunächst sucht Jankowski die Mangelhaftigkeit seines Material (zum Teil Schlachthausmaterial) zu entschuldigen, welches dem von mir geforderten und doch ganz selbstverständlichen Verlangen, das Alter der Corpora lutea nach dem Alter der entleerten und befruchteten Eier zu bestimmen¹⁾, nicht entspricht. Dabei spricht sich Jankowski auch folgendermassen aus: „Es ist auch Sobotta nicht gelungen, bei den in Bildung begriffenen Corpora lutea die entsprechende Zahl befruchteter Eier aufzufinden; die letztere war stets kleiner als die Zahl der Corpora lutea. So fand Sobotta bei einem Kaninchen mit sieben Corpora lutea nur vier Eier“ etc. „Daraus geht doch deutlich hervor, dass selbst Sobotta zum Teil seine Forderung fallen lassen musste. Dass die Möglichkeit, bei Sobottas Verfahren das Ei des entsprechenden Corpus luteum aufzufinden, eine sehr geringe ist, leuchtet danach ein.“ Diese Sätze habe ich mit Staunen gelesen, mehrmals gelesen, um mich zu überzeugen, dass ich mich nicht getäuscht hatte. Ich glaube, ich brauchte nicht auf diese Bemerkungen zu antworten, ich fürchte aber, dass, wenn ich es unterlasse, eine Verständigung mit Jankowski erschwert werden könnte.

Zunächst ist die Behauptung von Jankowski falsch, dass die Zahl der von mir gefundenen befruchteten Eier stets kleiner war als die Zahl der Corpora lutea. Bei dem Material, auf das sich meine ersten Mitteilungen über das Corpus luteum der Maus stützen, habe ich stets alle zu dem geplatzen Follikel ge-

1) Diese Forderung stelle ich doch in erster Linie deswegen auf, damit man sicher ist, wirklich in Ausbildung begriffene Corpora lutea vor sich zu haben. Dabei kann im wesentlichen das Entwicklungsstadium des befruchteten Eies für das Alter des Corpus luteum massgebend sein, natürlich cum grano salis. War der Follikel schon einige Zeit vor der Begattung geplatzt, so kann trotz früheren Entwicklungsstadiums des Eies das Corpus luteum älter sein als in einem Falle, wo der Follikelsprung erst nach dem Coitus erfolgte.

hörigen Eier (weit über 1000) untersucht. Denn damals arbeitete ich über die Befruchtung und Furchung des Mäuseeies; mir lag damals in erster Linie an den Eiern, die Corpora lutea waren mir zunächst Nebensache; sie fielen als Nebenprodukte ab. Damit wäre die erste Ungenauigkeit in der Behauptung von Jankowski nachgewiesen. Nun scheint aber Jankowski, wie aus dem folgenden hervorgeht, in erster Linie meine Arbeit über das Corpus luteum des Kaninchens im Auge zu haben. Hier kam es mir darauf an, Entwicklungsstadien des Corpus luteum zu finden, nicht die Befruchtung oder Furchung des Kanincheneies zu studieren. Infolgedessen waren die Eier hier Nebensache für mich, ich habe sie lediglich aufgesucht und zum Teil konserviert, zum Teil nur flüchtig frisch untersucht, um ihr Entwicklungsstadium festzustellen. Die meisten habe ich gar nicht einmal aufgehoben. Bei der Maus konnte ich alle Eier gut finden, weil die ganze Tube in Serienschnitte zerlegt wurde. Mir konnte keines entgehen. Einer derartigen Arbeit konnte, wollte und durfte ich mich beim Kaninchen nicht unterziehen. Wozu auch? Ich suchte daher die Eier mit der Lupe auf; in den jüngeren Stadien, wenn das Ei noch keine Eiweißhülle hat, dadurch, dass ich meist die Tube mit Flüssigkeit ausspritzte, wobei die Mehrzahl der Eier herausgespült wurde. Dass dabei, zumal wenn man kein Interesse an besonderer Sorgfalt hat, das eine oder andere Ei verloren geht, ist wohl nicht wunderbar. In späteren Stadien, wenn ich vermutete, dass die Eiweißhülle schon gebildet sei, habe ich die Tube aufgeschnitten und mit der Lupe die Eier in den Schleimhautfalten aufgesucht. Schon beim Aufschneiden kann man ein Ei verletzen und es verlieren. Ferner kann man leicht eines übersehen, zumal wenn die Eiweißhülle doch noch nicht gebildet ist. Auch lag mir ja absolut nicht daran, alle Eier aufzufinden. Da doch alle gleichaltrig sind, genügt es ja vollständig, an der Hälfte das Alter festgestellt zu haben. Das

also ist der Grund, weswegen ich weniger Eier fand als Corpora lutea da waren! Das habe ich aber auch schon in meiner damaligen Veröffentlichung angegeben. Ein aufmerksamer Leser hätte das leicht gefunden. Selbst aber wenn ich bei 10 Corpora lutea (gleichen Alters) nur ein einziges Ei gefunden hätte, so hätte eines der Corpora lutea oder geplatzten Follikel doch diesem Ei angehört. Was also Jankowski „einleuchtet“, das leuchtet mir gar nicht ein. Auch hätte das eine Ei genügt, um das Alter auch der andern Eier zu bestimmen, um das Alter aller 10 Corpora lutea zu bestimmen.

Noch in einem anderen Punkte musste ich Jankowskis Citate korrigieren. Jankowski schreibt in seinen Schlussbetrachtungen nochmals, ich könnte beim Kaninchen nichts Bestimmtes über den Verbleib der inneren Thecaschicht aussagen, ich liesse sie einfach verschwinden. Ich habe schon oben gezeigt, dass diese Angabe von Jankowski eine vollständige Entstellung meiner Angaben ist, gegen welche ich nochmals hiermit protestiere. Wenn Jankowski sich berufen fühlt, meine Angaben zu citieren, so darf ich wohl verlangen, dass das richtig und vollständig geschieht, sonst ist es kein Citat, sondern eine Entstellung. Das gleiche gilt, wie schon oben auseinandergesetzt, von der Beschreibung und Vergleichung meiner Abbildungen auf S. 385 seiner Publikation, wo Jankowski die entscheidenden Zwischenstadien einfach ausser Acht lässt. Zum Schluss schreibt dann Jankowski:

„Der Zweck dieser Zeilen sollte sein, hinzuweisen, dass die Lehre vom epithelialen Ursprung des Corpus luteum noch manche Lücke zeigt und nach den eingehenden und sorgfältigen Arbeiten Sobottas noch keineswegs gesichert ist.“ Jetzt nennt also Jankowski meine Arbeiten eingehend und sorgfältig und vorher sucht er sie — allerdings unter Anwendung nicht ganz sicherer Beweismittel — schlecht zu machen. Wozu diese Captatio benevolentiae? Entweder sind meine Arbeiten schlecht, wie es Jan-

kowski erst so überzeugend nachweist und dann lobt man sie nicht hinterdrein, oder sie sind gut, und dann macht man sie nicht vorher schlecht. Erst weist Jankowski in „überzeugender Weise“ nach, dass das Follikel­epithel bei der Histogenese des Corpus luteum gar nicht in Betracht käme, und am Schluss meint er, die Lehre vom epithelialen Ursprung des Corpus luteum habe noch manche Lücke. Wenn Jankowski Recht hat, dann hat die Lehre doch keine Lücke, sondern ist einfach grundfalsch. Es scheint also, dass Jankowski selbst kein rechtes Vertrauen zu seinen Resultaten hat.

Sehr bequem macht es sich Jankowski mit der Litteratur. Dass er sich im wesentlichen nur mit meinen Veröffentlichungen beschäftigt, entschuldigt er zwar am Schlusse. Warum er meine Publikationen nicht genauer gelesen hat und unzusammenhängende und entstellte Citate herausgreift, dafür finde ich keine Entschuldigung. Und wenn nun in meiner Arbeit über die Entwicklung des Corpus luteum beim Kaninchen Jankowski etwas unklar geblieben wäre, warum sieht er sich nicht die Publikationen der beiden anderen Autoren (2,5) über den gleichen Gegenstand an? Soviel darf man wohl mindestens verlangen. Auch in dieser Beziehung steht die Veröffentlichung von Jankowski auf einem nicht entschuldbaren Standpunkt. Soviel von dieser.

Ausser der Arbeit von Jankowski ist seit meiner letzten Zusammenfassung die Veröffentlichung von Völker (19) im Archiv für Anatomie und Physiologie (Anatomische Abteilung) erschienen. Sie enthält im wesentlichen die gleichen Angaben wie die frühere schon in meiner vorigen Zusammenfassung berücksichtigte Arbeit. Völker hat sich speziell mit Rücksicht auf die Versuche Jankowskis die epitheliale Abkunft des Corpus luteum zu leugnen, zu einer Veröffentlichung entschlossen. Gegen Jankowskis Auffassungen und die Unzulänglichkeit seiner Beobachtungen und Behauptungen wendet sich auch

Marshall (9) in einer zusammenfassenden Übersicht der Ergebnisse der Corpus luteum-Forschung der letzten Zeit. Nicht zugänglich sind mir die Mitteilungen von Paladino¹⁾.

Gedenken muss ich ferner noch einer Angabe in der Veröffentlichung von Böshagen (1) über Rückbildungsprodukte Graafscher Follikel. Auf Grund seiner Beobachtungen an atretischen Follikeln, deren innere Thekaschicht jene von vielen Säugtieren bekannte Hypertrophie zeigte, welche den Zellen des Corpus äusserst ähnliche Gebilde erzeugt, glaubt sich Böshagen berechtigt, die Vermutung auszusprechen, dass die grossen „Lutein“-Zellen des Corpus luteum beim Menschen ebenfalls bindegewebiger Herkunft sind. Vorsichtigerweise spricht Böshagen von Vermutung, denn ein Wissen kann nur die Untersuchung der Entwicklung bringen. Aber ist eine solche Vermutung berechtigt? Ich glaube, wenn man die Angelegenheit ganz unparteiisch und sine ira et studio betrachtet, so muss man sagen: nein. Die äusserliche Ähnlichkeit einer Zellform berechtigt nicht zur Entscheidung der Frage der Abstammung, das lehren zahllose Beispiele in der Entwicklungsgeschichte. Wenn man nun z. B. das Verhalten des Kanincheneierstockes berücksichtigt, so findet man, dass die „Luteinzellen“ des Corpus luteum aus dem Epithel hervorgehen und die ihnen so ausserordentlich ähnlichen Zellen gewisser Formen atretischer Follikel (*Corpora lutea atretica* nach Koelliker) aus der inneren Thecaschicht. Warum soll das beim Menschen anders sein?

Wenn die Untersuchungen so zahlreicher Autoren (siehe das Litteraturverzeichnis bzw. meine früheren Zusammenfassungen) für viele Säugtiere der verschiedensten Gattungen und Familien

¹⁾ Paladino, Giovanni, Le mitosi nel corpo luteo e le recenti congetture sulla significazione di questo. M. Taf. Arch. Ostetr. e Ginecol., Anno 12, Nr. 2, S. 65—72, und La mitose dans le corps jaune et les récentes conjectures sur la signification de cette formation. Arch. Ital. de Biol., Vol. 43, S. 292—298.

an einwandfreiem Material den Nachweis erbringen, dass das Corpus luteum dieser Tiere vom Epithel aus seinen Ursprung nimmt, ist man dann berechtigt, anzunehmen, zu vermuten, dass dem beim Menschen nicht so sei? Ich glaube nein, denn sonst müsste man die Berechtigung jeder entwicklungsgeschichtlichen Thatsache, die nicht beim Menschen selbst gefunden wurde, für diesen leugnen. Und wir stützen uns doch in der Embryologie noch vielfach auf tierische Befunde und werden das noch lange Zeit thun müssen. In der äusseren Form vollzieht sich ja mancher Prozess beim Menschen und dem einen oder anderen Säugetier sehr verschieden, aber es entsteht doch z. B. nicht das gleiche Organ beim Menschen aus dem einen, bei einem Säugetier aus dem andern Keimblatt. Wer es nicht anerkennen will, dass man die Befunde bei Säugetieren auf die Entstehungsweise des Corpus luteum des Menschen übertragen darf, den kann man nicht zwingen. Aber der darf auch nicht Hypothesen auf Vermutungen aufbauen, die nach dem, was wir von Säugetieren wissen, höchst unwahrscheinlich sind, sondern der muss warten, bis ein glücklicher Zerfall das beweisende Material vom Menschen liefert.

Unbegreiflich ist es mir, wie leichtsinnig mit der Behauptung seitens mancher Autoren umgegangen wird, das Epithel ginge nach dem Follikelsprung zu Grunde. Wenn wir keinen Prozess kennen würden, bei dem thatsächlich das Epithel zu Grunde geht, so könnte man sich ja einen (sehr unwahrscheinlichen) Modus vorstellen, dass er sich gleichsam in nichts auflöse. Nun beobachtet man aber bei der Follikelatresie, die ich schon oben erwähnt habe, wie zuerst Flemming (3) in so schöner Weise gezeigt hat, dass das Epithel einer langsamen Auflösung unterliegt, welche sehr deutliche sichtbare Spuren hinterlässt, nämlich die Chromatolyse. Dieser Prozess dauert tagelang, vielleicht wochenlang, bis alles Epithel verschwunden ist; also viel länger als die gesamte Ausbildung des Corpus luteum, welche

doch nach Auffassung dieser Autoren erst nach dem Verschwinden des Epithels beginnen könnte. Die Behauptungen, dass im Epithel Chromatolyse schon von dem Follikelsprung vorkommt, beruht, wie schon oben erwähnt, auf der Verwechslung mit atretischen Follikeln, die aus dem gleichfalls oben (S. 98) angeführten Gründen ungleich viel häufiger beobachtet werden als sprungreife.

Nachdem ich nun auch für das Meerschweinchen¹⁾ den Nachweis erbracht habe, dass das Corpus luteum epithelialen Ursprungs ist, und nachdem früher von mir für die Maus und das Kaninchen, von Stratz (17) für Sorex, Tupaja und Tarsius, für Fledermäuse von vander Stricht (18), für das Schaf von Marshall (8), für den Beutelmarder von Sandes, für das Ziesel von Völker (19), für das Kaninchen ausserdem noch von Honoré und von Cohn der gleiche Nachweis erbracht worden ist, kann man doch nicht gut davon sprechen, dass diese Frage noch strittig sei, wie es so oft unter anderen auch bei Böhshagen geschieht.

Würzburg, im Januar 1906.

Nachtrag.

Ich hatte das Manuskript für diese Arbeit schon abgeschlossen, musste aber zwei der Übersichtsbilder unzeichnen, die ich ursprünglich stärker vergrössert entworfen hatte, damit die Bilder, bei derselben Vergrösserung dargestellt unmittelbar und leicht miteinander vergleichbar wären. Mit der Neuzeichnung dieser Bilder noch beschäftigt, gelangten zwei dieses Thema berührende Arbeiten in meine Hände. Zunächst die von Loeb (7). Loeb hat zufälligerweise das gleiche Objekt untersucht, über das ich hier berichtet habe, die Entwicklung des Corpus luteum des

¹⁾ Dass sich früher schon Belloy, dessen Arbeit mir unzugänglich geblieben ist, mit dem gleichen Gegenstand beschäftigt hat, ist von mir früher (13) schon berücksichtigt worden.

Meerschweinchens und zwar mit dem gleichen Resultat wie ich, soweit aus der bisher nur erschienenen vorläufigen Mitteilung ersichtlich ist. Loeb konstatiert ebenfalls, dass das Follikel-epithel erhalten bleibt, wenn auch Zellen, die der Follikelhöhle benachbart liegen, degenerieren. Wenn Loeb damit die wenigen oben (S. 95) erwähnten Zellen meint, so muss man ihm zustimmen. Mehr Zellen als diese degenerieren nach meinen Präparaten aber nicht. Ebenso wenig entstehen die mit Eosin sich rotfärbenden Fasern aus degenerierenden Epithelien; sie sind vielmehr schon im ungeplatzen Follikel gleichfalls vorhanden. Relativ früh beobachtet Loeb schon Mitosen im Epithel allerdings nicht konstant. Ferner beobachtete Loeb auch Mitosen in den Zellen der inneren aber auch der äusseren Thekaschicht, ferner im Endothel dieser. Die Zellen der inneren Thekaschicht sollen nicht verschwinden, sondern einen Teil des Corpus luteum bilden. Ferner beschreibt Loeb in ähnlicher Weise, wie ich es oben gethan habe, das Hineinwachsen der Blutgefässe ins Epithel. Relativ spät findet er eine völlige Überhäutung durch Keimepithel nämlich erst nach 50 Stunden. Auch eine nachträgliche Vergrösserung der Höhle des Corpus luteum beobachtete Loeb.

Zur genaueren Vergleichung unserer Befunde wird es gut sein, die ausführliche Veröffentlichung von Loeb abzuwarten. Dass die Theca interna sich ganz erhält, wenigstens die grossen Thecazellen erscheint mir ausgeschlossen, wohl aber könnten Reste zurückbleiben, wie ich oben angab. Genauen Aufschluss über diesen Punkt vermochte ich ja an der Hand des von mir untersuchten Materials nicht zu geben.

Viel weniger berührt unseren Gegenstand die Arbeit von L. Seitz (12), da er sich nur mit der Follikelatresie beschäftigt. Indes kommt Seitz doch mehrfach auf die uns interessierende Frage zu sprechen. Um Verwechslungen vorzubeugen, nennt Seitz die grossen Zellformen, welche bei gewissen Arten der

Follikelatresie aus den Plasmazellen der inneren Thecaschicht entstehen, Thecaluteinzellen im Gegensatz der den aus dem Epithel hervorgehenden Luteinzellen des Corpus luteum. Es muss überhaupt anerkannt werden, dass sich Seitz im Gegensatz zu vielen anderen Autoren der gynäkologischen Litteratur in sehr vorsichtiger Weise über die Verwertung seiner Befunde in Betreff der Histogenese des Corpus luteum ausdrückt. Was Seitz gesehen hat, lässt sich, wie er angiebt, ebenso gut für die epitheliale, wie für die bindegewebige Abkunft des Corpus luteum verwerten. Mit Recht fragt Seitz, wie es möglich sei, dass Autoren (L. Pick, Jaffé) noch heute die Ansicht aussprechen können, dass die Lehre von der epithelialen Abstammung der Luteinzellen etwas Überwundenes sei. Vielleicht lassen sich die Autoren jetzt durch mich und Loeb belehren.

Würzburg, Februar 1906.

Litteraturverzeichnis.

1. Böshagen, A., Über die verschiedenen Formen der Rückbildungsprodukte der Eierstocksfollikel und ihre Beziehungen zu Gefäßveränderungen des Ovariums etc. Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäk. Bd. LIII. H. 2. 1904.
2. Cohn, F., Zur Histologie und Histogenese des Corpus luteum etc. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 62. 1903.
3. Flemming, W., Über die Bildung von Richtungsfiguren im Säugetierei beim Untergang Graafscher Follikel. Arch. f. Anatomie u. Physiologie. Anat. Abt. 1885.
4. Honoré, Ch., Recherches sur l'ovaire du lapin. I. Note sur les corps de Call et Exner et la formation du Liquor folliculi. Arch. de Biologie Tome XVI. 1899.
5. — Dasselbe II. Recherches sur la formation du Corps jaune. Ebda.
6. Jankowski, Beitrag zur Entstehung des Corpus luteum der Säugetiere. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 64. 1904.
7. Loeb, L., Über die Entwicklung des Corpus luteum beim Meerschweinchen. Anat. Anzeig. Bd. XXVIII. 1906.
8. Marshall, F. H. A., The oestrous cycle and the formation of the corpus luteum in the sheep. Philos. Transact. Roy. Soc. of London. Tbl. 196. 1903.
9. — The Development of the Corpus luteum a Review. Quart. Journ. of micr. science. Vol. 49. Pl. 1905.
10. Rubaschkin, W., Über die Reifungs- und Befruchtungsprozesse des Meerschweincheneies. Anat. Hefte. Bd. 29. 1905.
11. Sandes, J. P., The corpus luteum of *Dasyurus viverrinus* etc. Proc. Linn. Soc. of New South Wales. 1903.
12. Seitz, L., Die Follikelatresie während der Schwangerschaft, insbesondere die Hypertrophie und Hyperplasie der Theca-Interna-Zellen (Theca-Luteinzellen) und ihre Beziehungen zur Corpus luteum-Bildung. Arch. f. Gynäk. Bd. 77. 1906.
13. Sobotta, J., Über die Bildung des Corpus luteum bei der Maus. Anat. Anz. Bd. 10. 1895 und Arch. f. mikr. Anat. Bd. 47. 1896.

14. Sobotta, J., Über die Bildung des Corpus luteum beim Kaninchen. Anat. Hefte. 1897.
 15. — Über die Entstehung des Corpus luteum der Säugetiere. Ergebn. d. Anat. u. Entwicklgesch. Bd. VIII u. XI. 1899 u. 1902.
 16. — Wesen, Entwicklung und Funktion des Corpus luteum. Sitzber. d. Phys.-med. Gesellsch. Würzburg 1904.
 17. Stratz, C. H., Der geschlechtsreife Eierstock. Haag 1898.
 18. van der Stricht, O., La ponte ovarique et l'histogénèse du corpus jaune. Bull. Acad. roy. de Belgique. 1901.
 19. Völker, O., Über die Histogenese corporis lutei beim Ziesel. Bull. intern. Acad. Sc. Bohême 1903 und Arch. f. Anat. u. Phys. Abt. 1905.
-

Figurenerklärung.

Tafel 15/19.

Fig. 1. Sprungreifer Graafscher Follikel des Meerschweinchens 12 Stunden nach der Begattung (ca. 18 Stunden nach dem Wurf). Vergr. 60 fach.

Fig. 2. Frisch geplatzter Follikel desselben Eierstocks. Ei im Periovarialraum. Vergr. 60 fach.

Fig. 2a. Teil der Wand des in Fig. 2 abgebildeten Präparates. Vergr. 250 fach.

Fig. 3. Geplatzter Graafscher Follikel des Meerschweinchens, 35 Stunden nach dem Wurf, 12 Stunden nach der Begattung. Vergr. 60 fach. Eier in der Tube frisch befruchtet (Spermakopf).

Fig. 3a. Teil der Wand des in Fig. 3 abgebildeten Follikels. Vergr. 250 fach.

Fig. 4. Junges Corpus luteum des Meerschweinchens, 33 Stunden nach Begattung und Wurf (Eier in der Tube, erste Furchungsspindel). Vergr. 60 fach.

Fig. 5. In der Ausbildung begriffenes Corpus luteum des Meerschweinchens, 2 Tage nach Wurf und Begattung. Vergr. 60 fach.

Fig. 5a. Teil der Wand des in Fig. 5 abgebildeten Corpus luteum. Vergr. 250 fach.

Fig. 5b. Teil der Wand eines anderen Corpus luteum gleichen Alters wie Fig. 5 (und aus dem gleichen Eierstock). Vergr. 250 fach.

Fig. 6. Corpus luteum des Meerschweinchens 2¹/₂ Tage nach Begattung und Wurf. Eier im Uterus (8 Zellenstadium). Vergr. 60 fach.

Fig. 7. Junges Corpus luteum eines Meerschweinchens 24 Stunden nach dem Wurf, 26 Stunden nach der Begattung. Eier in der Tube (Vorkerne). Vergr. 60 fach.

1) Die Figuren 1—5 sind so orientiert, dass die Eierstocksoberfläche nach oben sieht. Alle Figuren der Tafel 15—19 sind nach Mikrophotographien gezeichnet.

Fig. 7 a. Teil der Wand eines gleichaltrigen Corpus luteum des gleichen Eierstocks wie Fig. 7. Vergr. 400 fach.

Fig. 7 b. Teil der Wand des gleichen Corpus luteum wie Fig. 7. Vergr. 400-fach.

Erklärung der angewandten Abkürzungen.

bl Blutkörperchen.
bz Bindegewebszüge.
cap Capillaren
cb centraler Bindegewebskern.
ep Epithel.
epm Epithelmitosen.
gspr Gefässsprossen.
m Mitosen.
ov Ei.
the Theca externa.
thi Theca interna.

ÜBER DIE
MITOCHONDRIEN

UND DEN

GOLGISCHEN BILDUNGEN ANALOGE STRUKTUREN IN
EINIGEN ZELLEN VON HYACINTHUS ORIENTALIS.

VON

A. E. v. SMIRNOW,
TOMSK.

Mit 8 Figuren auf Tafel 60.



Bis zur Mitteilung von Fr. Meves sind Mitochondrien oder Chondromiten nur in tierischen Zellen beschrieben worden. Auf der Sitzung der Deutschen Botanischen Gesellschaft vom 27. Mai 1904 gelangte die Arbeit von Fr. Meves, betitelt „Über das Vorkommen von Mitochondrien bezw. Chondromiten in Pflanzenzellen“ zum Vortrag. Dieselbe ist darauf in den „Berichten der Deutschen Botanischen Gesellschaft“, XXII. Jahrgang, H. 5., 1904, pp. 284—286 abgedruckt worden. „Ich habe“, heisst es da, „eine gelegentliche Beobachtung an Tapetenzellen gemacht, welche die Pollenfächer jugendlicher Antheren von *Nymphaea alba* auskleiden“. Das Objekt war mit W. Flemmingscher Mischung bearbeitet und die Paraffinschnitte mit Eisenalaun-Hämatoxylin in der Modifikation von Meves (Strassburgers Botanisches Practicum, IV. Aufl., p. 70) gefärbt worden. „An diesen Stellen“, sagt Meves, „bieten die Tapetenzellen folgendes Bild: Ihre Zellsubstanz ist von feinen, aber ungleich grossen Vacuolen dicht durchsetzt. Sie schliesst einen oder zwei Kerne ein, welche typische Osmiumwirkung zeigen. Ausserdem aber enthält sie lange, unregelmässig gewundene, ziemlich dicke Fäden, welche sich mit Eisenhämatoxylin intensiv schwarz gefärbt haben (Taf. XV, Fig. 1 u. 2). In den meisten Zellen sind sie an einer oder zwei Stellen zu dichteren Knäueln zusammengeballt. Diese Fäden können nun auf Grund ihres Aussehens und ihrer Färbbarkeit nicht wohl etwas anderes sein, als die von tierischen

Zellen bekannten Chondromiten“ Diese Fäden hat Meves ausschliesslich in Zellen mit ruhendem Kern beobachtet.

Gebilde, die identisch mit den von Meves beschriebenen sind, habe ich schon Ende Januar 1903 in einigen ruhenden Zellen des Wurzelparenchyms von *Hyacinthus orientalis* nach Bearbeitung des Materiales mit W. Flemmingschem Chromessigsäuregemisch und Färbung der Schnitte mit Eisenalaun-Hämatoxylin nach M. Heidenhain gesehen. Schon damals fiel mir ihre Ähnlichkeit mit den Mitochondrien der spermatogenen tierischen Zellen und den Golgischen Strukturen auf, ich entschloss mich aber nicht, und kann es auch jetzt nicht thun, diese Gebilde mit den erwähnten Strukturen in tierischen Zellen zu identifizieren.

Ende Dezember v. Js. stiess ich zufällig auf die citierte Arbeit von Meves, was mich veranlasste meine früheren Untersuchungen wieder aufzunehmen und ein wenig zu erweitern. Dank der Liebenswürdigkeit meiner verehrten Kollegen Prof. W. W. Ssaposchnikow und Priv.-Doz. P. N. Kryloff, denen ich hiermit meinen verbindlichsten Dank ausspreche, hatte ich die Gelegenheit Ende Januar d. Js. die Wurzeln zweier Zwiebeln von *Hyacinthus orientalis* untersuchen zu können. Ausserdem untersuchte ich mit demselben Ziele die Keime von Erbsen.

Die Enden der Wurzeln von *Hyacinthus orientalis*, in der Länge von mehr als 1—1,5 cm und die Keime von *Pisum sativum* wurden in folgende Reagentien und Gemische gebracht: in 1—2% wässrige Osmiumlösung, in wässrige oder kochsalzhaltige gesättigte Sublimatlösung, Spiritus (70, 80 und 90%), Formalin (2,5—5%), in R. Altmann'sches Gemisch aus Osmium und doppelchromsaurem Kali, in W. Flemmingsche Chromosmiumessigsäure- und Chromessigsäuregemische und in ein von mir schon lange bei tierischen Geweben mit Erfolg angewandtes Gemisch aus gleichen Teilen 5% wässriger Kaliumbichromat

lösung, reinen Formalins und Acetum pyrolignosum. (Dieses Gemisch wird nach 24stündigem Stehen filtriert und erst alsdann zur Bearbeitung der Objekte benutzt.) Die besten Resultate erzielte ich bei den Wurzeln von *Hyacinthus orientalis* mit den W. Flemmingschen Gemischen, und namentlich mit dem Chromessigsäuregemische. Die Keime von *Pisum sativum* lieferten die besten Präparate bei Behandlung mit gesättigter wässriger Sublimatlösung, der concentrirte Essigsäure (5 ccm auf 100 ccm Sublimatlösung) zugesetzt war.

Die Stücke waren in Paraffin eingebettet. Die Schnitte wurden entweder nach der ursprünglichen Methode von W. Heidenhain, oder nach der in Kiel von Fr. Meves modificierten Methode gefärbt, mit oder ohne nachfolgende Färbung mit Bordeaux R. Hier muss ich bemerken, dass 1—2% Osmiumlösungen, die ich bei Pflanzenzellen nach Kopsch anwandte (Dauer der Wirkung 2—30 Tage), mir nur negative Resultate gaben, während sie bei verschiedenen tierischen Zellen aufs Erfolgreichste von mir benutzt wurden, und zwar nicht nur zur Auffindung der Golgischen Strukturen im Protoplasma der Nervenzellen, sondern auch in den verschiedensten Zellen der verschiedenartigsten Wirbeltiere, angefangen mit Fischen und hinauf bis zum Menschen.

Die Strukturen, die ich beobachtet habe und die die Untersuchungen von Meves bestätigen, versuchte ich auch an frischen Hyacinthenwurzeln, ohne vorherige Bearbeitung derselben, an Schnitten bei starker Vergrößerung aufzusuchen. Ich fand bei diesen Versuchen im Protoplasma einiger ruhender Zellen der Wurzeln, in einiger Entfernung vom Wachstumsconus, Fäden, die sich in der Gegend des Kernes gruppierten, und solche, die im Wandprotoplasma der Zellen lagen. Diese Fäden hatten grosse Ähnlichkeit mit denen, die sich an den mit Reagentien behandelten und gefärbten Präparaten so deutlich hervorheben.

Auf Schnitten von Hyacinthenwurzeln, die mit den genannten W. Flemmingschen Gemischen behandelt und mit Eisenalaun-Hämatoxylin gefärbt waren, erschienen eigentümliche, im Protoplasma eingelagerte Fäden tiefschwarz gefärbt, während das Spongionplasma vollständig oder fast farblos war. Einige, namentlich die weniger gefärbten, Fäden, erscheinen aus Körnchen zusammengesetzt, die nicht selten kettenförmig aneinander gereiht sind. Die Fäden haben eine verschiedene Länge und verlaufen mehr oder weniger gewunden, liegen bald mehr bald weniger weit voneinander entfernt, bald sind sie innig miteinander verflochten, einen Knäuel bildend. Der grösste Teil der Fäden liegt in der Umgebung des Kernes, bald sich an seinen Polen sammelnd, bald mehr oder weniger gleichmässig ihn umgebend. In den übrigen Bezirken des Protoplasmas liegen sie entweder vereinzelt oder in Gruppen und zuweilen sieht man in den Wandteilen des Protoplasmas reichliche Ausammlungen von Fäden und Körnchenkettten. Die angegebene Beschreibung bezieht sich auf Zellen mit ruhendem Kern und hauptsächlich auf solche, die im centralen Teile der Wurzeln, in der Nähe der Gefässbündel, gelegen sind. Jedoch nicht nur in den ruhenden Zellen, sondern auch in solchen, die sich in Teilung und Wachstum befinden, kann man die beschriebenen Fäden finden, namentlich die ihnen analogen Körner, die gleichfalls tiefschwarz gefärbt sind. Dabei wird die Zahl der Fäden geringer; sie zerfallen offenbar zu Körnern; ihre Dicke ist weit geringer, als in den ruhenden Zellen.

In den jungen Zellen überhaupt, besonders aber in denen, die sich in karyomitotischer Vermehrung befinden, werden die angegebenen Fäden durch Körner ersetzt, die die gleiche Färbung zeigen, wie die Fäden, und in verschiedener Gruppierung erscheinen — in Form von Körnchenkettten oder Körnchenhaufen, die dicht beieinander liegen. Die Körnchen befinden sich am häufigsten zu den Seiten oder in der Peripherie der

Fig. 1



Fig. 2

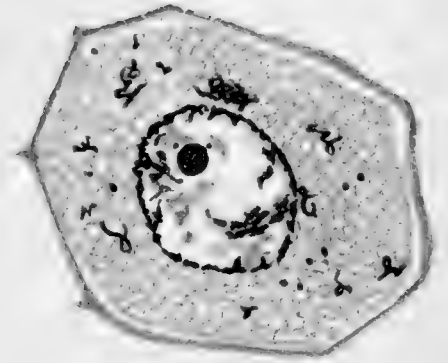


Fig. 3



Fig. 4

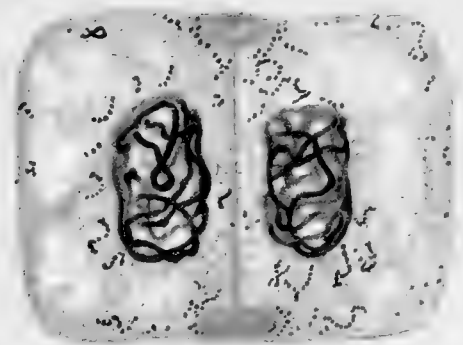


Fig. 5



Fig. 7

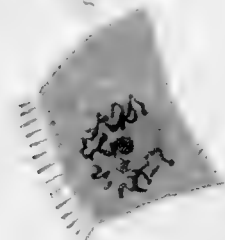


Fig. 6



Fig. 8



achromatischen Spindel und finden sich in geringerer Menge an den Polseiten der Spindel.

Zur Erläuterung des Gesagten und um noch einige Details anzugeben, schreite ich zur Beschreibung der Zeichnungen in der beigelegten Tafel. Die Zeichnungen sind mittelst der Abbé'schen Camera lucida ausgeführt.

Figur 1 zeigt eine ruhende Zelle aus der Hyacinthenwurzel, die nicht weit vom Gefässbündel gelegen ist. (Zeiss, Ocular 12, Apochr. [homogene Immersion] 2 mm, Apert. 1,40, bei 160 mm Tubusauszug.) Das Objekt war mit W. Flemmingschem Chromessigsäuregemisch behandelt. Es handelt sich um einen Längsschnitt durch die Wurzel, der mit Eisenalaun-Hämatoxylin nach M. Heidenhain gefärbt ist. Nachfärbung des Protoplasmas mit Orange G. Auf dem Schnitte war ein dichtes Netz spongioplasmatischer Fäden zu sehen, welches auf der Zeichnung durch diffuse Gelbfärbung wiedergegeben ist. Das Protoplasma hat sich auf der einen Seite um den Kern zusammengeballt, auf der anderen Seite ist es wandständig; beide Teile sind miteinander durch Protoplasmabrücken verbunden. Innerhalb der im Längendurchmesser durchschnittenen Zelle und näher zum wandständigen Teil derselben findet sich eine grosse Zahl von mit Zellsaft gefüllten Hohlräumen, was auch an Rasiermesserschnitten an der frischen Hyacinthenwurzel an den entsprechenden Zellen beobachtet wird. Der von Protoplasma umgebene Kern besteht aus einer körnigen Hülle, Körnchen im Kernsaft und einem Kernkörperchen mit Kernchen und das Kernkörperchen besitzt gleichsam eine Kernkörperchenhülle oder, um sich objektiver auszudrücken, eine dunklere periphere Zone. Sowohl im Protoplasma, das den Kern umgibt, als auch in dem wandständigen, sowie in den Protoplasmabrücken sieht man schwarz gefärbte Fäden, die sich hauptsächlich in der Gegend des Kernes und in dem wandständigen Protoplasma anhäufen. Die blasser als die Fäden gefärbten Körnchen, die in verschie-

denen Teilen der Zelle verstreut liegen, sind wahrscheinlich nichts anderes, als stärker vom Eisenalaun angegriffene Fäden, was, bis zu einem gewissen Grade, auf eine komplizierte morphologische Zusammensetzung der Fäden weist. Bei blasserer Färbung des Kernes und seines Chromatins macht die Gegenwart der von Eisenalaun-Hämatoxylin schwarz gefärbten Fäden im Protoplasma der Zellen stark den Eindruck, als wenn es sich um aus den Kern herausgetretene und im Protoplasma zerstreute Chromatinfäden handle. Die Hülle der Zelle ist auf der Zeichnung nicht wiedergegeben.

Figur 2 stammt von einem Schnitte aus dem Keime von *Pisum sativum* in der Gegend des Stämmchens und war mit gesättigter Sublimatlösung unter Zugabe der oben angegebenen Quantität Essigsäure behandelt worden. Der Schnitt ist mit Eisenalaun-Hämatoxylin gefärbt. Die Zeichnung ist aufgenommen unter dem Mikroskope von Zeiss, Ocular 8, Apochr. (Hom. Immers.) 2 mm, Apert. 1,40, Tubuslänge 160. Der Schnitt hat eine Dicke von 5 μ und ist mit einem Becker-Schiefferdeckerschen Mikrotom hergestellt. Die Zelle ist von einer Hülle umgeben. Der Zellinhalt besteht aus einem feinkörnigen Netz von Spongioplasma, einem an Kernsaft reichen Kern mit Kernkörperchen und der Hauptmenge nach wandständig gelegenen Chromatin. Auch hier zeigt das Kernkörperchen eine dunklere periphere Zone und einen helleren Inhalt. Im Protoplasma der Zelle sind mit obigem Färbemittel schwarz gefärbte Fäden und Körnchen verstreut eingelagert.

Figur 3 und 4 geben Zellen aus dem Wachstumskegel der Wurzeln von *Hyacinthus orientalis* wieder, die mit starker W. Flemmingscher Chrom-Osmium-Essigsäuremischung bearbeitet waren. Die Färbung geschah nach M. Heidenhain mit Eisenalaun-Hämatoxylin. Die Zeichnung ist bei derselben Vergrößerung, wie Figur 2, aufgenommen.

Figur 3 zeigt eine Zelle im Diasterstadium mit feinfädiger,

breiter Achromatinspindel, an deren Polen je zwei schräg gestellte Körnchen gelegen sind, die durch das Eisenalaun-Hämatoxylin schwarz gefärbt sind. Ob die Körnchen zu den Centrosomen oder zu den ebenso gefärbten Gruppen von Körnchen, die im übrigen Protoplasma verheilt sind, gehören, kann ich nicht entscheiden. In der Gegend, die die Mitomen und die Achromatinspindel umgibt, sieht man ungefärbtes netzförmiges Spongioplasma, und weiter zu den Seiten der Teilungsfigur eine grosse Menge von Körnern, die schwarz gefärbt sind; die Anhäufungen der Körner umgeben helle Räume, die von einem feinen Netz durchsetzt sind. Hier ist nicht ein einziger Schwarzfaden zu bemerken.

Figur 4 gibt zwei fast vollständig geteilte Zellen wieder; nur an den Rändern des Äquators der früheren Zellplatte, ganz am Rande der Zellen, sieht man noch den Rest dieser Zellplatte. Die Kerne haben Spiremform angenommen. Die Zahl der durch Eisenalaun-Hämatoxylin schwarz gefärbten Körner und körnigen Fäden ist, im Vergleich mit dem vorherigen Stadium, gering, dafür erscheinen hier aber wieder, wenn auch in geringer Menge, jene Fäden, die so scharf und in so grosser Menge in einigen ruhenden Zellen beobachtet werden.

Die von mir beschriebenen Gebilde — Fäden und Körner — fordern zu einem Vergleich derselben auf, einerseits mit den Mitochondrien oder Chondromiten der spermatogenen tierischen Zellen, wie das auch Meves thut, andererseits mit dem Golgischen reticulären Apparat der Nervenzellen und namentlich mit den analogen Gebilden in anderen tierischen Zellen.

Auf der beigefügten Tafel gebe ich beispielshalber einige Zeichnungen, die die Knorpel- und Endothelzellen von *Siredon pisciformis*, Zellen aus der Niere von *Lacerta viridis* und Zellen aus den serösen Drüsen der Schleimhaut der Highmorshöhle eines 56 jährigen Mannes wiedergeben. Die Präparate waren nach der Kopsch'schen Methode mit Osmium behandelt, je-

doch nicht mit 2%, sondern mit 1% Lösung, in der sie 12 Tage verblieben. Alle Zeichnungen sind bei einer Vergrößerung — Zeiss Ocular 8, Apochr. (Homog. Immers.) 2 mm, Apert. 1,40, Tubuslänge 160 mm — ausgeführt.

Figur 5 zeigt eine Knorpelzelle aus der Kiemenplatte von *Siredon pisciformis*. Die Zelle ist zum Teil von anliegender Grundsubstanz umgeben. Im Protoplasma der Zelle, zum Teil in der Nähe des Kernes, zum Teil in einiger Entfernung von ihm, sieht man deutlich schwarz gefärbte fadenförmige Gebilde, die bald vereinzelt, bald nahe beieinander liegen und in letzterem Falle eine Anhäufung von sich verflechtenden Fäden bilden. Ausser den Fäden sind zwei dicht beieinander gelegene Körnchen in einem runden Felde, das sich vom übrigen Protoplasma unterscheidet, zu sehen. Aller Wahrscheinlichkeit nach sind dies Centrialkörperchen, die von mir schon 1897 in Knorpel- und Knochenzellen verschiedener Säugetiere demonstriert worden sind, freilich nur bei anderer Behandlung und Färbung.

Im Protoplasma der Endothelialzellen aus dem Peritoneum von *Siredon pisciformis*, die Figur 6 veranschaulicht, treten deutlich gewundene Fäden von verschiedener Länge hervor, die in der einen Polgegend des ovalen Kernes gelegen sind.

Auf Figur 7 sieht man eine Zelle aus der Niere von *Lacerta viridis*. Der Zelleib besteht aus einer scheinbar homogenen Substanz, die von einem feinkörnigen Netz von Spongioplasma durchdrungen ist; von der Oberfläche der Zelle, die in das Lumen des Nierenkanälchens sieht, gehen ziemlich dicke Fäden aus, die das Aussehen von Wimpern haben. Im Protoplasma der Zelle bemerkt man stark gewundene Fäden, die um den Kern herum gelagert sind.

Die Zelle aus der serösen Drüse aus der Schleimhaut der Highmorshöhle des Menschen, die Figur 8 zeigt, schliesst in ihrem Protoplasma Fäden von beträchtlicher Dicke und ein Körnchen ein, die alle durch reduziertes Osmium schwarz ge-

färbt erscheinen; das Körnchen ist wahrscheinlich ein quer durchschnittenes Fädchen. Alle Fäden sind zwischen dem Kern und der distalen Oberfläche der Zelle gelagert¹⁾.

Beim Vergleiche der Figur 1 mit den Figuren 5, 6 und 7 muss man staunen über die wenigstens äussere Ähnlichkeit, ich möchte beinahe sagen Identität der schwarz gefärbten Fäden im Protoplasma der tierischen und pflanzlichen Zellen.

Es wäre aber verfrüht auf diese Ähnlichkeit hin schon Schlussfolgerungen zu ziehen. Erst eine allseitige eingehende Untersuchung, namentlich auch eine mikrochemische, kann uns eine endgültige und befriedigende Antwort hinsichtlich der Natur dieser Fäden in den Zellen des tierischen und pflanzlichen Organismus geben.

Meinen Collegen N. F. Kaschtschenko, der mir das Exemplar von *Siredon pisciformis* zur Verfügung stellte, und W. M. Mysch, von dem ich die Schleimhaut der Nasen- und Highmorshöhle des Menschen erhielt, sage ich hiermit meinen aufrichtigsten Dank.

1) Ähnliche Fäden kann man auch in den serösen Zellen der die Nasenhöhlen auskleidenden Schleimhaut von Menschen, Kaninchen, Hunden und Katzen finden.

Tomsk, März 1906.

AUS DEM ZOOLOGISCHEN INSTITUTE IN UTRECHT.

DIE PUERPERALEN VORGÄNGE

IN DER

MUCOSA UTERI VON TUPAJA JAVANICA.

VON

M. v. HERWERDEN,
UTRECHT.

Mit 8 Figuren auf den Tafeln 21/22.

Tupaja javanica¹⁾ hat in jedem Uterushorne zwei einander diametral gegenüberliegende, schon im virginalen Uterus durch Mangel an Drüsen gekennzeichnete Gewebekissen, in welchen sich während der Schwangerschaft die Trophospongia der Doppelplacenta bildet.

Die Kenntnis der Placentation dieses Insectivors verdanken wir Hubrecht²⁾.

Bevor die Keimblase sich an die Uteruswand anheftet, findet in den ebenerwähnten Gewebekissen Bindegewebs- und Blutgefäßproliferation statt, welche zur Bildung einer Trophospongia führt. Nach der Anheftung der Frucht zerstört der Trophoblast das mütterliche Epithel; die Wucherung des trophospongialen Gewebes tritt in Wechselwirkung mit der Trophoblastwucherung. Beide führen zu der Genese von mehrkernigen Zellen.

1) Das Material, welches mir zur Verfügung stand, wurde von Prof. Hubrecht, später von den Herren Doorman und van Leersum auf der Insel Java gesammelt. Die Uteri sind direkt post mortem in Pikrinschwefelsäure fixiert und in Alkohol 90 % aufbewahrt. Querschnitte wurden angefertigt durch das in Paraffin eingebettete Cornu uteri (hauptsächlich Serienschnitte von 5 und 10 μ). Als Farbstoffe benutzte ich Pikrocarmin, Hämalaun, Eisencarmalaun (de Groot) und eine Triplefärbung aus Eisencarmalaun, Saurefuchsin und Pikroindigocarmin (de Groot). Die Fixiermethode liess mikrochemische Reaktionen (ausser der Eisenreaktion) nicht zu. Ich beschränke mich also auf eine Beschreibung der morphologischen Veränderungen und muss verzichten auf das Studium der degenerativen Vorgänge in der puerperalen Schleimhaut.

2) Hubrecht. Über die Entwicklung der Placenta von Tarsius und Tupaja u. s. w. Proc. of the internat. Congr. of Zool. Cambridge 1898.

Der Trophoblast zerstört die mütterlichen Capillarwände, das Blut tritt über in Trophoblastlacunen. Von jetzt an tritt die mütterliche Trophospongia in den Hintergrund. Die omphaloide Placentation macht einer allantoïden Platz; genau an denselben Stellen, wo sich der Dottersack allmählich von den beiden Gewebsskissen abhebt, tritt die Allantois mit ihnen in innigen Zusammenhang. Breite Allantoiszotten werden in centripetale Richtung ausgezogen und erzeugen das Weiterwachstum der Placenta.

Der Beschreibung der puerperalen Veränderungen in der Mucosa uteri von Tupaja lasse ich eine kurze Übersicht der anatomischen Verhältnisse der Schleimhaut eines hochschwangeren Uterus vorausgehen und verweise dazu auf Fig. 1.

Innerhalb der stark ausgedehnten zweischichtigen Muscularis liegt die Pars glandularis mucosae (Fig. 1 P. gl.). Die Drüsenschichten dieser schmalen Schicht sind in die Breite gedehnt und mit cubischem Epithel ausgekleidet, das vereinzelte Hämosiderinkörner einschliesst. Die Pars glandularis wird an der Innenseite bedeckt von der Pars compacta, welche bei oberflächlicher Betrachtung einen fibrillären Charakter hat, in der Wirklichkeit aber aus reticulärem Bindegewebe besteht, dessen lange, schmale, tangential verlaufende Zellen eine sehr compacte Schicht (P. c.) bilden, welche scharf begrenzt ist gegenüber der ebenfalls in Fig. 1 gezeichneten Lage mit dunklen runden chromatinreichen Kernen. Diese letzte Schicht (R. S.) stellt die äussere Begrenzung des Placentarkissens dar. Ihre Elemente stehen in direktem Zusammenhang mit der schmalen Grenzschicht der Allantoïsmesoblastzotten (All. z), deren Kerne denselben chromatinreichen Charakter tragen (a) und einen durchaus abweichenden Aspekt zeigen von der angrenzenden Bekleidung der Blutlacunen mit ihren blassen chromatinarmen Kernen (b). Auch in früheren, hier nicht abgebildeten Schwanger-

schaftsstadien, vor dem Eintreten der allantoiden Placentation, besteht schon ein nicht zu leugnender Unterschied zwischen den letztgenannten Trophoblastelementen und dem zwischenliegenden, dunkelkernigen Trophoblastgewebe, in welchem nebst zahlreichen Riesenzellen auch einkernige Zellen mit deutlichen Grenzen nachzuweisen sind, aus welchen letzteren sich später die schmale Begrenzungslage der breiten Allantoiszotten herausdifferenziert.

Aus den von Hubrecht beschriebenen sehr jungen Schwangerschaftsstadien geht hervor, dass im Anfang der Anheftung der Keimblase zeitlich ein Unterschied auftritt zwischen einem, dem Lumen uteri näher gelegenen Cytotrophoblast und einem syncytialen grosskernigen Plasmoditrophoblast, welcher letzterer mit amitotischen Teilungen in die Tiefe der Schleimhaut wuchert. Diese Differenzierung des Trophoblastes in zwei verschiedenen Schichten ist aber nur eine vorübergehende. Ich möchte hier betonen, dass thatsächlich das grosskernige, plasmodiale Gewebe (siehe die Hubrechtsche Fig. 52 Trw.) in späteren Stadien nicht mehr nachzuweisen ist, dass aber eine Differenzierung des Trophoblastes in zwei verschiedenen Schichten wieder evident wird (und bis zum Untergang der Placenta fortbesteht), sobald sich die mütterliches Blut enthaltenden Trophoblastlacunen gebildet haben. Von jetzt an unterscheidet sich die blasskernige Bekleidung der Lacunen von dem dunkelkernigen Zwischengewebe, aus welchem letzterem beim Auftreten der allantoiden Placentation die Grenzschicht der Mesoblastzotten gebildet wird.

In dem spätschwangeren Uterus, von welchem in Fig. 1 ein Fragment abgebildet wurde, wird also lumenwärts von der Riesenzellschicht (R. S.) die ganze Placenta von Mesoblast(Allantois-)zotten mit deren doppelschichtigen Trophoblastbekleidung aufgebaut. Diese Doppelschicht wird, wie gesagt, gebildet von der oben genannten dunkelkernigen direkten Begrenzungslage der Mesoblastzotten und der sich hier anschliessenden blasskernigen Be-

grenzung der Trophoblastlacunen (Fig. 1a und b). Diese evident verschiedenen Lagen als Cyto- und Plasmoditrophoblast zu unterscheiden hat keinen Sinn, weil beide Schichten in diesen späteren Schwangerschaftsstadien an vielen Stellen einen plasmodialen Charakter tragen und weil es bis jetzt nicht möglich ist, sie respektive von dem früheren Cyto- und Plasmoditrophoblast herzuleiten. Dennoch sind in früheren Stadien, bevor sich die Allantoiszotten in die Placenta festheften, im dunkelkernigen compacten Trophoblastgewebe vielfach Zellgrenzen nachzuweisen, im Gegensatz zu dem evident plasmodialen Charakter der Bekleidung der Trophoblastlacunen.

Mitotische Teilungsfiguren werden in diesen beiden Schichten angetroffen; amitotische vergebens gesucht.

In Bezug auf die Befunde in der puerperalen Schleimhaut möchte ich hier die wichtige Frage erwägen, ob die oben erwähnte Riesenzellschicht (R. S.) aus fötalen oder mütterlichen Elementen besteht. Der direkte Übergang dieser Elemente in die die Allantoiszotten bekleidende — ihrer Genese nach zweifellos fötale — Schicht, deren Kerne einen ähnlichen auffallenden Chromatinreichtum zeigen, würde vielleicht auf eine fötale Herkunft hindeuten. Dagegen möchte ich hervorheben, dass ich die Hubrechtsche Beobachtung, nach welcher schon in jungen Schwangerschaftsstadien, bevor die Trophoblastwucherung intensiv wird, auch die mütterliche Trophospongia mehrkernige Elemente bildet, völlig bestätigen konnte. In den nächsten Stadien ist eine Differenzierung dieser durcheinander wachsenden Riesenzellen von fötaler und mütterlicher Herkunft nicht mehr thunlich, sodass wir am Ende der Schwangerschaft, nachdem die tieferen, nicht mehrkernigen Schichten der Trophospongia allmählich in die der Drüsenschicht angelagerte compacte Zone mit tangential ausgedehnten Zellen (P. c.) aufgenommen sind, höchstwahrscheinlich in der in Fig. 1 mit R. S. angedeuteten Schicht die Grenzzone erblicken, wo mütterliche und fötale Riesen-

zellen nicht voneinander zu unterscheiden sind. Die Betrachtung von mehreren schwangeren Uteri führt mich also zu der Annahme, dass die in der Hubrechtschen Fig. 33 mit Ta. ange deutete, von mir als R. S. bezeichnete Lage, eine gemischte Herkunft hat.

Der puerperale Uterus.

Nach der Ausstossung der Frucht kann die Placenta von *Tupaja* in situ degenerieren. Die Frage, ob dies ausnahmslos der Fall ist, muss ich dahingestellt sein lassen. Möglicherweise kann die Extravasation, welche man in diesem jüngsten puerperalen Stadium in der zukünftigen Lösungszone findet, eine so ausgiebige sein, dass direkt post partum die frische Placenta vor der Degeneration ausgestossen werden kann. Dass dies als Regel aber nicht geschieht, geht hervor aus meinen Befunden an mehreren puerperalen Uteri. Ausser einem Uterus mit den beiden totalen, in Degeneration begriffenen Placentae in situ, habe ich vielfach grosse Fragmente des lacunären Placentargewebes teilweise noch an die Riesenzellschicht adhärierend, teilweise schon abgestossen, im Uterusraum angetroffen.

Bei der Ausstossung der Frucht werden die Allantoiszotten von *Tupaja* nicht aus der Placenta herausgezogen, wie es für *Talpa* der Fall ist (Hubrecht¹⁾ und Vernhout²⁾), sondern sie behalten ihre ursprüngliche Lage (Fig. 2).

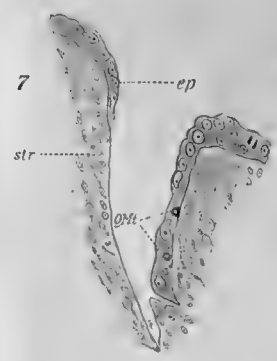
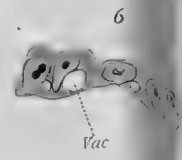
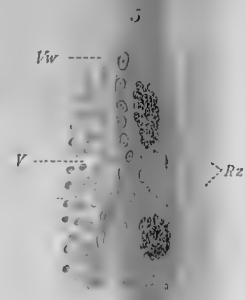
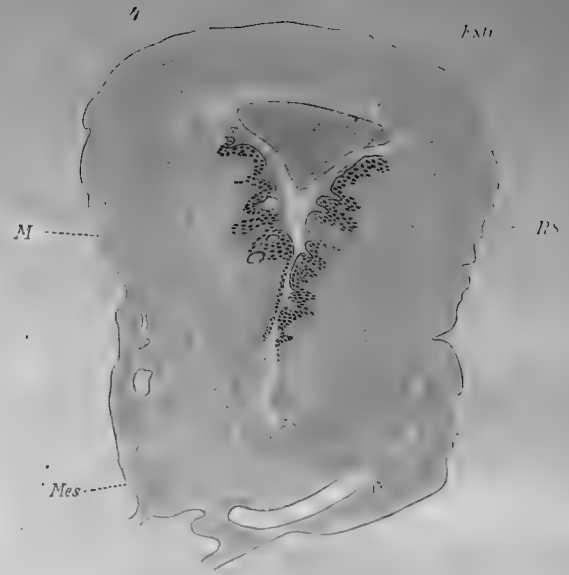
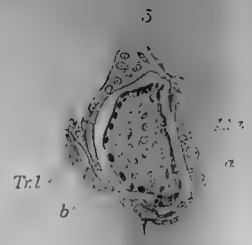
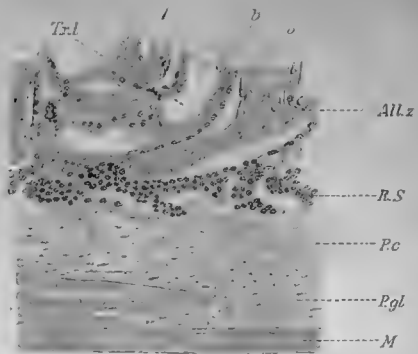
Am ersten necrotisiert die Begrenzungsschicht dieser Zotten (Fig. 3 a.), während die angrenzende Bekleidung der Blutlacunen (b) noch an vielen Stellen lebensfrisch aussieht und einzelne Mitosen zeigt. Diese letzte Schicht, welche noch vom mütterlichen Blute ernährt wird, zerfällt erst später der Degeneration.

1) Hubrecht, The placentation of *Erinaceus europaeus* etc. Quart. Journ. of micr. sc. 1889. p. 346 und 388.

2) Vernhout, Über die Placenta des Maulwurfes. Anat. Hefte 1895 Band V.

In dem frisch puerperalen Uterus (Fig. 2) constatieren wir alle Phasen des Untergangs über die Placenta verteilt. Während die Pars glandularis und compacta (P. gl. und P. c.) ein normales Vorkommen haben, findet man ausgiebige Veränderungen in der Riesenzellschicht (R. S.), wo grosse Extravasate liegen und die Kerne, soweit sie noch Farbstoff aufgenommen haben, einen eigentümlich tropfenartigen Inhalt zeigen. Einzelne dieser Kerne fallen in tief gefärbte Bröckchen auseinander, während das Zellplasma ebenfalls der Degeneration zerfällt. In dieser Schicht (also nicht in der Pars compacta oder in der Pars glandularis) findet nachher die Lösung der Placenta statt in der Weise, dass ein grosser Teil der Riesenzellschicht und auch an einzelnen Stellen Fragmente des lacunären Teils der Placenta an der Mucosa haften bleiben (Figur 4). — Diese Riesenzellschicht bildet jetzt die innere Begrenzung der in grossen Falten gelegten puerperalen Schleimhaut, welche an beiden Placentarstellen noch lange Zeit einer epithelialen Bekleidung entbehrt. (R. S. Fig. 4).

Das eigentümliche Verhalten der Mucosa nach der Abstossung des grössten Teils der Placenta habe ich in Figur 4 abgebildet. Grosse, teilweise thrombosierte Venae, deren Intima bisweilen wuchert, steigen bis an die innere Oberfläche empor, welche von Extravasaten überdeckt ist. Während die Riesenzellen übrigens nur die innere Begrenzung des Uterusraumes bilden, findet man hauptsächlich den Venen entlang in den begleitenden Lymphspalten, bisweilen bis tief in die Schleimhaut, vereinzelte mehrkernige Zellen, deren Herkunft aus der obengenannten Schicht nicht zweifelhaft ist (R. z. Fig. 5). Innerhalb der Gefässe habe ich diese Zellen nie gefunden. Wenn sie nur von einer dünnen Endothelmembran bedeckt ins Lumen hervorragen, können sie bei oberflächlicher Betrachtung eine solche Lage vortäuschen. Die weitere Bestimmung dieser, was



ihre topographischen Verhältnisse angeht, mit den sogenannten serotinalen Riesenzellen des menschlichen Puerperiums vergleichbaren Elemente gelang es mir nicht nachzuweisen. Weder in der Muscularis, noch im Mesometrium, habe ich sie als Begleiter der Gefässe angetroffen.

Die aus der Schwangerschaft herrührende Riesenzellenbekleidung der Placentarkissen kann man an verschiedenen puerperalen Uteri in allen Stadien der Degeneration verfolgen. Die mehrkernigen Zellen werden teilweise abgestossen, teilweise werden die in Bröckchen zerfallenden Kerne resorbiert. Bald nach der Lösung der Placenta findet in den oberflächlichen Schichten der ödematösen Pars compacta, deren reticulärer Charakter jetzt deutlich hervortritt, Proliferation der Stromaelemente statt. Es bildet sich ein grosszelliges Gewebe, dessen Elemente durch Ausläufer miteinander zusammenhängen und zwischen welchen zahlreiche polynucleäre Leucocyten nebst Lymphocyten liegen. In diesen Stadien trifft man nicht selten degenerative Veränderungen und Desquamation in den Mündungsteilen der Drüsen des Randbezirkes der Placentarkissen. Circulationsstörungen infolge der Gefässthrombose verursachen noch vielfach Blutaustritt in die Mucosa, welchem wir die später auftretende (in den jüngsten puerperalen Stadien stets fehlende) ausgiebige Pigmentation der Schleimhaut zuschreiben. Auch extraplacentär bilden sich zahlreiche, meist subepitheliale Hämatoome, welche man bis in späteren puerperalen Stadien antrifft.

Betrachten wir das extraplacentäre Gebiet gleich nach der Geburt, so bemerken wir, dass die Abstossung sich hier beschränkt auf einen äusserst geringen Epithelverlust. Auch wenn die Placenta sich löst, bleibt die extraplacentäre Mucosa behalten, nur wird bei der Contraction und Retraction des Cornu uteri auch dieser Teil in tiefe Falten gelegt (Fig. 4). Die reichliche epitheliale Bekleidung des extraplacentären Gebietes, welche am Randbezirk der Placentarkissen aufhört, oder sich eine ganz kleine Strecke

über die Riesenzellenschicht ausbreitet, ohne in diesen frühen Stadien jemals den grossen Epitheldefekt zu decken, zeigt Polychromasie, Polymorphie und Riesenwuchs der Kerne, das letztere besonders in dem Grenzgebiet der beiden Placentarstellen. Die Schwellung des Epithels ist sehr intensiv.

Wo subepitheliale Hämatome angetroffen werden, findet man vielfach in deren Umgebung eine reichliche Infiltration von polynucleären Leucocyten. Homogen gefärbte Stäbchen, wie ich im Uterus von *Cercocebus* beschrieben habe¹⁾, kommen auch bei Tupaja zwischen den Epithelien vor. Mehrkernige Riesenzellen habe ich im extraplacentären Gebiete vergebens gesucht.

Die endgültige Epithelbekleidung der Placentarkissen findet erst statt, nachdem die Riesenzellenschicht zerstört ist. Sehr wichtig ist die Frage, auf welche Weise dieser grosse Defekt in einem Gebiete, wo Drüsen nur im Randbezirk bis zur Oberfläche reichen (Fig. 4), eine definitive Bedeckung erlangt. Eine sorgfältige Untersuchung von mehreren spätpuerperalen Uteri hat mich zu der Überzeugung gebracht, dass auch bei Tupaja eine Regeneration von Epithel aus Stromaelementen im Duval'schen Sinne²⁾ nicht stattfindet. Die vielfach tangentielle Lage der oberflächlichen geschwollenen, miteinander zusammenhängenden Stromazellen des jungen Granulationgewebes täuscht nicht selten eine Bekleidung von Stromaelementen vor. Dass die definitive Bedeckung aber ausgeht von den Epithelien der Drüsen des Randbezirkes, geht hervor aus der Thatsache, dass von dort aus die zahlreiche Mitosen enthaltenden, abgeflachten Zellen sich über die Wundfläche ausbreiten, und an vielen Stellen die einen Epithelbelag vortäuschenden Stromazellen überdecken. Im Centrum der Placentarstelle, wo sich vielfach bis in späteren puer-

¹⁾ van Herwerden, *Bydrage tot de Kennis van menstrueelen Cyclus en Puerperium*. Diss. Utrecht 1905.

²⁾ Duval, *De la régénération de l'épithélium des cornes utérines après la parturition*. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.* Sér. IX. T. II. Nr. 37. 1890.

peralen Stadien eine centrale Falte vorfindet, welche zu Ende ausgeglichen wird, bleibt der Defekt am längsten bestehen (Fig. 7). Allmählich breitet sich das Epithel auch über diese Stelle aus.

Das neugebildete Oberflächenepithel kann noch längere Zeit einen unregelmässigen Charakter behalten und Degenerationsmerkmale zeigen, bevor die normalen Verhältnisse zurückkehren (Fig. 6). Auch während der Periode des unregelmässigen Wachstums wurden Mitosen in den Epithelien nachgewiesen, nicht selten in der Gestalt von abnorm grossen karyokinetischen Figuren. Amitotische Teilung wurde nicht beobachtet.

Im kurzen möchte ich hier noch die eigentümliche Hämosiderinpigmentation in der Mucosa von *Tupaja* erwähnen. Schon bei macroscopischer Betrachtung erkennt man in der Mehrzahl der geschlechtsreifen Uteri auf Durchschnitt der Schleimhaut eine braungelbe der Muscularis angrenzende Zone, welche, wie schon *Jenkinson*¹⁾ nachgewiesen hat, eine deutliche Eisenreaktion giebt. Der gelbe Farbstoff liegt in der Gestalt von grösseren und kleineren Tropfen in Wanderzellen des Stroma (vielleicht auch in Stromazellen selbst) und im Drüsenepithel (Fig. 8). Wanderzellen (P. W.) legen sich innerhalb der Membrana propria den Drüsenzellen an und übertragen ihnen wahrscheinlich ihren Inhalt. Während feine Hämosiderinkörner auch im Epithel der Mündungsteile der Drüsen vorkommen, beschränkt die Invasion mit Pigmentschollen führenden Wanderzellen sich stets auf die Umgebung der Drüsenfundi.

Weil die gelben Körner im Drüsenlumen fehlen oder äusserst selten vorkommen, erachte ich es für wahrscheinlich, dass in den Epithelzellen die Verarbeitung der Hämosiderin stattfindet. Einen ähnlichen Prozess erwähnt *Strahl*²⁾ im schwangeren Uterus

1) *Jenkinson*, Observations on the histology and physiology of the placenta of the Mouse. Tydschr. der Nederl. Dierk. Vereeniging Dl. 7. 1902.

2) *Strahl*, Die Verarbeitung von Blutextravasaten durch Uterindrüsen. Anat. Anz. Bd. 16. 1899.

von *Galago agisymbanus*. Nur in einzelnen dem Anscheine nach virginalen Uteri und im Anfange des Puerperiums habe ich die Pigmentation vermisst, während sie am Ende der Gravidität oft wenig intensiv ist. Die embryotrophische Bedeutung dieser Eisenspeicherung liegt auf der Hand.

Betrachten wir die puerperalen Uteri von den frühesten Stadien bis zur definitiven Regeneration, so fällt es uns auf, dass die Extravasation, welche schon vor der Lösung der Placenta eine sehr ausgiebige ist, sich bis spät ins Puerperium wiederholen kann. Frische Extravasate in der schon teilweise von Riesenzellen gereinigten Schleimhaut werden vielfach gebildet, solange die normale Circulation nicht völlig restauriert ist. Auch extraplacentär entstehen Hämatome. Es sind diese Extravasate, welche — soviel sie sich nicht an der inneren Oberfläche direkt oder mittelst Epithelvacuolen in den Uterusraum entlasten — wahrscheinlich das Material zur intensiven Eisenpigmentation bilden.

Recapitulieren wir die Befunde an der Uterusschleimhaut von *Tupaja javanica* nach der Geburt:

1. Die doppelseitige Placenta verfällt in situ der Necrose und wird erst nachher fragmentweise abgestossen.

2. Die Lösung findet hauptsächlich statt in einer von Extravasaten gelockerten Zone mit mehrkernigen Riesenzellen, welche grösstenteils an der Mucosa haften bleibt und zeitlich die innere Begrenzungsschicht der in Falten gelegten Placentarkissen bildet. Die Riesenzellen gehen zugrunde, werden teilweise nach Frägmentation der Kerne und Auseinanderfallen des Zellplasma resorbiert. Einzelne dieser Riesenzellen werden in den die Gefässe begleitenden Lymphspalten transportiert.

3. Wiederherstellung des minimalen Stromadefektes geschieht durch Bildung eines oberflächlichen, grosszelligen Granulationsgewebes. Bevor sich das Epithel endgültig regeneriert, sieht man

im extraplacentären Gebiete und besonders im Randbezirke der Placenta hypertrophische, teilweise degenerative Veränderungen (Riesenwuchs; Polychromasie der Kerne u. s. w.) Mitosen sind in diesen Stadien noch wenig häufig. Die definitive Regeneration des Epithels wird durch zahlreiche Mitosen eingeleitet, das Epithel breitet sich unter Abflachung seiner Elemente über die grosse Wundfläche der Placentarkissen aus, welche jetzt grösstenteils von Riesenzellen gereinigt sind.

4. Puerperale Blutungen verursachen die ausgiebige Hämosiderinkörnerung der Pars glandularis.

Im Anschluss an die Beschreibung von den puerperalen Vorgängen in der Uterinschleimhaut von *Tupaja javanica*, möchte ich die Aufmerksamkeit auf die Thatsache richten, dass die Verhältnisse bei diesem Insectivor ein neues Beispiel von der unhaltbaren Einteilung der Monodelphien in Deciduat und Indeciduat liefern.

Jedenfalls sind wir nicht berechtigt *Tupaja* als Deciduat zu betrachten, wo die Abstossung anfangs ausser eines minimalen Verlustes von extraplacentären Epithelzellen nur fötale Elemente umfasst, während erst später (falls wir Recht haben, die Riesenzellschicht als eine Zone von gemischter Herkunft zu betrachten) auch spärliche mütterliche Elemente abgeworfen werden können. Es geht nicht an, diesen Vorgang demjenigen anderer Deciduat gleichzustellen, bei welchen die Placenta in toto mit einem Teil der mütterlichen Schleimhaut als Nachgeburt ausgestossen wird. Dasselbe gilt in noch höherem Masse für *Talpa*, bei welchem Tiere nach Hubrecht¹⁾ der grösste Teil der Placenta vom mütterlichen Organismus resorbiert werden soll. Eine vergleichende Betrachtung von den puerperalen Vorgängen in der Uterusschleimhaut dieser beiden Gattungen würde ohne Zweifel sehr lohnend sein.

1) Hubrecht, l. c.

Figurenerklärung.

Abkürzungen.

All. Z. Allantoiszotte.	P. W. Pigmentwanderzelle.
Extr. Extravasat.	R. S. Riesenzellenschicht.
Ep. Epithel.	R. z. Riesenzelle.
M. Muscularis.	Str. Stroma.
Mes. Mesenterium.	Tr. l. Trophoblastlacune.
M. pr. Membrana propria.	U. R. Uterusraum.
Mt. Mitose.	V. Vena.
P. c. Pars compacta.	Vac. Vacuole.
P. gl. Pars glandularis.	V. w. Venenwand.
Pl. necr. necrot. Teil der Placenta.	

Fig. 1. Fragment aus einer der Placentarstellen eines spät schwangeren Uterushornes (Querschnitt). Die Grenzzone von mütterlichem und fötalem Gewebe wird gebildet von einer mehrkernigen Schicht, deren Kerne denselben chromatinreichen Charakter tragen als die direkte fötale Begrenzungslage (a) der Allantoiszotten (All. z.), welche sich scharf unterscheiden lässt von der ebenfalls fötalen blaskernigen Bekleidung (b) der Trophoblastlacunen. Vergrößerung $\times 240$.

Utr. Mus. Cat. No. Tupaja 165 c. III. 2.

Fig. 2. Hälfte des Querschnittes eines puerperalen Uterushornes gleich nach der Geburt. Die beiden Placentae (von welchen nur eine in die Figur gezeichnet ist) nekrotisieren in situ. Die noch nicht der Nekrose verfallenen Teile sind dunkler punktiert. Vergr. $\times 16$.

Utr. Mus. Cat. No. Tupaja 501 a. I. 2.

Fig. 3. Fragment der in Fig. 2 abgebildeten, in Degeneration begriffenen Placenta. Die Trophoblastbekleidung der Allantoiszotten (a) ist schon der Degeneration verfallen, währenddem die Begrenzung der Lacunen (b) noch lebensfrisch aussieht. Vergr. $\times 240$.

Utr. Mus. Cat. No. Tupaja 501 a. II. 1.

Fig. 4. Totaler Querschnitt eines der puerperalen Uterushörner mit der dunkelkernigen Riesenzellenschicht (R. S.), als zeitliche Begrenzung der in Falten gelegten Mucosa der Placentarstellen. Vergr. $\times 16$.

Utr. Mus. Cat. No. Tupaja 462.

Fig. 5. Vielkernige Riesenzellen (R. z.) in der Umgebung einer Vena V) an der Placentarstelle eines puerperalen Uterus. Vergr. $\times 380$.

Utr. Mus. Cat. No. Tupaja 583 c. IV. 5.

Fig. 6. Hypertrophisches Oberflächenepithel im Randbezirk der Placentarstellen. Vergr. $\times 380$.

Utr. Mus. Cat. No. Tupaja 585 a. I. 1.

Fig. 7. Centrale, bei der Contraction des Uterus entstandene Falte in einem der Placentarkissen, welche noch teilweise der Epithelbekleidung entbehrt. Das zahlreiche Mitosen (Mt) enthaltende Oberflächenepithel schiebt sich über den Defekt hinweg. Vergr. $\times 240$.

Utr. Mus. Cat. No. Tupaja 220 a. III. 13.

Fig. 8. Drüsendurchschnitt aus der Pars glandularis eines spät puerperalen Uterus mit Eisenpigmentkörnern. Pigmentwanderzellen (P. W.) liegen innerhalb und ausserhalb der Membrana propria (M. pr.). Vergr. $\times 380$.

Utr. Mus. Cat. No. Tupaja 467. II. 3.

AUS DEM PATHOLOGISCHEN INSTITUT ZU BERN.

BEOBACHTUNGEN

AN

EIHÄUTEN JUNGER MENSCHLICHER EIER.

VON

H. HAPPE,
GIESSEN.

Mit 7 Abbildungen auf den Tafeln 23/24.

Die menschlichen Eihäute, die im Folgenden einer kurzen Besprechung unterzogen werden sollen, entstammen, abgesehen von einem jüngeren Stadium, Eiern der 4.—6. Graviditätswoche. Wenn dieselben auch durch ihr Alter kein besonders seltenes Material darstellen, so liess doch ihr vorzüglicher Konservierungszustand sie einer Bearbeitung wert erscheinen. Auf die Wichtigkeit des letzteren, besonders für die Untersuchung der epithelialen Bekleidung der Zotten hat bereits Langhans in seiner letzten Arbeit über Syncytium und Zellschicht nachdrücklich hingewiesen. Von den vier mir zur Verfügung stehenden Fruchtblasen stellen drei Abortiveier dar, während eines durch Curettement gewonnen ist. Sämtliche aber besitzen den Vorzug, dass sie sofort nach Gewinnung von dem behandelnden Arzt noch lebenswarm in die Fixierungsflüssigkeit gelegt sind, dass sie also nach dieser Richtung hin als einwandsfreies Material bezeichnet werden dürfen. Bei allen wurde Spiritus zur Fixierung verwandt, ein Fixierungsmittel, das Langhans nach seinen Erfahrungen für diese Zwecke nächst Osmiumsäure als das beste empfiehlt. Die Präparate wurden dann nach Behandlung mit absolutem Alkohol und Ätheralkohol in Celloidin eingebettet. Bei der Anfertigung der Schnitte wurde mehr Wert auf die Feinheit als auf die Grösse gelegt, so dass dieselben im Durchschnitte eine Dicke von 5 μ hatten, jedenfalls nie eine Dicke von 8 μ überschritten haben.

Die Schnitte sind gefärbt, wenn wir von einigen spezifischen Färbungen auf Fibrin, Glycogen, Plasmazellen absehen wollen, mit Hämatoxylin-Eosin, Heidenhainschem Eisenhämatoxylin, und Weigertschem Eisenhämatoxylin, ferner zur besseren Differenzierung des Bindegewebes mit Weigertschem Eisenhämatoxylin-van Gieson und mit der Hansenschen Säurefuchsin-Picrinlösung. Letztere Färbemethode wurde sowohl allein als auch mit der Weigertschen Eisenhämatoxylinmethode kombiniert angewandt. Hansen schreibt zwar zur Kernfärbung eine verdünnte Methylenblaulösung vor. Jedoch trotz wiederholter Versuche und genauer Befolgung der Vorschriften ist es uns nicht gelungen, mit der Methylenblaulösung eine gleichmässige Kernfärbung zu erzielen.

Einzelne Stücke wurden auch in toto mit Carmin gefärbt und in Paraffin eingebettet. Die Präparate zeigten jedoch ziemlich erhebliche Schrumpfungerscheinungen, so dass sie bei der Untersuchung nicht weiter berücksichtigt wurden.

Die kurzen anamnestischen Daten der Präparate, soweit sie uns von den behandelnden Ärzten, Prof. Walthard und Privatdozent Dr. Conrad aus Bern, zur Verfügung gestellt sind, sind folgende.

Bei Ei I (Prof. Walthard) handelt es sich um einen künstlichen Abort wegen Tuberkulose. Nach Dilatation der Cervix wurde das Ei mit dem Finger abgelöst und sofort in Spiritus gelegt. Letzte Menses vor 5 Wochen. Der Embryo, der vorzüglich erhalten war, ist anderweitig verarbeitet worden. Seine Länge betrug 5,6 mm. Er bietet ein Bild, wie wir es in Nr. 8 der Hisschen Tafeln finden, wie es dem eines Embryo von 25 Tagen entspricht.

Das zweite Ei (Prof. Walthard) stammt von einer Zweitgebärenden, bei der die erste Geburt normal verlaufen ist. Vor 6 Wochen Ausbleiben der Menses, dann Eintreten von Blutungen und spontaner Abgang des Eies 2 mal 24 Stunden nach Beginn

der Blutungen. Sofortiges Einlegen desselben in Spiritus. Der Embryo ist ebenso wie der vorige zu embryologischen Studien vergeben worden. Sein Äusseres liess nach Angabe von Herrn Professor Langhans auf ein Alter von etwa 4—5 Wochen schliessen.

Bei dem dritten Ei (Dr. Conrad) handelt es sich wieder um einen künstlichen Abort und zwar wegen Hyperemesis. Mit der Dilatation wurde morgens begonnen und abends fand die Ausräumung mit dem Finger statt. Das Ei, das bis zur Auslösung vollständig fest sass, wurde sogleich in Spiritus fixiert. Der Embryo hat eine Scheitel-Steisslänge von 13,5 mm. Sein Äusseres entspricht den Figuren 19—21 der Hisschen Tafeln, also Embryonen vom Ende der 5. oder Anfang der 6. Woche.

Das vierte Ei wurde zufälligerweise durch Curettement in der hiesigen Frauenklinik gewonnen, wie hier üblich, sofort in Alkohol gelegt und uns in diesem übersandt. Die Anamnese und der objektive Befund ergaben kurz folgendes. 30 Jahre alte Frau. Zwei Partus normal 1899, 1902. Kinder leben. Früher Menses regelmässig alle 4 Wochen ohne Beschwerden. Klagt jetzt über profuse, schmerzhaftes Menses und starken Fluor. Die Untersuchung ergibt: Vagina stark gerötet. Uterus retrovertiert, nicht vergrössert. Sonde gleitet auf 7 cm ein. An der Vaginalportion eine Erosion. Am 30. August Einlegen eines Laminaria-stiftes. Am 31. August Curettement. Nach dem Curettement giebt Patientin an, am 25. Juli eine Cohabitation ausgeführt zu haben.

Der Embryo konnte trotz genauer Durchsuchung der curettierten Stücke nicht aufgefunden werden, so dass wir einen Anhaltspunkt für eine genaue Altersbestimmung nicht haben. Jedenfalls aber lässt sich aus der Zottenlänge, die kaum 3 mm beträgt, aus dem sehr lockeren Bindegewebe und aus dem Umstande, dass noch keine Gefässe vorhanden sind, schliessen, dass es sich um ein wesentlich jüngeres Objekt als die oben genannten handelt.

Für die Besprechung der Eihäute der genannten Eier empfiehlt es sich, da die drei älteren fast die gleichen Verhältnisse zeigen, diese gemeinsam zu behandeln und hieran die Beschreibung des jüngsten Eies anzuschliessen.

Zottenstroma.

Der Untersuchung des Bindegewebes wurden neben den mit Hämatoxylin-Eosin und nach v. Gieson gefärbten Präparaten, hauptsächlich die nach Hansen gefärbten zu Grunde gelegt.

Der bindegewebige Teil des Chorions hat eine durchschnittliche Dicke von 0,2 mm. Die Intercellularsubstanz von einem im Allgemeinen festen Gefüge ist deutlich fibrillär und besteht der Hauptsache nach aus einem Netzwerk, das jedoch, was Breite, Verlauf und scharfe Abgrenzung der aus einzelnen Fibrillen zusammengesetzten Fasern, was Grösse und Form der Maschen anbelangt, ein keineswegs gleichmässiges Aussehen bietet.

In die Maschen des Bindegewebes sind die Kerne eingelagert. Diese sind zum Teil rundliche oder ovale, helle, bläschenförmige Kerne von einem Längsdurchmesser von 7—10 μ , in deren Innerem sich ein oder mehrere Kernkörperchen erkennen lassen, teils schmale mit Eisenhämatoxylin sich stark dunkelfärbende Kerne, mit einem oft wellenförmigen Verlauf und von einem Längsdurchmesser von 13—15 μ . Ausserdem findet man hier auch noch helle, auffallend lange, stäbchenförmige Kerne mit einem oder mehreren Kernkörperchen. Ihr Protoplasma-körper zeigt bei der Heidenhainschen Eisenhämatoxylin-Färbung eine lange Spindelform genau wie die der glatten Muskelfasern. Auch schien mir dieser in den van Gieson Präparaten einen gelblichen Ton angenommen zu haben. Jedoch habe ich eine Andeutung von einer Längsstreifung wie in den glatten Muskelfasern niemals wahrnehmen können. Die Länge der Zelle beträgt 0,07 mm, die des Kernes 0,02 mm.

Die Chorionoberfläche ist nicht glatt, sondern hat zahlreiche kleine Vorsprünge. Das choriale Bindegewebe, das im Allgemeinen ziemlich dicht gelagert ist, erfährt in denselben und in der Umgebung derselben eine deutliche Auflockerung. Die Bindegewebsfasern sind hier bedeutend dünner, sind nach den Seiten nicht mehr scharf konturiert, die Maschen relativ gross. Bei der schwachen Vergrösserung sind in den Hansen-Präparaten diese Partien leicht durch ihre weniger starke Rotfärbung zu erkennen. An denjenigen vereinzelt Stellen, an denen das Chorion auf kleinere Strecken hin ohne Vorsprünge glatt verläuft, findet eine wesentliche Auflockerung des Bindegewebes unter dem Epithelmantel in der oben angegebenen Weise nicht statt. Der Abschluss des Bindegewebes nach dem Epithel zu wird gebildet durch eine Basalmembran, die in den Hansen-Präparaten als eine doppelt kontourierte, stark rot gefärbte, $0,8-1,0 \mu$ breite Linie erscheint. Dieselbe steht mit dem Bindegewebe in Zusammenhang. So sieht man an vielen Stellen, besonders in dem lockeren Bindegewebe der Chorionvorsprünge die einzelnen Bindegewebsfasern an dieselbe herantreten und in sie übergehen. Die Basalmembran hat gewöhnlich keinen regelmässig geraden Verlauf, sondern zeigt nach dem Epithel zu zahlreiche zackige Vorsprünge. Auf letztere werde ich unten an geeigneter Stelle nochmals zurückkommen.

Dem nach der Eihöhle zu gelegenen chorialen Bindegewebe ist, wenige Stellen ausgenommen, noch eine verschieden dicke, vollständig kernlose, sich mit Eosin hellrot, mit der Hansenschen Farbe intensiv dunkelrot färbende Masse aufgelagert, die an verschiedenen Stellen eine verschiedene Struktur darbietet. Wir finden darin Partien von körnigem und faserigem Aussehen, ferner Partien von deutlich fibrillärem Bau. Die Fibrillen der Oberfläche des Chorions und untereinander parallel angeordnet, haben einen welligen Verlauf.

An einigen Stellen, besonders den faserigen, konnte man

an Fibrin denken. Jedoch haben Präparate, die nach Weigert auf Fibrin gefärbt wurden, kein positives Resultat ergeben.

An denjenigen Stellen des chorialen Bindegewebes, an denen diese Auflagerungen fehlen, hat dasselbe nach der Eihöhle zu eine ziemlich scharfe Abgrenzung.

Die Gefässe des Chorions sind in gleicher Weise angeordnet, wie es zuerst von Langhans für Eier dieses Alters beschrieben und wie es nach ihm von anderen Forschern bestätigt ist, nämlich, dass die Kapillaren direkt unterm Epithelmantel gelegen sind, während wir die grösseren Gefässe nur in den tiefer gelegenen, aus festerem Bindegewebe bestehenden Partien des Chorions antreffen. Und zwar finden wir die Capillaren besonders reichlich in dem lockeren Bindegewebe der kleinen Chorionvorsprünge. An den mehr geradlinig verlaufenden Stellen der Chorionoberfläche, an denen das festere Bindegewebe direkt bis unter den Epithelmantel reicht, sind dieselben nur in geringer Anzahl oder überhaupt nicht vorhanden.

Ihr Querschnitt stellt meist nur eine scharf hervortretende Kreislinie dar, an der fast regelmässig nur ein schmaler, länglicher, dunkelgefärbter Kern gelegen ist, der nach aussen hin vorspringt. Das Lumen dieser Capillaren hat eine Weite von 10μ .

Der Durchmesser der grösseren Gefässe schwankt zwischen 15μ bis $0,2 \text{ mm}$.

An das sie auskleidende Endothel schliesst sich peripherwärts eine circa $20-25 \mu$ breite Zone von einem kernreichen Bindegewebe an, das nur durch die dichte Lagerung und konzentrische Anordnung seiner Kerne aus dem übrigen Bindegewebe hervortritt. Glatte Muskelfasern liessen sich hier nicht nachweisen.

Die Gefässe enthalten eine grosse Menge, etwa 9μ grosse, mononukleäre Blutkörper mit hellem Protoplasma. Ihre Kerne sind entweder klein, rund, stark dunkelgefärbt, lymphocyten-



ähnlich, von 3—4 μ Durchmesser oder helle, mehr bläschenförmige, von 7—8 μ Durchmesser.

Daneben finden sich zwischen diesen beiden Extremen alle möglichen Übergänge, indem immer die Norm besteht, dass je grösser der Kern wird, er auch ein immer mehr helleres Aussehen und einen immer mehr bläschenförmigeren Charakter annimmt.

In den Zotten lockert sich das Bindegewebe nach den Endverzweigungen zu immer mehr auf. Es ist dieses ja auch ganz natürlich. Denn wie ein Vergleich mit noch jüngeren Eiern lehrt, ist das Vorstadium des festeren Bindegewebes ein lockeres und es ist demnach ganz erklärlich, dass je mehr wir uns den Endverzweigungen der Zotten, d. h. den der Genese nach jüngeren Partien der Eihäute nähern, wir an dieser Stelle das Bindegewebe auch auf einer früheren Entwicklungsstufe vorfinden müssen, als in den genetisch älteren Partien, dem Chorion und den Anfangsteilen der Zotten.

An einer im Schnitt längs getroffenen 5 mm langen Zotte ist die Achse von jenen schon oben beschriebenen, spindelförmigen Zellen gebildet, die sich zu Zügen ganz ähnlich denen der glatten Muskelfasern in der Weise vereinigt haben, dass der Längsdurchmesser ihrer Kerne dem der Zotte parallel verläuft. Dieses festere, central gelegene Stützgewebe lässt sich nicht durch die ganze Zotte verfolgen, sondern es nimmt an Umfang von dem chorialen Ende nach dem peripheren zu immer mehr ab, so dass wir es in den Endverzweigungen nicht mehr antreffen.

Wie schon gesagt, bildet es auch an den Urprüngen der Zotten hauptsächlich nur die Achse und reicht selten bis an den Epithelmantel heran, sondern wird auch hier, besonders an den Zottenvorsprüngen ähnlich wie am Chorion durch ein lockeres Bindegewebe ersetzt. Letzteres gewinnt dann nach den peripheren Partien zu in dem gleichen Masse wie ersteres abnimmt,

immer mehr die Oberhand, so dass wir in den Endverästelungen der Zotten nur ein lockeres Bindegewebe vorfinden. Dieses lockere Bindegewebe präsentiert sich in zwei Formen. Einmal finden wir wie beim Chorion Fibrillen, die einen sehr verschiedenen Verlauf haben, sich kreuzen und eine Art Netzwerk bilden. In seinen Maschen sind helle, bläschenförmige, länglich ovale Kerne von 10μ Grösse eingelagert. Diese Form des Bindegewebes findet sich hauptsächlich in den dem Chorion zunächst gelegenen Partien der Zotten, während die zweite die übrigen Partien, namentlich die Zottenenden einnimmt. Diese letztere setzt sich aus sternförmigen Zellen mit länglich ovalen Kernen von $7-8 \mu$ Grösse zusammen. Jede Zelle besitzt mehrere Ausläufer, die mit denen anderer Zellen in Verbindung stehen. In den Maschen dieses Netzwerkes finden sich grosse Zellen, die von Hofbauer ausführlich beschrieben sind.

Einen Zusammenhang dieser Zellen durch Ausläufer mit den umgebenden Bindegewebsfasern, wie Hofbauer ihn fand, habe ich auch an den Hansen-Präparaten nicht mit Sicherheit konstatieren können. Über den Fettgehalt dieser Zellen kann ich, da die Präparate in Alkohol fixiert sind, keine Mitteilung machen. Da diese Zellen, wie auch Hofbauer hervorhebt, manchmal eine gewisse Ähnlichkeit mit Plasmazellen haben können, so veranlasste mich dieser Umstand hier eine spezifische Färbung vorzunehmen. Die Färbung mit Boraxmethylblau nach Jadassohn hat jedoch nur ein negatives Resultat ergeben.

Die Gefässverteilung in den Zotten ist die gleiche wie im Chorion, indem wir die grösseren Gefässe in dem axialen festeren Stützgewebe verlaufen sehen, während die kleineren Capillaren fast direkt unter dem Epithel gelegen sind. Was Bau und Inhalt der Gefässe anlangt, so können wir auf das schon oben Gesagte verweisen.

Auch in den Zotten findet sich unter dem Epithel eine

Basalmembran, die in gleicher Weise wie im Chorion mit dem Bindegewebe in Zusammenhang steht.

Der Vollständigkeit halber möchte ich noch kurz erwähnen, dass in gewissen Zottenquerschnitten, die schon bei schwacher Vergrößerung durch ihre Grösse und ihr helles Aussehen auffallen, sich ein hochgradig aufgelockertes Bindegewebe mit ausserordentlich grossen Maschen findet. Des Genaueren will ich hierauf noch weiter unten bei Besprechung der Zottenform zurückkommen.

Das choriale und villöse Bindegewebe des jüngsten Eies zeigt, wie oben schon angedeutet, einen bei weitem lockereren Bau. Die Art und Anordnung desselben ist aber im Grossen und Ganzen dieselbe.

Das Bindegewebe des Chorions hat auch hier einen deutlich fibrillären Charakter. Die Fasern, die hier feiner, zarter und von lockerem Gefüge sind als in den älteren Eiern, bilden auch hier ein unregelmässiges Netzwerk.

Die Kerne, die in den Maschen zerstreut sind, sind einmal auffallend hell, rund oder oval, bläschenförmig, 11—13 μ gross. Sie besitzen eine sich stark färbende Kernmembran und 2—3 dunkle Kernkörperchen, die ganz deutlich hervortreten, weil das Innere des Kerns fast völlig farblos erscheint. Zweitens sehen wir auch hier ganz dunkelgefärbte, etwas geschlängelte, lange, schmale Kerne, und endlich jene langen, schon mehrfach erwähnten, stäbchenförmigen Kerne, die in spindelförmigen Zellen gelegen sind. Diese Spindelzellen finden wir öfter zu Zügen angeordnet, die dann der Oberfläche des Chorions parallel verlaufen. Die Abgrenzung des Bindegewebes nach dem Epithel zu ist gegeben durch eine Basalmembran, die in dem jungen Ei ebenfalls deutlich, aber weniger breit erscheint, die Abgrenzung nach der Eihöhle durch einen kernlosen, 8 μ breiten Saum, der sich in den Hansen-Präparaten durch seine intensiv

rote Farbe auszeichnet. Er besteht aus feinen, zu einander parallel gelegenen Fibrillen von steilem, welligem Verlauf.

Das Bindegewebe der Zotten zeigt, wie schon für die älteren Eier beschrieben ist, einen lockereren Bau als das des Chorions. Der Übergang ist aber auch hier ein allmählicher. Wir finden in den centralen Partien mancher Zottenquerschnitte ein fibrilläres Maschenwerk von gleich festem Gefüge wie das des Chorions; dieses erfährt nach dem Epithel zu eine Auflockerung in der Weise, dass die Fasern dünner und spärlicher, die Maschen grösser werden. Auch ist es nicht selten, dass ganze Zottenquerschnitte nur aus diesem aufgelockerten Gewebe bestehen. In den Maschen des letzteren sind fast nur die schon beim Chorion beschriebenen, hellen, bläschenförmigen Kerne vertreten, während wir in den axialen, festeren Partien auch noch den schmalen, dunklen, geschlängelten Kernen begegnen. Hie und da sieht man auch kurze Züge von den Spindelzellen mit stäbchenförmigen Kernen. Nur ist hier zu bemerken, dass der stäbchenförmige Charakter in diesem jungen Ei nicht so deutlich hervortritt als in den älteren Präparaten, da die Enden nicht quer abgestutzt, sondern etwas gewölbt sind. Schliesslich sind noch Zotten vorhanden, deren Bindegewebszellen aus Sternzellen bestehen mit hellem, ovalen, bläschenförmigen, 8—10 μ grossen Kern. Ihre zahlreichen Ausläufer stehen miteinander in Zusammenhang und bilden ein weites Maschenwerk. Es giebt nun sowohl Zotten, in denen diese letzte Bindegewebsform allein vorhanden ist, als auch Zotten, in denen wir sie mit dem aufgelockerten, fibrillären Bindegewebe kombiniert finden. Hofbauersche Zellen kommen in dem Stroma des jüngsten Eies nicht vor. Die Basalmembran ist auch in den Zotten deutlich. Gefässe habe ich weder im Chorion noch in den Zotten gesehen.

Zottenepithel.

Es sind bei der Untersuchung hauptsächlich die mit Eisenhämatoxylin gefärbten Schnitte berücksichtigt, da diese Methode eine scharfe Differenzierung des Syncytiums giebt und Zellgrenzen deutlich hervortreten lässt (Bonnet).

Das Zottenepithel, das eine durchschnittliche Breite von 20—25 μ hat, ist bei den drei älteren Fruchtblasen überall zweischichtig, bietet aber sonst keineswegs ein einheitliches Bild dar. Wir sehen bald Stellen, an denen beide Schichten das gleiche Aussehen haben, so dass sie durch nichts voneinander zu unterscheiden sind, bald dagegen Stellen, an denen die Trennung in Syncytium und Zellschicht klar zu Tage tritt und daneben alle möglichen Zwischenstadien der Differenzierung.

Die undifferenzierten Stellen bestehen aus einem syncytialen Protoplasmasaum mit zwei Reihen Kernen. Derselbe färbt sich mit Eisenhämatoxylin grau, mit Eosin rot, ist leicht gekörnt und von zahlreichen, kleinen, meist rundlichen, 2 μ grossen Vakuolen durchsetzt, die gewöhnlich direkt unter der freien Oberfläche noch über der oberen Kernreihe gelegen sind. Die Kerne sind hell, bläschenförmig, rundlich, oder oval und haben 2—3 dunkle Kernkörperchen, die schon bei schwacher Vergrösserung zu erkennen sind. Die Chromatinsubstanz ist oft sehr gering, so dass sie meist erst bei starken Vergrösserungen deutlich wird. Die Kerngrösse schwankt zwischen 7 und 11 μ .

Eine zweite Art von Kernen sind die, welche sich mit Eisenhämatoxylin gleichmässig dunkel färben. Ihre Form und Grösse ist sehr verschieden. Am meisten sind hier schmale von länglicher Form vertreten, deren Längsdurchmesser etwa 8—10 μ beträgt, sodann kleine, rundliche, lymphocytenähnliche von 5 μ Durchmesser.

Hie und da begegnet man auch grossen ovalen oder grossen runden Kernen, die sich von den oben beschriebenen hellen,

bläschenförmigen nur durch ihre gleichmässige dunkle Färbung unterscheiden. Zwischen diesen dunklen und den hellen ovalen Kernen sehen wir Übergangsformen insofern, als der Chromatingehalt in den ersten ab- und in den letzteren zunehmen kann. Ferner wollen wir noch hervorheben, dass sowohl die hellen wie besonders die dunklen Kerne nicht überall schön abgerundet sind, sondern zuweilen ein unregelmässig zackiges Aussehen haben. Bezüglich der Verteilung der Kerne auf die beiden Schichten herrscht im allgemeinen die Regel, dass die helleren bläschenförmigen Kerne mehr in der unteren, d. h. in der nach dem Bindegewebe zu gelegenen, die dunkleren mehr in der oberen, d. h. in der nach dem intervillösen Raum zu gelegenen Schicht sich finden. Aber wie gesagt, ist dieses nur eine ganz allgemeine Regel, die nicht für alle Fälle gilt. So sind häufig die Kerne ganz willkürlich verteilt. Wir können in der oberen Schicht mehr hellere und andererseits in der unteren mehr dunklere antreffen. Der Längsdurchmesser der Kerne kann zur Zottenachse in jeder beliebigen Richtung stehen, so dass man nicht entscheiden kann, welche Richtung hier die vorherrschende ist. Der Abstand der Kerne ist ebenfalls verschieden.

In der unteren Schicht liegen die Kerne stellenweise ganz dicht zusammen, so dass die Membran des einen unmittelbar an die des anderen grenzt. Hierbei können sie sich aus der Reihe verschieben, können über- und untereinander zu liegen kommen, so dass dadurch kleine Haufen von aber höchstens 3—4 Kernen entstehen. Überhaupt sind diese letzten Bildungen in der unteren Schicht selten. An anderen Stellen sehen wir die Zwischenräume grösser werden, so dass sie ungefähr 1—4 Kernlängen betragen können. Diese Intervalle können sowohl für kleine Strecken hin dieselben bleiben als auch von Kern zu Kern wechseln.

In der oberen Kernreihe sind die Unregelmässigkeiten in der Kernverteilung noch viel grösser. Wir sehen auch hier Bilder,

in denen ein Kern sich unmittelbar an den anderen reiht und relativ häufig Kernhaufen. Dieselben können jedoch hier eine bedeutende Grösse annehmen und die Zahl der Kerne kann 15—20 betragen. Das syncytiale Protoplasma erfährt dann meist entsprechende Verdickungen. Demgegenüber giebt es auch Stellen, wie schon oben beschrieben, wo die Kerne einzeln, in verschiedenen grossen Intervallen gelagert sind. Selten sind die aufeinanderfolgenden Intervalle hier für längere Strecken hin von gleicher Grösse, sondern man sieht, dass gerade in diesen Punkten beträchtliche Variationen vorkommen können, zumal die kernlosen Zwischenräume in den oberen Schichten 3—4mal so lang als in der unteren werden können. Die Kerne liegen nicht immer in gleicher Höhe, sind also von der freien Oberfläche bald mehr, bald weniger weit entfernt. Dieses hat zur Folge, dass, wenn die Kerne dicht gelagert sind, sich leicht der eine teilweise oder auch gänzlich über den anderen schieben kann. Zellgrenzen habe ich auch mit der Heidenhainschen Eisenhämatoxylinmethode, die für diese Zwecke besonders empfohlen wird, in keiner der beiden Schichten darstellen können.

Man trifft die undifferenzierten Partien am Chorion ziemlich spärlich, dagegen relativ häufig an den Zotten. Ich habe aber fast nie gesehen, dass ein Zottenquerschnitt in seiner ganzen Ausdehnung ausschliesslich aus diesen undifferenzierten Partien besteht, sondern fast immer finden sich hier unregelmässig zerstreut Stellen, an denen die Anfänge der Differenzierung zu erkennen sind, seltener solche, an denen die Differenzierung schon vollendet ist.

Die Differenzierung geht anfangs in der Weise vor sich, dass das körnige, in den Eisenhämatoxylin-Präparaten graugefärbte syncytiale Protoplasma in unmittelbarer Nähe des Kernes, manchmal nur an einer Stelle, manchmal auch im ganzen Umkreis desselben, einen helleren Ton annimmt. Dann sieht man scharf begrenzte, helle, farblose, halbmondförmige Höfe, entweder nur

an einer beliebigen Stelle des Kernes, oder an mehreren zugleich auftreten, die sich vergrössern, zusammenfliessen und so den Kern mit einer hellen, farblosen Zone umgeben.

Die Differenzierung schreitet dann in der Weise weiter, dass die helle farblose Zone der Kerne, die anfangs ganz schmal ist und vielleicht den sechsten Teil des Kerndurchmessers ausmacht, an Umfang zunimmt. Diese Ausbreitung geschieht anfangs nach allen Richtungen gleichmässig, und da infolgedessen die periphere Begrenzung der hellen Zone der Kernmembran parallel verlaufen muss, so werden wir je nach der Form der Kerne bald mehr rundliche, bald mehr länglich ovale Bildungen vorfinden. Dieses ist jedoch nur solange der Fall, als die helle Umgebungszone sich nach allen Richtungen gleichmässig ausdehnen kann. Die untere Grenze des syncytialen Protoplasmas wird nun im allgemeinen bald erreicht, da die unteren Kerne derselben ziemlich nahe liegen. In diesem Falle würde für die hellen Höfe, vorausgesetzt, dass die Ausdehnung nach den übrigen Seiten gleichmässig weiter erfolgen kann, eine Form resultieren, die sich in den rundlichen Bildungen mehr und mehr einem Halbkreis, in den ovalen mehr der Hälfte einer Ellipse nähert. Zwischen diese ragt das körnige, grau gefärbte syncytiale Protoplasma mit verschieden breiten Fortsätzen bis auf die Basalmembran herab, und man erhält somit Bilder, wie sie auch schon von anderen (Langhans, Marchand, Bonnet u. a.) beschrieben sind.

Die Breite der syncytialen Protoplasmafortsätze richtet sich nach der jedesmaligen Entfernung zweier Kerne. Bei weiter Lagerung der Kerne kann dieselbe 4 Kernlängen betragen, während wir bei weniger weiter Lagerung die syncytialen Fortsätze sich immer mehr verschmälern sehen, so dass sie oft in den mittleren und unteren Partien nur schmale fadenförmige Gebilde darstellen. Rücken die Kerne nun noch mehr zusammen, z. B. bis auf $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{4}$ Kernlänge oder noch näher — und diese Bilder

sind nicht selten —, so ist die notwendige Folge, dass die hellen Höfe in ihrer Breitenausdehnung von vornherein gehindert sind, und dass sie dementsprechend in jedem Falle eine ovale Form annehmen müssen. Hierbei kann es sich auch ereignen, dass die seitliche Begrenzung derselben, die schmalen fadenförmigen syncytialen Fortsätze teilweise schwinden. Wir finden diese dann nur im Bereich des obersten Drittels der Kerne in Gestalt von oben breiteren sich nach unten zu verjüngenden Zipfeln, während wir weiter nach der Basalmembran zu eine Abgrenzung nicht mehr wahrnehmen können, so dass hier ein Zusammenfliessen zweier benachbarter heller Höfe stattfinden muss. In der Ausbreitung der hellen Höfe nach oben herrscht insofern eine gewisse Regelmässigkeit, als ihre obersten Kuppen meist in gleicher Höhe gelegen sind. Meistens sieht man, dass sie nach oben zu die Mitte des Epithelmantels nicht überschreiten. Manchmal jedoch kommt es vor, dass sie auch in die obere Hälfte desselben eindringen. In diesem Falle kann die Länge der hellen Höfe samt Kern etwa $\frac{3}{4}$ der Breite des Epithelmantels und noch mehr betragen, so dass das syncytiale Protoplasma hie und da nur als ein schmaler, endothelartiger Saum erscheint.

Nun ist noch beachtenswert, dass an Stellen weit vorgeschrittener Differenzierung unmittelbar an der Grenze des syncytialen Protoplasmas gegen die oberen Kuppen der hellen Höfe sich fast regelmässig im ersteren ein halbkreisförmiger Kontur bildet, der sich durch seine dunklere Färbung nach beiden Seiten scharf absetzt. Wenn mehrere benachbarte helle Höfe oben von solchen Konturen begrenzt sind, so können letztere an ihren seitlichen Enden in Zusammenhang stehen und so eine fortlaufende dunkle aus einzelnen Bogen bestehende Linie darstellen. Eine Erklärung, wodurch diese Konturen bedingt sind, ist schwer zu geben. An gewissen Stellen ist eine grosse Ähnlichkeit mit einer Zellmembran nicht zu leugnen. Jedoch wäre es unverständlich, warum wir dieselbe regelmässig nur an den

oberen Kuppen der hellen Höfe antreffen und nicht in der ganzen Peripherie; denn an der unteren Hälfte der hellen Höfe haben wir derartige Bildungen nie gefunden. Eine zweite Möglichkeit wäre, dass es sich um eine Kompression des Syncytium handelt, die vielleicht durch ein schnelles Wachstum der hellen Zonen entstanden ist. Aber hierfür passt weder die scharfe Absetzung des Konturs nach dem Syncytium selbst, noch wäre die Örtlichkeit der Kompression zu verstehen, da sie sich gerade auf eine Stelle lokalisiert, an der das Syncytium mehr als an allen anderen zurückweichen kann.

Die Anordnung der Kerne der unteren Reihe wird bei fortschreitender Differenzierung regelmässiger, ihr Aussehen gleichmässiger. Die dunklen Kerne schwinden fast vollständig aus der unteren Reihe, so dass wir hier schliesslich fast nur helle, bläschenförmige, ovale oder rundliche Kerne haben. Der Abstand derselben wird auch für grössere Strecken hin der gleiche, die Richtung der länglichen Kerne zur Zottenoberfläche meist eine senkrechte. Die obere Kernreihe andererseits verliert mehr und mehr die hellen bläschenförmigen Kerne und setzt sich hauptsächlich nur aus den schon oben beschriebenen dunkleren, kleinen rundlichen und länglich schmalen Elementen zusammen. Hie und da sieht man an differenzierten Partien wohl, dass die schmalen länglichen zur Zottenoberfläche eine horizontale Lage einnehmen. Sonst ist aber eine Regelmässigkeit in der Anordnung nicht zu erkennen, sondern die willkürliche, regellose Verteilung, die schon bei Besprechung der undifferenzierten Partien hervorgehoben ist, ist auch an den differenzierten Stellen vorherrschend.

Kernteilungsfiguren habe ich nur an den hellen bläschenförmigen Kernen der unteren Kernreihe und der noch unten zu besprechenden Zellsäulen und grosszelligen Inseln gesehen. Sie traten sehr deutlich hervor, aber waren im Allgemeinen nur in mässiger Zahl vorhanden, und es war auffällig, dass nur die

Anfangsphasen (Spirem und Monasterbildung) vertreten waren, während ich die späteren Stadien nicht zu Gesicht bekommen habe.

Was nun die Frage anbelangt, ob im Epithelmantel Zellgrenzen respektive Zellmembranen vorhanden sind, so können wir dieselbe für die undifferenzierten Partien und für die obere Kernreihe der in Differenzierung begriffenen oder differenzierten Partien ohne Weiteres verneinen. Um diese Frage jedoch auch für die untere Kernreihe der letzteren entscheiden zu können, müssen wir noch etwas genauer auf diese Verhältnisse eingehen. Wir haben gesehen, dass sich bei der Differenzierung um die Kerne helle Höfe bilden, die anfangs vom syncytialen Protoplasma auf allen Seiten umgeben sind. An der oberen Seite kann sich ein dunkler Kontur befinden, der auch auf kurze Strecken hin auf die Seitenflächen übergehen kann, hier aber dann immer mehr an Deutlichkeit abnimmt. Ferner kann unter Umständen bei Ausdehnung der hellen Höfe die seitliche Begrenzung durch das Protoplasma verschwinden, so dass die hellen Höfe zweier benachbarter Kerne in einander übergehen. Die untere Seite der hellen Höfe umgiebt auch ein schmaler Protoplaststreifen, der bei weiterer Ausdehnung dünner wird und schliesslich ebenfalls nicht mehr vorhanden ist, so dass die hellen Höfe direkt bis an die Basalmembran heranreichen. Falls im letzteren Falle auch noch eine Retraction des Stromas stattgefunden hat, so kann, wenn die hellen Höfe sehr hell und farblos sind, auch bei stärkerer Vergrösserung eine Abgrenzung derselben nach der entstandenen Spalte unmöglich sein. Mit der Ölimmersion kann man jedoch meist erkennen, dass die hellen Höfe ein leicht körniges Aussehen haben. Aber eine deutliche Grenze nach unten hin ist auch so nicht nachzuweisen.

So sehen wir also, dass bei geringer Ausdehnung die hellen Höfe auf allen Seiten von syncytialem Protoplasma umgeben sind, dass bei weiterem Wachstum das Protoplasma

an den seitlichen und unteren Partien schwinden kann. In letzterem Falle reichen die hellen Höfe nach unten bis auf die Basalmembran und gehen nach den Seiten hin ineinander über. Demnach haben wir Zellmembranen auch in der unteren Reihe der differenzierten und in Differenzierung begriffenen Partien nicht nachweisen können. Auch macht es mir nicht den Eindruck, dass die untere Lage der differenzierten Partien aus einzelnen zelligen Elementen zusammengesetzt ist, die wie in anderen Organen durch eine dünne Lage Kittsubstanz miteinander verbunden sind, und die man am frischen Präparat durch Zerzupfen nach Behandlung mit lösenden Flüssigkeiten isolieren könnte. Was wir uns unter den hellen Höfen vorzustellen haben, können wir nicht sagen. Es ist vielleicht denkbar, dass auch an den differenzierten Stellen der ganze Epithelmantel aus einem zusammenhängenden syncytialen Protoplasma besteht, dass dasselbe in der Umgebung der unteren Kerne eine chemische Veränderung erfahren hat, die sich im microscopischen Präparat durch eine hellere Färbung kundgibt, über deren Natur wir aber vollständig im Unklaren sind.

An den Präparaten, die nicht nach Hansen gefärbt waren, sind im Bereich von differenzierten Partien Stellen vorhanden, an denen wir irrtümlicherweise eine Kernmembran deutlich zu sehen glaubten. Diese Täuschung wurde zum Teil veranlasst durch den eigentümlichen Verlauf der Basalmembran. Diese ist, wie wir schon oben gesehen haben, nicht immer geradlinig, sondern umgiebt häufig durch einen halbbogenförmigen Verlauf die unteren Kuppen der hellen Höfe, kann dann auch an der Seite derselben noch bis zur halben Höhe der Kerne nach aufwärts reichen. Dann biegt sie jedoch meist spitzwinkelig nach unten und der Seite hin ab, um den benachbarten hellen Hof an seinem unteren Ende in gleicher Weise einzufassen. Wenn nun an solchen Stellen die obere Hälfte der hellen Höfe durch einen schon mehrfach erwähnten, dunklen Kontur begrenzt ist, und

wenn sich die absteigenden Zipfel desselben und die aufsteigenden der Basalmembran berühren, so können an Präparaten, bei denen die letztere nicht durch besondere Färbung kenntlich gemacht ist, Bilder entstehen, die eine scharf abgegrenzte einheitliche Zellmembran vortäuschen können.

Die differenzierten Partien finden sich auf grössere Strecken hin besonders häufig am Chorion. Aber auch an den Zotten sieht man grössere Abschnitte des Epithelmantels oder vereinzelt auch die epitheliale Bekleidung eines ganzen Zottenquerschnittes aus diesen bestehen. Daneben finden wir jedoch hie und da vereinzelte Kerne mit differenzierten Höfen inmitten solcher Stellen zerstreut, die noch gar keine Differenzierung aufweisen oder im Beginn derselben stehen.

Wenn wir vorhin die helle Umlagerungszone der Kerne als helle, vollständig farblose Höfe beschrieben haben, so trifft dies im Allgemeinen zu, aber in einzelnen Fällen sieht man, dass dieselben noch einen leicht grauen Ton besitzen, der aber dennoch eine scharfe Trennung von dem weit dunkleren Syncytium zulässt.

Ferner kann man, wenn auch selten, beobachten, dass die oberen Kuppen vereinzelter oder auch benachbarter heller Höfe sich mehr und mehr abflachen, so dass die Grenzlinie zwischen ihnen und dem syncytialen Protoplasma an diesen Stellen immer mehr gestreckter verläuft. Wenn wir dann noch an der Grenze des syncytialen Protoplasmas jene schon mehrfach erwähnten dunkleren Konturen finden, so stellen diese naturgemäss ebenfalls nicht mehr bogenförmige, sondern mehr gradlinige Gebilde dar. Wenn dieselben ferner an ihren Enden zusammenhängen, so sind sie für kleine Strecken hin vielleicht geeignet, eine Membran vorzutäuschen, wie sie von Graf Spee zwischen Zellschicht und Syncytium beschrieben ist.

Ob bei der Bildung der hellen Höfe das Syncytium eine aktive oder passive Rolle spielt, ob es sich retrahiert oder zurückge-

drängt wird, ist schwer zu entscheiden. Wenn man die dunklen Konturen als eine Kompressionserscheinung im Syncytium auffassen darf, so wäre dieses immerhin ein Punkt, der zu Gunsten der letzten Ansicht spräche.

Einen Bürstensaum des Syncytium, über dessen Vorhandensein früher vielfach diskutiert wurde, der jedoch jetzt von den meisten modernen Forschern anerkannt wird, habe ich an meinen Präparaten, wenn auch nicht überall, so doch an vielen Stellen beobachtet.

Es bleiben uns nun noch zur Besprechung Gebilde übrig, die als Abkömmlinge des Epithelmantels anzusehen sind. Es sind dieses erstens die Syncytialsprossen und ferner die Zellsäulen und grosszelligen Inseln.

Die Syncytialsprossen sind lange, solide, polypöse Auswüchse des Syncytium, die an ihren freien Enden kolbig anschwellen. Die zahlreichen Längs- und Querschnitte, die unsere Präparate enthalten, bestehen aus syncytialem Protoplasma. Die Kerne, die meist in den axialen Partien sich finden, sind hell, bläschenförmig, rund oder oval, meist aber dunkel von schmaler länglicher oder rundlicher Gestalt mithin ungefähr dieselben Elemente, wie wir sie für die undifferenzierten Partien beschrieben haben. In der Peripherie der Querschnitte findet sich meist eine 8—10 μ breite, kernfreie Zone, in der wir zahlreiche, dicht nebeneinander gelagerte, rundliche Vacuolen von 1—3 μ Grösse bemerken. Diese Vacuolen, die zuweilen auch das ganze Protoplasma durchsetzen, können an Umfang sehr zunehmen und eine Grösse von 13—25 μ erreichen. In diesem Falle ist das Protoplasma auf schmale Septen reduziert, in denen unregelmässig verteilt die Kerne liegen. Auf der freien Oberfläche dieser syncytialen Auswüchse ist der Bürstensaum an verschiedenen Stellen ebenfalls deutlich.

Die Zellsäulen, die sich an den Spitzen der Zotten finden, stellen eine Anhäufung von Elementen der unteren Kernreihe

dar, von ovalen oder rundlichen hellen, bläschenförmigen Kernen. Letztere sind fast immer von hellen Höfen umgeben und in eine syncytiale Protoplasmanasse eingelagert. Sie ist zwischen denselben nicht immer in gleicher Menge vorhanden. In den dem Bindegewebe zunächst gelegenen Kernreihen sind die hellen Höfe meist kleiner ($1-2 \mu$ breit) oder fehlen hie und da auch, so dass die graue protoplasmatische Zwischensubstanz eine Breite von zwei Kernlängen haben kann. Nach den centralen Partien der Zellsäulen dagegen können die hellen Höfe sich bedeutend vergrössern und eine Breite von 13μ erreichen, während das graue Protoplasma mehr und mehr abnimmt, so dass auch auf grosse Strecken hin dasselbe nur noch in Form eines feinen Netzwerkes existiert. Diese netzförmig angeordneten Protoplasmafäden haben einen sehr unregelmässigen Bau. Sie sind bald etwas breiter bald etwas schmaler, bald heller bald dunkler gefärbt und zeigen nach den Seiten keine scharfe Abgrenzung, so dass auch sie nicht als Zellgrenzen im obigen Sinne gedeutet werden können. Die Grösse der Maschen schwankt zwischen $13-39 \mu$. Häufig findet man auch Maschen — und zwar sind es meist kleinere —, die keinen Kern besitzen. An der Oberfläche dieser Zellkomplexe beobachtet man häufig einen ungleich breiten Protoplasmasaum, in dem jene dunklen rundlichen oder ovalen Kerne zerstreut liegen. Die an diesem Saum unmittelbar angrenzenden Kernreihen zeichnen sich häufig ebenso wie die dem Bindegewebe zunächst gelegenen durch eine grössere Menge von grauem syncytilalem Protoplasma aus. Somit bieten die Zellsäulen Bilder, wie sie den verschiedenen Phasen der Differenzierung entsprechen, indem die undifferenzierten Stellen auf die peripheren Teile beschränkt sind, während nach dem Centrum zu die Differenzierung immer mehr vorschreitet.

Die grosszelligen Inseln bestehen der Hauptsache nach aus Partien, die das gleiche Aussehen wie die Zellsäulen haben. Daneben haben wir jedoch Gruppen von spindelförmigen oder

unregelmässig gestalteten Zellen, deren Zusammenhang gelockert ist. Die Kerne sind ebenfalls hell, bläschenförmig aber vielfach noch etwas grösser als die in den Zellsäulen. Das Protoplasma ist in den Heidenhain-Präparaten grau gefärbt. Diese letzteren Zellen, die nicht einzeln zerstreut, sondern, wie schon gesagt, in Gruppen zusammenliegen, sind wohl als mütterliches Gewebe aufzufassen.

An der jüngsten Fruchtblase finden sich nicht selten Zotten, deren epitheliale Bekleidung nur aus **einer** Kernreihe besteht, die in diesem Fall immer einen syncytialen Charakter hat. Das Protoplasma dieses einreihigen Epithelmantels, von gleicher Beschaffenheit wie oben, ist körnig, von rundlichen Vacuolen durchsetzt und in den Heidenhain-Präparaten grau gefärbt. Die Kerne sind fast immer dunkel von rundlicher oder ovaler Form; selten ist zwischen denselben auch ein etwas grösserer, hellerer, bläschenförmiger anzutreffen. Der Protoplasmasaum kann bald eine Breite von 10—12 μ erreichen, bald wird er schmaler und kann häufig nur ein fadenförmiges Gebilde darstellen, so dass er hier mit seinen dunklen, nach aussen hin etwas vorspringenden Kernen ein endothelartiges Aussehen bekommt. Dieser verschieden breite einreihige Epithelbelag erstreckt sich auf den ganzen Zottenumfang, wie auch nur auf Teile desselben. Im letzteren Falle findet zwischen dem einreihigen und dem zweireihigen Epithel ein Übergang in der Weise statt, dass sich das Protoplasma allmählich verbreitert und die zweite untere Kernreihe auftritt. Die Kerne sind an den Übergängen meist in beiden Reihen dunkel und das Protoplasma grau, undifferenziert. An diese undifferenzierten Stellen, die eine verschiedene Länge haben, können sich dann die verschiedenen Phasen der Differenzierung nach den Seiten hin anschliessen. Was nun die Beschaffenheit der undifferenzierten Stellen anlangt, so haben wir über ihre Verteilung auf die Zottenoberfläche, über das Aussehen und Anordnung ihrer Kerne dem schon oben Gesagten nichts hinzuzufügen.

Auch die Differenzierung geht in der gleichen Weise wie oben vor sich. Es bilden sich zuerst kleine helle Höfe um die Kerne. Dieselben werden grösser, sind seitlich entweder durch Protoplasmafortsätze voneinander getrennt oder gehen auch hie und da ineinander über.

Man findet hier nun häufiger als in den älteren Eiern, dass die hellen Höfe nicht vollständig farblos sind, sondern einen leicht grauen Ton und eine leichte Körnelung behalten. Ebenso sieht man hier häufiger, dass eine Abflachung der oberen Kuppen der hellen Höfe stattfindet, so dass ihre obere Grenze fast vollständig geradlinig verlaufen kann.

Stellen von geringgradiger Vacuolisierung des Protoplasmas können wir auch an unserem jüngsten Ei beobachten. Häufiger aber finden wir, dass die Vacuolisierung hier einen recht hohen Grad erreicht. Diese kann sich gleichmässig auf das ganze Protoplasma erstrecken oder auch nur auf einzelne Stellen beschränkt sein. Im ersten Falle sehen wir meist kleinere rundliche Vacuolen von 1—3 μ Durchmesser eine neben der anderen gelegen, so dass das Protoplasma nur noch in Gestalt von einem feinen Netzwerk existiert. Diese netzförmige Anordnung des Protoplasmas zwischen den Vacuolen ist schon vielfach beschrieben und von den Autoren als Wabenstruktur bezeichnet worden. Im zweiten Falle haben wir grosse, meist viereckige Vacuolen von einem Durchmesser von 3—8 μ . Diese finden sich häufig in der Mitte des Epithelmantels zwischen den beiden Kernreihen und können an manchen Stellen dicht nebeneinander gelagert sein, so dass sie eine Reihe bilden, die der Oberfläche parallel verläuft. Betrachtet man solche Stellen mit schwacher Vergrösserung, so bekommt man zuweilen den Eindruck, dass es sich hier um Längsspalten, um eine Abhebung der oberen Kernreihe von der unteren handelt. Mit der Ölimmersion kann man jedoch deutlich von oben nach unten und in ziemlich gleichen Abständen verlaufende Protoplasmassepten erkennen. Diese ver-

schiedenen Arten der Vacuolen können an einzelnen Stellen sowohl getrennt vorkommen, ebenso wie man daselbst auch alle möglichen Kombinationen beobachten kann.

Nun müssen wir jedoch auch auf Stellen hinweisen, an denen in der That Spalten im Epithelmantel zwischen den beiden Kernreihen vorkommen, ohne dass dieselben durch schmale Protoplasmastreifen in einzelne Vacuolen zerlegt werden. Diese finden sich sowohl an den undifferenzierten, an den in Differenzierung begriffenen, wie auch sehr häufig, an den differenzierten Partien. In den beiden ersten Fällen sind dieselben durch Protoplasma auf beiden Seiten ziemlich scharf abgegrenzt, während im letzten Falle, wenn die hellen Höfe bis an die Spalten hererreichen, naturgemäss eine Begrenzung an diesen Stellen nicht deutlich ist. Wie aus Serienschnitten zu ersehen ist, handelt es sich um eine flächenhafte Abhebung der oberen Kernreihe von verschiedener Ausdehnung. Diese Abhebungen können an ihren Anfängen nur von geringer Ausdehnung sein und sich über einen Raum von nur 2—3 Kernlängen erstrecken, können dann aber grösser werden und sich in ihrer grössten Ausdehnung auf den ganzen Umfang des Zottenquerschnittes ausbreiten. Kollmann, der neben anderen auch ähnliche Bildungen beobachtet hat, ist geneigt sie als Macerationserscheinungen aufzufassen. Da unsere Schnitte jedoch von einem Curettement herrühren, das noch lebenswarm in absoluten Alkohol gekommen ist, so können wir diese Erklärung für unsere Präparate nicht gelten lassen. Manchmal sieht man nun von oben oder unten Protoplasmafortsätze in die Spalten hineinragen, die als Reste von Septen erscheinen, so dass es wohl wahrscheinlicher ist, dass ein Teil dieser Spalten durch Zusammenfluss der oben beschriebenen, zwischen den beiden Kernreihen gelegenen, grossen Vacuolen nach Zerreißen ihrer Septa entstanden ist.

Eine weitere eigentümliche Erscheinung ist die, dass der zweischichtige Epithelmantel auf kürzere oder längere Strecken

hin plötzlich einschichtig wird. Es unterscheiden sich diese Bilder deutlich von jenen oben beschriebenen, wo der Übergang vom einschichtigen in doppeltes Epithel allmählich stattfindet. Hier sehen wir, dass an Zottenquerschnitten mit doppeltem Epithel die oberste Kernreihe ganz plötzlich aufhört, auf kürzere oder längere Strecken hin fehlt, um dann ebenso plötzlich wieder zu beginnen. Die Abbruchstellen des Protoplasmas sind hie und da etwas abgerundet, meist aber geradlinig-senkrecht zur Oberfläche gestellt. Dieselben sind nach dem Defekt zu bald durch einen etwas schärferen Randkontur deutlich abgegrenzt, bald fehlt jedoch dieser und das Protoplasma erscheint an dem abfallenden Rand blass und zackig. Manchmal findet man, dass vor den Abbruchstellen eine Abhebung der oberen Kernreihe in verschiedener Ausdehnung stattgefunden hat. Auffallenderweise nimmt nun an den einschichtigen Stellen das Epithel, das die direkte Fortsetzung der unteren Kernreihe bildet, oft ganz unvermittelt die Beschaffenheit des Syncytiums an, selbst dann, wenn in der unteren Kernreihe bis zu den Abbruchstellen eine deutliche Differenzierung stattgefunden hat. So z. B. sehen wir in der unteren Kernreihe des noch zweischichtigen Epithelmantels grosse, helle, bläschenförmige Kerne mit vollständig ausgebildeten hellen Höfen, die durch schmale septenartige Protoplasmastrifen von einander getrennt sind. An den einschichtigen Stellen ändert sich ganz plötzlich das Bild. Das Protoplasma ist an diesen Stellen von grauer Farbe, körnig; die Kerne sind dunkel und kleiner. Die Dicke des Protoplasmas wechselt. Sie kann bald ebenso bedeutend wie die der benachbarten, tieferen Epithellage sein, ist aber auch gar nicht selten dünner und sogar gelegentlich auf einen ganz dünnen, fadenförmigen, grauen Saum beschränkt, dessen Kerne nach aussen hin vorragen. An einzelnen Stellen jedoch sind die Übergänge nicht so schroff. Hier werden die der Abbruchstelle zunächst gelegenen Kerne der tieferen Lage des noch zweischichtigen Epi-

thelmantels bereits dunkler und kleiner, oder man findet zu Beginn des einschichtigen Epithels noch 2—3 Kerne von mehr hellerem Aussehen und bläschenförmigerem Charakter. Befindet sich nun die tiefe Lage des zweischichtigen Epithelbelages erst im Anfang der Differenzierung oder ist sie noch vollständig undifferenziert, so versteht es sich von selbst, dass die Übergänge immer mehr an Schärfe abnehmen.

Eine Erklärung für diese eigentümlichen Bildungen können wir nicht geben. Nun kommen jedoch, wie wir oben gesehen haben, Stellen vor, an denen die Enden der unterbrochenen oberen Kernreihe nicht abgerundet sind, sondern mehr gradlinig und senkrecht zur Oberfläche verlaufen, an denen dieselben ferner nach dem Defekt keinen schärferen Kontur besitzen, sondern bloss und zackig erscheinen, sodass es vielleicht gerechtfertigt wäre, hier an eine mechanische Verletzung zu denken. Die Abrundung der Abbruchstellen dagegen, die an beiden Seiten des Defektes sich findet, deuten allerdings von vornherein wenig auf ein Trauma. Es müsste sich sonst das noch lebende Protoplasma in irgend einer Weise retrahiert haben, was ja nicht unmöglich wäre. Unverständlich bleibt dann aber immer in diesen Fällen, warum die untere Lage gerade an den Abbruchstellen oft so schroffe Übergänge zwischen vollständig differenzierten Partien und vollständig undifferenziertem Syncytium bietet und warum an den Unterbrechungen die aufliegende, einfache Schicht einen entschieden syncytialen Charakter hat. Dass die untere Kernreihe zerstört und das Syncytium auf das Stroma eingedrückt wäre, ist doch wohl kaum anzunehmen.

Kernteilungsfiguren habe ich an dem jüngsten Ei auch nur an den grossen, hellen, bläschenförmigen Kernen der unteren Reihe beobachten können. Sie sind auch hier nur in geringer Zahl vorhanden. Am relativ häufigsten sind noch die Anfangsphasen, die Spirem- und Monasterbildung. Von den späteren Stadien habe ich nur ganz vereinzelt einen Diaster gesehen.

Der Bürstensaum ist auf dem zweischichtigen Epithel und auf den Syncytialsprossen an verschiedenen Stellen deutlich ausgeprägt, während ich ihn an allen den Stellen, an denen die Zottenbekleidung einfach ist, vergeblich gesucht habe.

Die Zellsäulen und die grosszelligen Inseln bieten im allgemeinen den gleichen Befund wie in den älteren Eiern. In den centralen Partien sind die meist hellen, bläschenförmigen Kerne von einem relativ grossen, hellen Hof umgeben, und das syncytiale Protoplasma ist nur auf ganz schmale, netzförmig angeordnete Streifen reduziert, während nach der Peripherie zu die hellen Höfe an Grösse abnehmen und letzteres an Ausdehnung gewinnt.

Auch bezüglich der Syncytialsprossen können wir auf die obige Darstellung verweisen.

Form der Zotten.

An den älteren Eiern ist die Form der Zotten verschieden. Wir finden als einfachste Form unverästelte, etwa 2 mm lange, polypenähnliche Bildungen, die an den peripheren Enden kolbenförmig anschwellen. Die Mehrzahl der Zotten aber hat mehr oder weniger zahlreiche Verästelungen und erreicht eine Länge von 4—7 mm. Der Hauptstamm und die einzelnen Äste behalten in ihrem Verlauf nicht immer dasselbe Kaliber bei, sondern zeigen verschiedentlich Anschwellungen, besonders an den Teilungsstellen. Sehr hochgradige Anschwellungen haben wir an den Endverästelungen einzelner Zotten getroffen.

In den Schnittpräparaten fallen die Querschnitte dieser letzteren voluminösen Auftreibungen, wie schon oben bei Besprechung des Bindegewebes erwähnt wurde, durch ihre Grösse und ihr helles Aussehen sofort in die Augen. Ihr Ströma besteht aus sternförmigen Zellen mit runden oder ovalen Kernen. Die Ausläufer derselben anastomosieren miteinander

und bilden ein lockeres Netzwerk. Die Maschen sind auffallend weit und vollständig farblos und haben auch in den Hämalaun-Eosin-Präparaten nicht die geringste Andeutung von einem blauen Ton, so dass für uns absolut keine Anhaltspunkte vorhanden sind, dieses sternförmige, weitmaschige Bindegewebe für Schleimgewebe zu halten. Selten sind in den Maschen eine oder mehrere Hofbauersche Zellen gelegen. Die Zahl der Gefässe des Stromas ist verschieden. Man bemerkt Zotten, die keine Gefässe enthalten, daneben aber auch wieder solche, in denen sie in mässiger oder auch in grosser Anzahl vertreten sind. Der Epithelmantel, der alle Phasen der Differenzierung aufweisen kann, erscheint infolge der Ausdehnung des Stromas oft etwas verschmälert. An den differenzierten Partien kann man beobachten, dass die oberen Kuppen der hellen Höfe abgeflacht sind, und dass die Grenze zwischen oberer und unterer Kernreihe durch eine fast geradlinig verlaufende Linie gegeben ist, eine Erscheinung, die wir schon oben für einzelne Stellen des Epithelmantels beschrieben haben, die wir aber am relativ häufigsten an dem Epithelmantel dieser voluminösen Zotten antreffen. Langhans hat zuerst diese Unregelmässigkeiten des Zottenvolumens beschrieben; er hat sie regelmässig an Eiern der 5.—13. Graviditätswoche gefunden.

Nach der 13. Woche sollen sie verschwinden, ebenso wie sie vor der 5. Woche seltener sind. Ich habe sie in jedem der älteren Präparate, d. h. Eiern der 4.—6. Woche gesehen, während sie in dem jüngsten Ei nicht vorhanden waren. Es ist dieses also ein Befund, der mit dem von Langhans nicht in Widerspruch steht. Da letzterer diese Bildungen in der angegebenen Periode der Gravidität mit solcher Regelmässigkeit angetroffen hat, und da in allen Fällen die normale Ausbildung des Embryos und sein gutes Aussehen keinen Zweifel an der normalen Funktion des Chorions und seiner Zotten aufkommen liess, so hat sie

schon Langhans nicht als pathologisch ansehen können. Ich muss mich aus denselben Gründen der Ansicht dieses Autors anschliessen.

Die Frage nach der Entstehung dieser Auftreibungen ist meines Wissens bis jetzt noch nicht erörtert. Es können hier, glaube ich, zwei Momente in Betracht kommen. Es kann die Thätigkeit des Syncytium, Nährstoffe aus dem mütterlichen Blut aufzunehmen, gesteigert sein, so dass dieselben in grossen Mengen in die Lymphspalten des Zottenbindegewebes gelangen, sich anhäufen und diese bedeutend erweitern, oder es können die Gefässe nicht in genügender Weise entwickelt sein, so dass dadurch der Abfluss gehindert wird. Letztere Möglichkeit kommt besonders für diejenigen Zottenquerschnitte in Betracht, in denen keine Gefässe sichtbar sind.

An unserem jüngsten Ei finden wir in grosser Menge unverästelte, polypenähnliche Zotten, daneben auch solche, die schon einzelne Verästelungen haben. Dadurch, dass das Kaliber der Zotten im Verhältnis zu der geringen Länge relativ gross ist, erhalten dieselben ein weit plumperes Aussehen als wie die der älteren Eier. Geringe Anschwellungen im Verlauf der einzelnen Äste und an den Teilungsstellen sind auch hier zu konstatieren, jedoch kommen hochgradige Auftreibungen mit dem oben gegebenen charakteristischen histologischen Befund an dem jüngsten Ei nicht vor.

Die Länge der Zotten beträgt etwa 1—3 mm.

Glycogengehalt der Eihäute.

Zuerst hat Langhans 1890 Glycogen in den menschlichen Eihäuten beschrieben. Arbeiten anderer Autoren, die ausführlichere Mitteilungen hierüber enthalten, standen mir leider nicht zur Verfügung.

Unsere Präparate stellen sehr günstige Objekte für die Glycogenuntersuchung dar, da sie einerseits in Alkohol fixiert wurden und andererseits noch lebenswarm in die Fixierflüssigkeit gelangten, bevor eine Zersetzung des Glycogens eintreten konnte.

Zum Nachweis des Glycogens haben wir uns der Bestschen Glycogenfärbung wie auch der Jodmethode nach Langhans bedient und haben, wie auch zu erwarten war, mit beiden Methoden die gleichen Resultate erhalten.

Der Glycogengehalt der Eihäute ist an verschiedenen Stellen ein verschiedener, ebenso wie derselbe je nach dem Alter variiert. Die älteren Eier enthalten das Glycogen reichlicher, die jüngeren nur in geringen Mengen.

In den ersteren finden wir es am reichlichsten in den grosszelligen Inseln. Hier können wir es fast in der Umgebung eines jeden Kernes nachweisen. Es erscheint daselbst in Form von feinen Tröpfchen oder auch in Form von 2—3 μ grossen, quadratförmigen Schollen, die selten den Kern vollständig umgeben, sondern fast regelmässig nur auf einer Seite gelegen sind. Meist gruppieren dieselben sich zu halbmondförmigen Gebilden, indem die plumpen Schollen in der Mitte, die feinen Tröpfchen an den seitlichen Zipfeln des Halbmondes liegen. An anderen Stellen sieht man, dass diese Halbmonde nicht mehr aus einzelnen isolierten Tröpfchen und Schollen bestehen, sondern dass sie fast vollständig homogene Gebilde darstellen. Diese finden sich sowohl dicht an die Kerne gelagert als auch häufig in geringer Entfernung von denselben gelegen. Ihre Länge und Breite ist oft verschieden. Im Durchschnitt beträgt die erstere 8—10, die letztere 1—3 μ . Im allgemeinen ist das Glycogen in den grosszelligen Inseln ziemlich gleichmässig verteilt. Hie und da sieht man jedoch, dass es in den centralen Partien an Menge abnimmt oder auch ganz verschwindet.

In den Zellsäulen tritt das Glycogen meist ebenfalls in Form von Halbmonden auf. Man kann aber hier fast regelmässig die Beobachtung machen, dass in den dem Zottenstroma zunächst gelegenen 2—3 Kernreihen das Glycogen nur in geringen Mengen oder gar nicht vorhanden ist, dass es in den darauffolgenden 2—4 Kernreihen an Menge deutlich zunimmt, und dass es in den weiter serotinalwärts gelegenen Partien in gleicher Menge wie in den grosszelligen Inseln erscheint. Auffallend ist, dass in den Zellsäulen die Halbmonde der Hauptsache nach immer an derselben Seite des Kernes gelegen sind, dass diese gleichmässige Placierung aber nicht für alle Zellsäulen dieselbe ist, sondern von Zellsäule zu Zellsäule wechselt. So sehen wir, dass in der einen alle Halbmonde nach dem Stroma hin sehen, in der anderen die umgekehrte Lage haben, dass sie in wieder anderen mit ihrem Längsdurchmesser parallel zur Längsachse der Zotten gestellt sind u. s. w. Auch in den grosszelligen Inseln können wir dieselbe Beobachtung machen. Hier findet man jedoch auch ab und zu, dass die Halbmonde concentrisch zum Centrum angeordnet sind.

Man bringt für andere Organe diese eigentümliche Erscheinung wohl mit dem Eindringen der Fixierungsflüssigkeit in Zusammenhang und nimmt an, dass das Glycogen in den Zellen vor dieser zurückweicht und sich mithin an der Seite der Zellen anhäuft, die zuletzt von der Fixierungsflüssigkeit erreicht wird.

In dem Zottenepithel kommt Glycogen nur in der unteren Kernreihe und auch hier nur an einzelnen Stellen vor, so dass wir manche Zottenquerschnitte daraufhin vergeblich durchsuchen können. Wir sehen es auch hier in Form von Halbmonden, die fast regelmässig an den basalen Partien der unteren Kerne gelegen sind, die aber an Länge und Breite den oben beschriebenen weit nachstehen. Auch hier sind die Halbmonde vielfach nicht direkt an den Kernen, sondern in einiger Entfernung von denselben gelegen. An vielen Stellen sind dieselben nicht voll-

ständig, sondern man sieht hier nur einzelne Tröpfchen oder Schollen.

Auch im bindegewebigen Stroma der Eihäute ist Glycogen abgelagert. In sehr reichlichen Mengen ist es im chorialen Bindegewebe vertreten, so dass letzteres in den nach Best gefärbten Präparaten schon bei schwacher Vergrößerung durch seinen roten Ton auffällt. In den Zotten ist es nur in geringen Mengen oder sehr häufig überhaupt nicht vorhanden. Nie habe ich es in dem Stroma der grossen ödematösen Zotten gesehen, ebenso wie ich auch die Hofbauerschen Zellen immer frei von Glycogen gefunden habe. Es erscheint an den genannten Bindegewebspartien in Form feinsten Tröpfchen oder etwas plumperer Schollen. Die Halbmondform ist hier sehr selten. Diese Glycogentropfen oder -schollen sind sowohl intra- wie extracellulär gelegen. Im ersten Falle sind sie in Gruppen oder in Reihen angeordnet und in wechselnder Menge vertreten. Im zweiten Falle liegen sie bald dichter bald weniger dicht zwischen den einzelnen Fibrillen in der Intercellularsubstanz.

In unserem jüngsten Ei kommt das Glycogen, wie schon oben erwähnt, viel seltener und in bedeutend geringeren Mengen vor. Die Lokalisation ist dieselbe wie in den älteren Eiern. Im Epithelmantel ist es sehr selten anzutreffen und auch in den Zellsäulen und grosszelligen Inseln sehen wir häufig ganze Gruppen von Kernen, deren Umgebung frei von Glycogen ist. In relativ grossen Mengen zeigt es sich noch im chorialen Bindegewebe, während es im Zottenstroma nur selten und dann nur in sehr minimalen Mengen nachzuweisen ist.

Wir sind am Schlusse unserer Untersuchungen angelangt. Die Hauptstreitfrage in der ganzen Placentarforschung ist die nach der Genese der beiden Schichten des Epithelmantels. Sie

ist von zahlreichen Autoren in Angriff genommen und vielfach verschieden beantwortet worden, ohne bis jetzt völlig aufgeklärt zu sein, da die bisher untersuchten, jüngsten menschlichen Eier (Peters, Merttens) in ihrer Entwicklung bereits zu weit vorgeschritten waren. Es ist nun wohl selbstverständlich, dass, wenn die Untersuchung der letzteren bis jetzt keine definitive Entscheidung gebracht hat, wir eine solche von unseren älteren Präparaten naturgemäss nicht erwarten können. Aber doch glauben wir, unseren Präparaten, die wegen ihrer vorzüglichen Konservierung nach dieser Richtung hin als absolut einwandfrei zu betrachten sind, Anhaltspunkte entnehmen zu können, die sich vielleicht für die eine oder andere Ansicht verwerten lassen.

Die epitheliale Bekleidung der Zotten in vollständig undifferenziertem Zustande besteht aus einem körnigen, mit Vacuolen durchsetzten Protoplasmasaum, in dem zwei Reihen Kerne gelegen sind. Diese beiden Kernreihen, von denen die untere im allgemeinen mehr grössere, hellere, bläschenförmigere, die obere mehr kleinere, dunkle Kerne enthält, können jedoch häufig auch auf Strecken hin aus den gleichen Elementen bestehen, d. h. wir können in beiden Reihen hellere, grössere Kerne oder in beiden Reihen kleinere, dunklere finden, so dass sich an solchen Stellen die beiden Schichten nur durch ihre Lage nicht aber durch ihr Aussehen unterscheiden. Wenn man solche Bilder ins Auge fasst, so wird die Ansicht der Autoren, die beide Schichten des Epithelmantels für gemeinsamen, fötalen Ursprungs erklärt, sehr plausibel erscheinen.

Jedoch müssen wir hier noch eine Einschränkung machen. Da diese undifferenzierten Partien, wie schon betont wurde, durchaus den Charakter des Syncytiums haben, so können sie nicht als eine Stütze für die Ansicht der meisten modernen Forscher betrachtet werden, die die Zellschicht als das primäre ansieht und aus dieser das Syncytium hervorgehen lässt, sondern

vielmehr für die zuerst von Kastschenko aufgestellte Hypothese, dass aus dem primären Syncytium sich sekundär die Zellschicht entwickelt.

Der Differenzierungsvorgang besteht, wie wir annehmen, darin, dass sich um die Kerne der unteren Reihe kleine helle Höfe bilden, die grösser werden, nach unten zu bis an die Basalmembran reichen, nach oben und nach den Seiten durch syncytiales Protoplasma begrenzt sind. Diese seitlichen Begrenzungen können auf schmale, fadenförmige Protoplastreifen reduziert werden, die immer deutlich mit dem Protoplasma der oberen Schicht zusammenhängen, hier und da auch ganz verschwinden. Die Kerne der unteren Reihe sind jetzt fast ausschliesslich hell, gross, bläschenförmig, ihre Abstände, die früher ganz verschieden waren, sind mehr gleichmässig und ihre Richtung, die früher ganz beliebig war, ist insofern eine einheitliche geworden, als die Längsachse der länglich ovalen Kerne meist senkrecht zum Epithelmantel gestellt ist. In diesem Stadium springt natürlich das verschiedene Aussehen dieser beiden Schichten sofort in die Augen. Die einzelnen Phasen dieses Differenzierungsvorganges geben im Grossen und Ganzen dieselben Bilder, wie sie Kastschenko bereits beschrieben hat, und auf Grund deren er seine Hypothese ausgesprochen hat.

Richten wir nun noch einmal unser Augenmerk auf die einschichtigen Stellen des Epithelmantels unseres jüngsten Eies. Wir haben oben schon die bemerkenswerte Thatsache hervorgehoben, dass an diesen einschichtigen Stellen die epitheliale Bekleidung fast ausnahmslos syncytialen Charakter trägt. Sie besteht aus einem körnigen Protoplasma mit fast ausschliesslich dunklen Kernen. Die Breite dieses Protoplasmaswechselt. Er kann bald die halbe Breite des zweischichtigen Epithelmantels erreichen, bald dagegen ist er schmaler und stellt häufig nur ein schmales, fadenförmiges Gebilde dar, aus dem die dunklen Kerne nach aussen vorragen. An einzelnen Stellen finden, wie

wir oben gesehen haben, allmähliche Übergänge in den zweischichtigen Epithelmantel statt, und zwar wurde bereits oben hervorgehoben, dass an den Übergängen und in der Nähe derselben sich letzterer immer in einen undifferenzierten Zustand befindet oder, was dasselbe ist, ein Syncytium mit zwei Kernreihen darstellt. Wenn man nun das einschichtige syncytiale Epithel als eine Vorstufe dieses undifferenzierten, doppelten auffassen darf, so wäre dieses wieder ein Moment, das zu Gunsten der Kastschenkoschen Ansicht spräche.

Für die dieser letzteren entgegengesetzte Ansicht, dass nämlich die Zellschicht das Primäre ist, und dass aus dieser das Syncytium hervorgehen soll, eine Ansicht, die sich auf die Arbeiten Duvals über die Placenta der Tiere stützt, und die für die menschliche Placenta heutzutage von den meisten modernen Forschern angenommen ist, haben wir an unseren Präparaten, wie aus der Beschreibung ersichtlich, keine Anhaltspunkte auffindig machen können.

Eine dritte, heute noch discutable Hypothese ist die, dass beide Schichten getrennten Ursprungs sind und zwar, dass sich das Syncytium aus dem mütterlichen Uterinepithel, dass sich die Zellschicht aus dem Chorionectoderm ableitet. Diese Beobachtung wurde zuerst von Strahl an tierischen Placenten gemacht und später von Mertens, Langhans für die menschliche Placenta vertreten. Es ist wohl klar, dass die oben beschriebenen Bilder von dem undifferenzierten Epithelmantel, die auf eine gemeinsame Herkunft der beiden Schichten hinweisen, sich nicht für diese Hypothese, sondern vielmehr gegen dieselbe verwerten lassen. Wir haben nun oben im Epithelmantel unseres jüngsten Eies Spalten zwischen der oberen und unteren Kernreihe beschrieben und für einen Teil derselben als wahrscheinlich angenommen, dass dieselben durch Zusammenfluss von Vacuolen entstanden sind. Wer jedoch unsere Erklärung nicht annehmen will und in der Trennung dieser beiden Schichten

eine gewisse Selbstständigkeit derselben und Unabhängigkeit von einander zu sehen glaubt, wird dieses als eine Stütze für die letzte Ansicht auffassen können.

Ich gehe hier absichtlich nicht auf die Arbeiten von Schlagenhauer und Pick über Chorionepitheliome im Hoden und Ovarium ein. Ich will jedoch kurz bemerken, dass diejenigen Forscher, die bezüglich der Deutung dieser Tumoren den genannten Autoren beistimmen, sich wohl auch für eine gemeinsame fötale Herkunft der beiden Schichten des Epithelmantels entscheiden, mithin die zuletzt besprochene, dritte Hypothese verlassen müssen.

Vor einiger Zeit habe ich durch die Liebenswürdigkeit von Herrn Professor Strahl Gelegenheit gehabt, mit ihm zusammen Untersuchungen über ein reichhaltiges Material von Schwanzaffenplacenten anstellen zu können. Unter diesen befand sich eine Reihe gravider Uteri des *Semnopithecus nasicus* in verschiedenen Entwicklungsstufen und ausserdem noch von Selenka angefertigte, mikroskopische Schnitte einer sehr jungen Keimblase der gleichen Affenart, die wohl das jüngste Stadium der bisher bekannten Primatenplacenten darstellt. Die mikroskopische Untersuchung der Schnitte führte uns zu der Annahme, dass hier das Syncytium vom Uterinepithel, die Zellschicht vom Chorionectoderm abzuleiten ist, eine Ansicht, die ich auch heute noch für diese Affenspecies vertrete. Wenn man nun bedenkt, dass die älteren Placenten vom *Semnopithecus nasicus* der reifen menschlichen Placenta sehr ähnlich sehen, so kann man anfangs leicht dazu neigen, hier entsprechende Analogieschlüsse für die ersten Entwicklungsvorgänge in der menschlichen Placenta, in diesem Falle speciell für die Entstehung des Syncytium zu machen, und man würde es vielleicht als Widerspruch erklären, wenn ich jetzt bei Untersuchung des jungen menschlichen Eies bezüglich der Syncytiogenese zu einem anderen Resultat gekommen bin.

Wir konnten jedoch damals auch andererseits nachweisen, dass die Placenten anderer, mit dem *Semnopithecus nasicus* nahe verwandter, ostasiatischer Affenarten, die im reifen Zustande von der des letzteren kaum zu unterscheiden sind, in ihren anfänglichen Stadien trotzdem oft beträchtliche Unterschiede bieten, Unterschiede, die bei den amerikanischen Affen noch deutlicher hervortreten, dass somit also die Wege, die zu dem gleichen Ziel führen, verschiedene sind. Ich bin hier absichtlich auf unsere, bei der Untersuchung der Affenplacenten gewonnenen Ergebnisse etwas näher eingegangen, um noch einmal ausdrücklich darauf hinzuweisen, wie bedenklich es ist, auf die noch unbekannt erste Anlage der menschlichen Placenta Schlüsse zu ziehen, die sich auf Vergleiche mit Tierplacenten stützen, wenn schon die der menschlichen am nächsten stehenden, verschiedenen Affenplacenten hinsichtlich ihrer ersten Entwicklung so verschiedene Resultate liefern.

Meinem hochverehrten Chef, Herrn Professor Dr. Langhans, gestatte ich mir, für die Überlassung des Materials sowie für die liebenswürdige Unterstützung bei Anfertigung und Durchsicht der Arbeit meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Figurenerklärung.

Figur 1.

Ei I. Epithelmantel in undifferenziertem Zustande und im Beginne der Differenzierung. Grauer syncytialer Protoplasmasaum mit zwei Reihen Kernen. In beiden Reihen helle, bläschenförmige Kerne von verschiedener Grösse und dunkle Kerne. Um mehrere Kerne der unteren Reihe sind schon schmale, helle Höfe angedeutet. Im Protoplasma vereinzelte Vacuolen.

Färbung mit Weigertschem Eisenhämatoxylin. Zeiss Ölimmersion $\frac{1}{12}$. Ocular. 3.

Figur 2.

Ei I. Epithelmantel während der Differenzierung und am Ende der Differenzierung. Die obere Kernreihe besteht im Wesentlichen aus kleinen, dunkelgefärbten, länglichen oder rundlichen Kernen, die untere aus grossen, hellen, bläschenförmigen, von rundlicher oder ovaler Form. Letztere sind fast sämtlich von hellen Höfen umgeben. Zwischen die hellen Höfe ragt das Syncytium (auf dem rechten Ende der Zeichnung) mit Zipfeln bis auf das Bindegewebe herab.

Färbung mit Weigertschem Eisenhämatoxylin. Zeiss Ölimmersion $\frac{1}{12}$. Ocular 3.

Figur 3.

Epithelmantel im Beginn der Differenzierung mit Bürstensaum auf der Oberfläche. Die rote, zackig verlaufende Basalmembran springt mit Zipfeln gegen das syncytiale Protoplasma des Epithelmantels vor. An die Basalmembran treten Bindegewebsfibrillen des Stromas heran.

Eisenhämatoxylinfärbung und Hansensche Bindegewebsfärbung. Zeiss Ölimmersion $\frac{1}{12}$. Ocular 3.

Der syncytiale Protoplasmasaum, der in der Abbildung eine bläuliche Färbung hat, ist im Präparat grau gefärbt.

Figur 4.

Ei IV (jüngstes Ei). Links Epithelmantel in undifferenziertem Zustande. Syncytialer Protoplasmasaum mit zwei Reihen meist kleinen, rundlichen, dunklen Kernen, der nach rechts ziemlich plötzlich in einen schmalen Saum mit nur einer Lage dunkel gefärbter Kerne übergeht.

Färbung mit Heidenhainschem Eisenhämatoxylin. Zeiss Ölimmersion $\frac{1}{12}$. Ocular 3.

Figur 5.

Ei IV. Epithelmantel in differenziertem Zustande. Die oberen Kerne schmal, länglich, die unteren gross, heller, bläschenförmig, von hellen Höfen umgeben. Die letzteren sind nach oben durch einen scharfen, zackigen Kontur des syncytialen Protoplasmas, nach unten durch die ebenfalls zackig verlaufende Basalmembran begrenzt. Seitlich gehen sie ineinander über oder sind durch fadenförmige, syncytiale Septen voneinander getrennt. Zwischen der oberen und unteren Kernreihe grosse Vacuolen, die häufig nur durch ganz schmale Septen des Syncytiums voneinander abgegrenzt sind.

Färbung mit Heidenhainschem Eisenhämatoxylin. Zeiss Ölimmersion $\frac{1}{12}$. Ocular 3.

Figur 6.

Ei III. Zotte mit Zellsäule (etwas seitlich getroffen). Der Epithelmantel und das Stroma der Zotte enthält kein Glycogen; desgleichen die dem Epithelmantel zunächst gelegenen Kernreihen der Zellsäulen, während in den darauf folgenden Glycogen zuerst nur in geringen Mengen und vereinzelt auftritt, dann aber immer reichlicher wird, bis es schliesslich in der Umgebung fast eines jeden Kernes nachzuweisen ist. Es findet sich hier in Form von Halbmonden, die der Hauptsache nach immer an derselben Seite der Kerne gelegen sind.

Glycogenfärbung nach Best. Zeiss Apochromat. Ölimmersion 2,0 mm. Compensationsocular 4.

Figur 7.

Ei III. Chorion. Das Glycogen ist reichlich in Gestalt feiner Tröpfchen oder etwas plumperer Schollen sowohl in den Stromazellen selbst wie auch hie und da ausserhalb derselben frei in der Intercellularsubstanz gelegen. Der Epithelmantel ist frei von Glycogen.

Glycogenfärbung nach Best. Zeiss. Apochromat. Ölimmersion 2,0 mm. Compensationsocular 4.

Verzeichnis der citierten Litteratur.

1. Bonnet, Über Syncytien, Plasmodien und Symplasma in der Placenta der Säugetiere und des Menschen. Monatsschr. f. Geb. u. Gyn. Bd. XVIII. H. 1.
 2. Friolet, Beitrag zum Studium der menschlichen Placenta. Diss. Basel. 1905.
 3. Hofbauer, Grundzüge einer Biologie der menschlichen Placenta. Wien und Leipzig 1905.
 4. Kastschenko, Das menschliche Chorionepithel und dessen Rolle bei der Histogenese der Placenta. Arch. f. Anat. u. Phys. 1885.
 5. Kollmann, Kreislauf der Placenta, Chorionzotten und Telegonie. Zeitschrift f. Biol. Bd. 42.
 6. Langhans, Untersuchungen über die menschliche Placenta. Arch. f. Anat. u. Phys. 1877.
 7. — Über Glycogen in pathologischen Neubildungen und den menschlichen Eihäuten. Virchows Archiv Bd. 120.
 8. — Syncytium und Zellschicht. Beitr. z. Geb. u. Gyn. Bd. V. 1. 1901.
 9. Marchand, Beobachtungen an jungen menschlichen Eiern. Anat. Hefte. Bd. XXI. H. 67.
 10. Merttens, Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie der menschlichen Placenta. Zeitschr. f. Geb. u. Gyn. Bd. XXX.
 11. Peters, Über die Einbettung des menschlichen Eies und das früheste bisher bekannte menschliche Placentarstadium. Leipzig und Wien 1899.
 12. Spee, Graf v., Neue Beobachtungen über sehr frühe Entwicklungsstufen des menschlichen Eies. Arch. f. Anat. u. Phys. 1896.
 13. Strahl u. Happe, Über die Placenta der Schwanzaffen. Wiesbaden 1905.
-

AUS DEM INNSBRUCKER ANATOMISCHEN INSTITUTE.

EIN FALL

VON

GETRENNTEM URSPRUNG DER CAROTIS EXTERNA SINISTRA UND DER CAROTIS INTERNA SINISTRA AUS DEM AORTENBOGEN

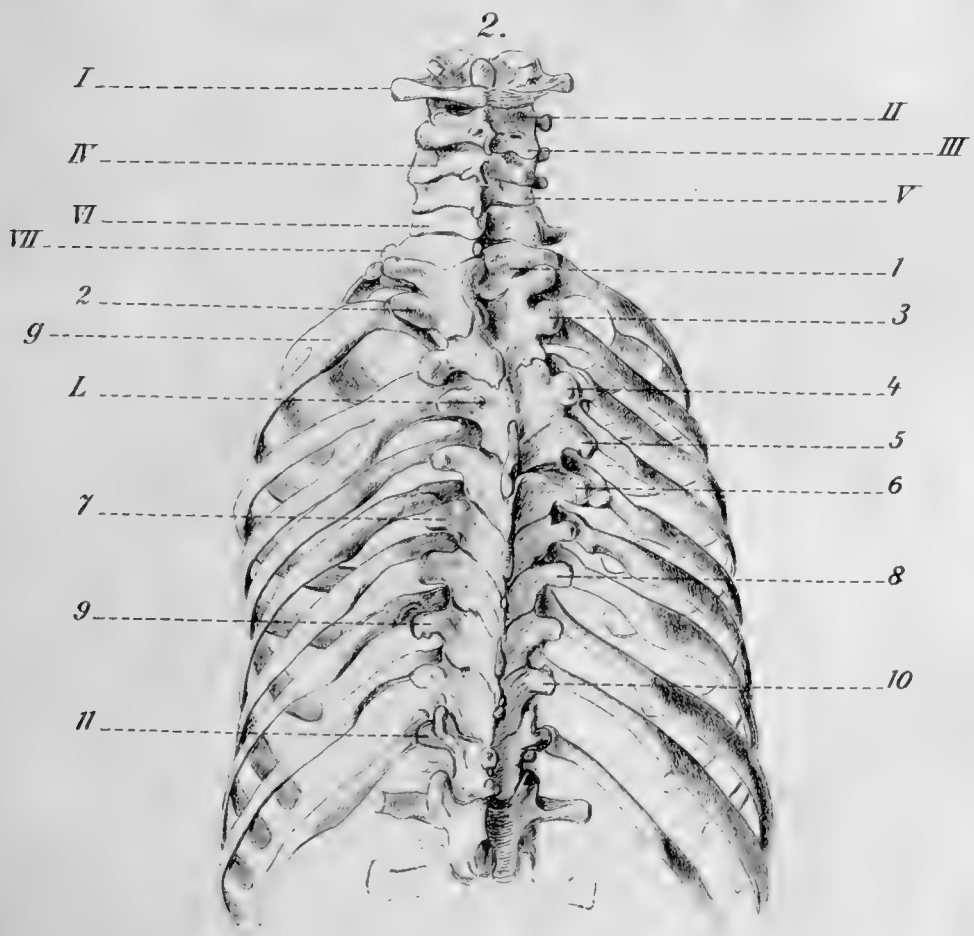
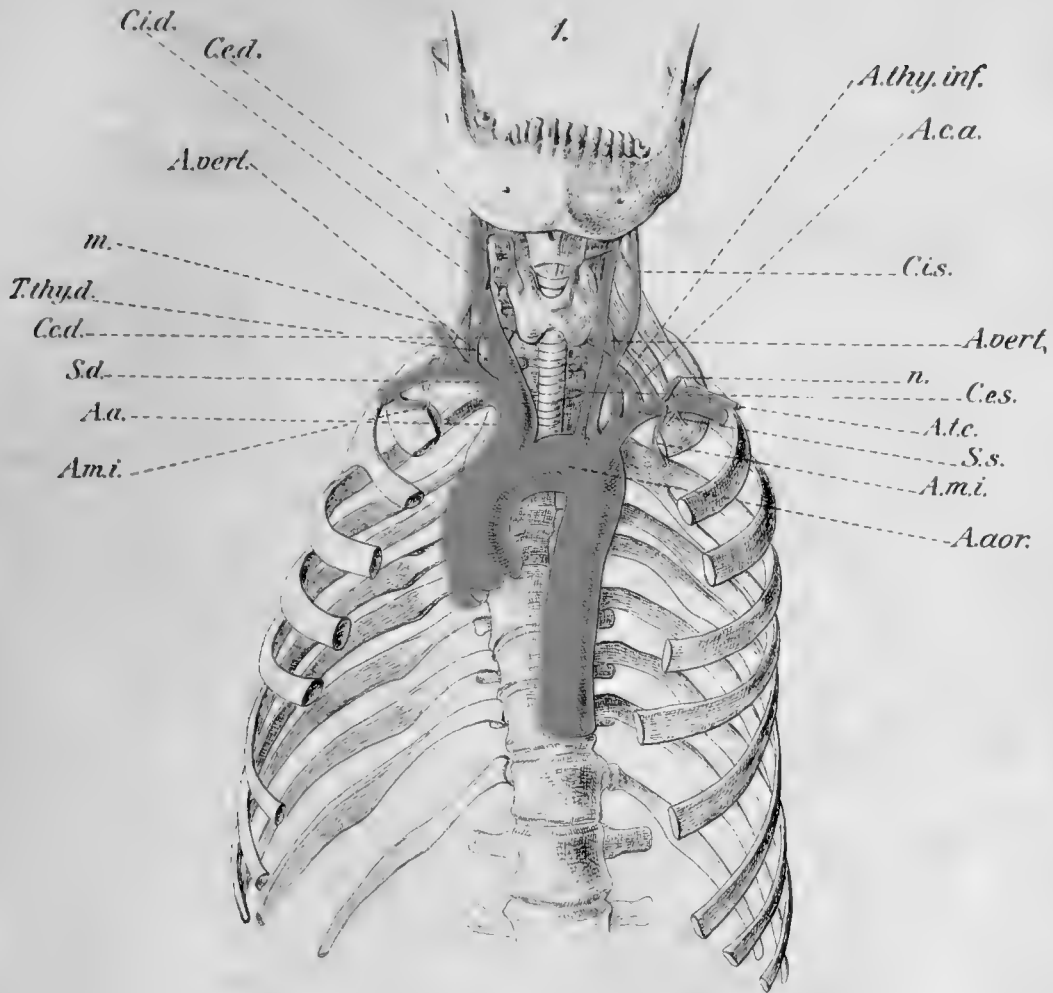
IN

VERBINDUNG MIT ANOMALIEN DER WIRBELSÄULE UND DER RIPPEN.

VON

SIEGFRIED v. ANGERMAYER,
INNSBRUCK.

Mit 3 Textabbildungen und einer lithographierten Tafel 25.



Der im folgenden zu beschreibende Fall betrifft die Leiche eines alten weiblichen Individuums, bei deren Präparation verschiedenerlei Abweichungen von der Norm festgestellt werden konnten. Von diesen fielen vor allem die das Gefäßsystem betreffenden auf. Es zeigte sich nämlich eine Vermehrung der Äste des Aortenbogens; sein erster Ast ist die Arteria anonyma, welche sich wie gewöhnlich in die Subclavia dextra und Carotis communis dextra teilt, sein zweiter Ast ist die Carotis externa sinistra (Taf. 25, Fig. 1 C. e. s.), sein dritter die Carotis interna sinistra (Taf. 25, Fig. 1 C. i. s.), sein vierter die Arteria subclavia sinistra. Es handelt sich also, wie schon der Titel dieses Aufsatzes besagt, um einen getrennten Ursprung der Arteria carotis externa und interna sinistra aus dem Aortenbogen, so zwar, dass zwischen die Ursprünge der beiden Gefäße ein 3 mm breiter Streifen Aortenwand eingeschoben erscheint. Beide Carotiden verlaufen anfänglich in einer zum Aortenbogen senkrechten Richtung. Die Carotis externa sinistra giebt während ihres Verlaufes die normalen Äste ab. Ihr Querschnitt ist bei ihrem Ursprung ungefähr doppelt so gross, als der der Carotis interna sinistra; diese zieht bis zur Höhe des 3. Halswirbels lateral von der Carotis externa und fast parallel zu ihr empor; erst in dieser Gegend kreuzt sie letztere in schiefer Richtung und kommt so an ihre dorsale Seite zu liegen, wobei sie sich gleichzeitig medianwärts wendet, um hierauf, ohne überhaupt einen Ast ab-

gegeben zu haben, durch den *Canalis caroticus* in die Schädelhöhle zu gelangen. Dabei ist ihr Kaliber geringer als das der *Carotis interna dextra*, welche letztere in Bezug auf ihre Lage und ihren Ursprung normale Verhältnisse zeigt. Die beiden *Arteriae subclaviae* zeigen normalen Ursprung und Verlauf. Einige Anomalien ihrer Astfolge sind auffallend. Rechterseits entspringen vom *Truncus thyreocervicalis* nur die *Arteria thyreoidea inferior* und die *Art. cervicalis ascendens*; *Art. cervicalis superficialis* und *Art. transversa scapulae* gehen in Form eines gemeinsamen kurzen Stammes (Tafel 25, Fig. 1 m) direkt von der *Subclavia* etwas lateral vom *Truncus thyreocervicalis* ab. Ausserdem ist sehr auffällig, dass die *Art. mammaria interna* (Tafel 25, Fig. 1 A. m. i.) erst lateral vom *Musculus scalenus anticus* entspringt. Auf der linken Seite entspringen die sonst vom *Truncus thyreocervicalis* abgehenden Äste getrennt von der *Subclavia*. An der Stelle des *Truncus thyreocervicalis* geht bloss die *Arteria thyreoidea inferior* ab, die gleich im Beginn ihres Verlaufes einige kleine Arterien gegen den hintern *Mediastinalraum* entsendet. Einige Millimeter lateral von der *Art. thyreoidea inferior* geht die *Cervicalis ascendens* ab (Tafel 25, Fig. 1 A. c. a.). Noch weiter lateral ungefähr in gleicher Höhe wie die *Transversa colli* entspringt aus der *Subclavia* in unmittelbarer Nähe der *Arteria mammaria interna* ein gemeinsamer Stamm für *Cervicalis superficialis* und *Transversa scapulae* (Tafel 25, Fig. 1 n.). Bezüglich der *Vertebralarterien*, die an normalen Stellen entspringen, ist zu bemerken, dass die rechte ein auffallend kleineres Kaliber hat als die linke; es fällt dies im Gegensatz zu den gerade umgekehrten Grössenverhältnissen der beiden *Carotides internae* auf. Über die Arterien an der Basis des Gehirns konnte wegen vorgeschrittener Präparation leider nichts eruiert werden.

Der *Aortenbogen* zeigt eine etwas aussergewöhnliche Gestalt, wobei es dahin gestellt werden mag, ob dieselbe durch die

Injektion erzeugt wurde. Die Kuppe liegt nämlich nicht in seiner Mitte, sondern beim Abgange der Subclavia sinistra (Tafel 25, Fig. 1, S. s.). Der ganze Aortenbogen scheint dadurch nach links hin verzogen.

Was die entwicklungsgeschichtliche Erklärung dieses Falles betrifft, so handelt es sich hier zweifellos um ein Zugrundegehen des dritten linken Aortenbogens (Fig. 1, 3) bei gleich-

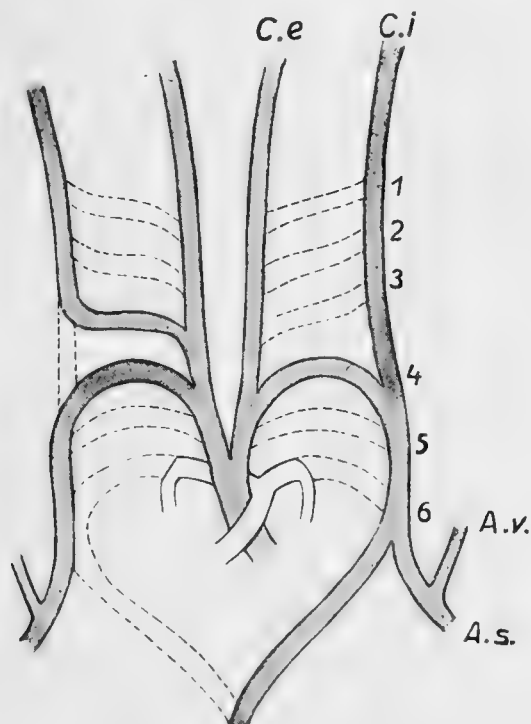


Fig. 1.

Entwicklungsgeschichtliches Schema; die in dem hier beschriebenen Falle erhalten gebliebenen Gefäßabschnitte sind schwarz ausgeführt. 1, 2, 3, 4, 5, 6 Aortenbogen.

zeitiger Persistenz des zwischen dem 3. und 4. Aortenbogen gelegenen Stückes der dorsalen Aortenwurzel. Ein Fall, in welchem beide Carotiden links getrennt aus dem Aortenbogen entspringen, ist meines Wissens in der Litteratur nicht beschrieben worden. Ein Fall von getrenntem Ursprung der Carotis externa dextra und der Carotis interna dextra aus der Anonyma ist nach Kantor von Kosinski beschrieben (3). Leider giebt Kantor nicht an, wo Kosinski diesen Fall beschrieb

hat¹⁾. Wie Kantor schon erwähnt, ist die entwicklungsgeschichtliche Erklärung des Falles Kosinski eine ganz analoge wie die meines Falles. Meinem Falle, beziehungsweise dem Falle Kosinski, am nächsten stehen die beiden von Kantor beschriebenen Fälle, bei denen es sich um eine abnorm tiefe Teilung der Carotis communis handelt. Fälle, in denen die Teilung der Carotis communis tiefer liegt als an normaler Stelle, sind in der Litteratur mehrfach angeführt und zusammengestellt. So führt Quain an (5 pag. 100), dass unter 395 von ihm untersuchten Fällen 31mal die Teilungsstelle der Carotis communis tiefer als normal gelegen sei, und zwar in 26 Fällen unter dem oberen Rande der Cartilago cricoidea. Ebenso giebt Krause in Henles „Handbuch der Gefässlehre“ (1 pag. 245) eine Zusammenstellung von Fällen abnorm tiefer Teilung der Carotis communis. Die beiden Fälle von Kantor aber zeichnen sich dadurch aus, dass die Carotis communis sich beinahe an der Stelle ihres Abganges vom Aortenbogen, beziehungsweise von der Arteria anonyma, in ihre zwei Äste teilt. Kantor erklärt diese Fälle dadurch entstanden, dass das zwischen dem Abgang des 3. und 4. Aortenbogens gelegene Stück der ventralen Aortenwurzel in seinem Wachstum zurückgeblieben sei, oder aber dadurch, dass nachträglich ein Sporn von der Teilungsstelle der Carotis communis aus bis nahe gegen ihren Ursprung aus dem Aortenbogen, beziehungsweise aus der Arteria anonyma vorgewachsen sei. Wenn nun auch diese beiden Arten der Entstehung als möglich anerkannt werden müssen, so scheint es mir doch sehr viel wahrscheinlicher, dass dieses Verhalten erst secundär entstanden ist, dass primär ein meinem Falle gleiches Verhalten vorhanden war, d. h.: ich stelle mir vor, dass durch Zugrundegehen des 3. Aortenbogens und durch Persistieren des zwischen 3. und

1) Nachträglich erfahre ich durch die Freundlichkeit des Herrn Dr. Grosser in Wien, dass Kosinskis Fall in Quains Elements of Anatomy 9. edit. London 1882 (Vol. I. S. 365), welches Werk mir nicht zugänglich war, citiert ist.

4. Aortenbogen gelegenen Stückes der Aorta dorsalis die beiden Carotiden zuerst getrennt aus dem Aortenbogen, beziehungsweise aus der Art. anonyma, entsprungen seien und dass dann erst ein Näherrücken beider Gefässe bis zu ihrer Vereinigung erfolgt sei. Für diese Annahme scheinen mir vor allem jene so häufigen Fälle zu sprechen, in denen nur zwei Äste vom Aortenbogen entspringen, deren einer der gemeinsame Stamm für die Arteria anonyma und die Carotis communis sinistra, deren andere die Subclavia sinistra ist. In diesen Fällen ist es wohl zweifellos, dass eine Vereinigung zweier ursprünglich getrennter Gefässe, der Art. anonyma und der Carotis communis sinistra stattgefunden habe. Diese secundäre Vereinigung zweier ursprünglich getrennter Äste des Aortenbogens, die durch Wachstumsverschiebungen bedingt ist, bildet die Regel beim Schweine. Bei den Wiederkäuern aber rückt (6) auch die Subclavia sinistra auf den gemeinsamen Stamm der Anonyma und Carotis communis sinistra hinauf, so dass bei diesen Tieren vom Aortenbogen nur ein grosser Stamm abgeht (6), der durch sekundäre Vereinigung der drei ursprünglich getrennt von einander aus dem Aortenbogen entspringenden grossen Arterien entstanden ist.

Eine der von Kantor beschriebenen Varietät anscheinend ähnliche Varietät hat Power beschrieben (4); dieser Fall ist dann später von Quain (5, Tafel 12, Fig. 5) abgebildet und wieder beschrieben worden. Aber in dem Fall Power-Quain bildet die Art. subclavia dextra den ersten Ast des Aortenbogens, dann folgt als zweiter und dritter die Arteria carotis externa und interna dextra, als vierter die Carotis communis sinistra und endlich als fünfter Ast die Subclavia sinistra. Krause erklärt in Henles Handbuch der Gefässlehre diesen Fall in ähnlicher Weise, wie ich den meinigen erklärt habe, und auch Kantor hält anscheinend Krauses Erklärung für richtig. Doch genügt es, einen Blick auf das die Entwicklung des Aortenbogens und seiner Äste darstellende Schema zu werfen, um einzusehen,

dass durch Zugrundegehen des 3. Aortenbogens nie ein solches Verhalten zu stande kommen kann, wie es der Fall Power-Quain bietet; nie kann bei Zugrundegehen des 3. Aortenbogens rechts die Arteria subclavia als 1. Ast allein vom Arcus aortae abgehen; auch reicht diese Erklärung nicht hin, die Stellung der beiden Carotiden in diesem Falle zu begründen, nämlich, dass die Carotis externa lateral von der Carotis interna entspringt. Durch Zugrundegehen des 3. Aortenbogens rechts kann nur ein Verhalten, wie es der Fall Kosinski zeigt, zu Stande kommen, durch Zugrundegehen des 3. Aortenbogens links nur ein solches, wie es der hier von mir beschriebene Fall bietet.¹⁾

Was nun den Fall von Malacarne, den Quain (5, Tafel 5, Fig. 9) ebenfalls abbildet, und den auch Kantor im Anschluss an seine beiden Fälle erwähnt, betrifft, so sind in demselben zwei Aortenbogen vorhanden, die sich zur absteigenden Aorta vereinigen. Jeder von diesen giebt als ersten Ast die Arteria subclavia, als zweiten Ast die Carotis externa und als dritten Ast die Carotis interna ab. In diesem Falle ist es wieder der Abgang der Arteria subclavia als erster Ast auf jeder Seite, der sich — normale Anlagen vorausgesetzt — aus dem Entwicklungsgange nicht erklären lässt.

An den übrigen Arterien des Körpers waren irgendwie auffallende Varietäten, soweit sich dies bei der fortgeschrittenen Präparation des Objectes feststellen liess, nicht zu konstatieren.

Was das Venensystem anbelangt, so fanden sich zwei obere Hohlvenen von ungefähr gleich grossem Kaliber vor, die hinter dem Manubrium sterni durch eine Queranastomose in Verbindung standen.

Zahlreiche Varietäten sind in meinem Falle im Gebiete des Rumpfskeletts vorhanden. Da das Präparat, um die Gefässe in Zusammenhang zu erhalten, nicht der Maceration zugeführt

¹⁾ Hinzufügen will ich noch, dass Power erwähnt, ein Mister Harrison habe zwei dem seinigen ähnliche Fälle gesehen.

werden durfte, konnte man zwar keinen in jeder Beziehung genauen Einblick in die Formen der Wirbel und ihrer Verbindungen untereinander und mit den Rippen gewinnen, doch zeigten sich bei präparatorischer Bearbeitung recht klar und deutlich folgende Verhältnisse:

Vor allem springt in die Augen, dass im Gebiete der oberen Brustwirbel, vom letzten Halswirbel bis zum 6. Brustwirbel reichend, eine rechts convexe Kyphoscoliose besteht; sie ist zwar nicht besonders hochgradig, erscheint aber an der Kuppe ihrer Convexität stark ausgebuchtet und — dies ist das Auffallendste — an der entsprechenden Stelle der Concavität scharf im stumpfen Winkel geknickt, mehr im kyphotischen als im scoliotischen Sinne. Ich will nun der Übersichtlichkeit halber die einzelnen Wirbel der Reihe nach beschreiben.

Der Atlas zeigt im allgemeinen normale Form, nur erscheinen seine Bögen etwas dünner, als dies gewöhnlich der Fall ist. 2. und 3. Halswirbel sind miteinander verwachsen (Taf. 25, Fig. 2, II u. III). Allerdings lässt sich, da die ventrale Seite nicht zugänglich ist, nur eine Verwachsung der Bögen constatieren. Dabei zeigt der 3. Halswirbel rechterseits einen frei stehenden Processus transversus; auch sein Processus spinosus ist selbständig; dagegen sind die beiden Wirbelbögen so miteinander verwachsen, dass die Verwachsung links eine vollständige ist, während sie sich rechterseits noch deutlich gegeneinander abgrenzen lassen. Dabei treten aber auch links die Querfortsätze beider Wirbel wieder isoliert hervor. Die folgenden drei Halswirbel zeigen annähernd normale Form; doch ist hervorzuheben, dass der linke, die Processus articulares tragende Teil des 4. Halswirbels höher ist (Tafel 25, Fig. 2, IV) als der entsprechende rechts; dies steht augenscheinlich im Zusammenhang damit, dass die linke Hälfte der beiden verschmolzenen Wirbel etwas niedriger ist als die rechte, so dass man dieses Verhalten des 4. Halswirbels als ein compensatorisches betrachten

kann. Recht auffallende Verhältnisse zeigt der 7. Halswirbel (Tafel 25, Fig. 2, VII), indem sein Bogen in sagittaler Richtung gespalten ist. Doch ist diese Spaltung keine symmetrische, indem der Proc. spinosus der linken Bogenhälfte angehört, die in keiner Verbindung mit dem 1. Brustwirbel steht. Die rechte kürzere und niedrigere Hälfte jedoch ist mit dem Bogen des 1. Brustwirbels vollständig verwachsen, und diese Verwachsung betrifft auch die Querfortsätze. Die Bögen des 1. und 2. Brustwirbels sind synostotisch miteinander verbunden (Tafel 25, Fig. 2, 1 u. 2). Dabei lassen sich die Grenzen beider Wirbelbögen noch deutlich erkennen. Beide Wirbel haben einen gemeinsamen Proc. spinosus, an dessen linker Seite eine tiefe Furche die Verschmelzung aus zwei Dornfortsätzen andeutet. Der erste Brustwirbel zeigt nun eine Schiefstellung, indem seine rechte Hälfte etwas höher steht als seine linke, ein Verhalten, welches zum Teil dadurch bedingt ist, dass — wie oben erwähnt — die mit dem 1. Brustwirbel verschmolzene rechte Hälfte des 7. Halswirbels niedriger ist, als dessen linke Hälfte. Noch hochgradiger erscheint die Schiefstellung am 2. Brustwirbel. Sein rechter Processus transversus steht nicht nur höher als sein linker, wodurch er dem Processus transversus des 1. Brustwirbels ganz nahe kommt, sondern ladet auch etwas stärker dorsalwärts aus als letzterer. Die rechte Bogenhälfte des 2. Brustwirbels ist auch wieder mit dem Bogen des 3. Brustwirbels verwachsen. An letzterem (Tafel 25, Fig. 2, 3) erreicht nun die asymmetrische Stellung der Wirbel den höchsten Grad, indem der Proc. transversus des 3. Brustwirbels rechts um ein Bedeutendes höher steht und sehr viel stärker dorsalwärts ausladet als links. Diese asymmetrische Stellung der ersten drei Brustwirbel ist nun hauptsächlich durch die ganz merkwürdigen Formverhältnisse des 4. Brustwirbels bedingt, auf die sofort näher eingegangen werden soll (Fig. 2, IV). Dieser 4. Brustwirbel erscheint von rechts seitlich gesehen als Knochenkeil, welcher seine beiden Nachbarwirbel, den 3. und

5. (Fig. 2, 3 u. 5) nach oben und unten auseinander drängt. Die Spitze dieses Keils reicht nicht bis zur Mittellinie. Dieser keilförmige Halbwirbelkörper trägt eine normal ausgebildete Bogenwurzel, von der ein kräftiger Proc. transversus ausgeht. Der Bogen des 4. Brustwirbels ist mit dem des 3. unvollständig, mit dem des 5. vollständig verwachsen, welch' letztere Verwachsung sich auch auf die Dornfortsätze erstreckt, so dass 4. und 5. Brustwirbel einen gemeinsamen Proc. spinosus zu be-

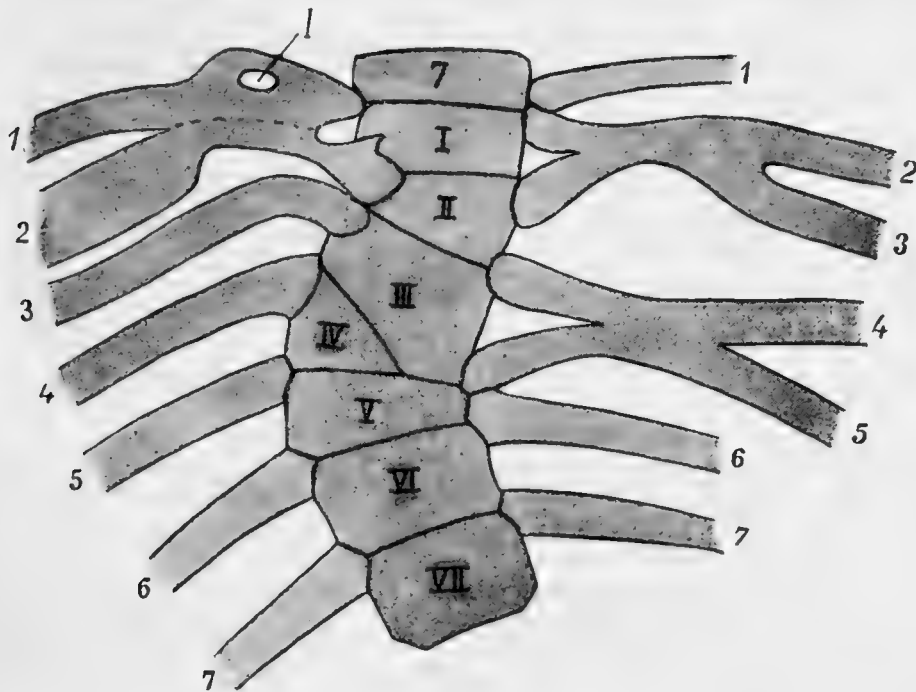


Fig. 2.

Schema der Wirbel und Rippen im Bereiche der Kyphoscoliose. Ventralansicht; 7 Halswirbel, I.—VII. Brustwirbel, 1.—7. Rippe.

sitzen scheinen (Taf. 25, Fig. 2, 4 und 5). Dabei lässt sich jedoch der Bogen des 4. Brustwirbels gegen den des 5. der Hauptsache nach wenigstens scharf abgrenzen. Man erkennt ohne weiteres, dass die rechte Bogenhälfte des 4. Brustwirbels gut ausgebildet ist; sie hat eine Höhe von 3,5 cm. Seine linke Bogenhälfte dagegen verschmächtigt sich lateralwärts immer mehr, und ihr schon ganz niedrig gewordener Querfortsatz ist mit dem des 5. Brustwirbels so innig verwachsen, dass beide einen einzigen

Querfortsatz zu bilden scheinen. Doch ist in seinem Bereiche an der Stelle, welche der Wurzel der beiden Querfortsätze entspricht, ein Loch zu erkennen (Tafel 25, Fig. 2, L), das zweifellos dem Durchtritte des Ramus dorsalis des entsprechenden Intercostalnerven gedient hat. Gänzlich fehlt dem 4. Brustwirbel links die Bogenwurzel und der Körper, der eben nur in jenem oben beschriebenen keilförmigen Stück vertreten ist. Infolge dieser abnormen Form des 4. Brustwirbels rücken links 3. und 5. Brustwirbel unmittelbar aneinander — und dies ist die Stelle der vorher erwähnten winkligen Abknickung der Wirbelsäule —, während beide Wirbel rechterseits durch die keilförmige Beschaffenheit des 4. Brustwirbels auseinander gedrängt sind.

Dabei zeigt der dritte Brustwirbel trotz seiner Schiefstellung eine gleichmässige Höhe seines Körpers, während der fünfte in seinem linken Anteil nicht unwesentlich comprimiert ist. Caudalwärts vom fünften Brustwirbel zeigen die Wirbel normale Gestalt und Stellung. Dabei ist hervorzuheben, dass zwar noch elf Wirbel folgen, von denen jedoch nur fünf Rippen tragen, dass also sechs Lendenwirbel vorhanden sind.

Auch die Rippen zeigen mehrere recht auffallende Abweichungen von der Norm (Vergleiche: Tafel 25, Fig. 2 und Fig. 2.) Auch hier wird es sich der leichteren Übersicht empfehlen, die Verhältnisse der beiden Seiten getrennt zu beschreiben. Die 1. und 2. Rippe der rechten Seite zeigen vor allem eine Verwachsung, welche in unmittelbarer Nähe ihrer Tubercula beginnt und etwa 3 cm sternalwärts reicht. Dieses gemeinsame Stück articuliert mit den einander sehr nahe gelegenen Proc. transversi des 1. und 2. Brustwirbels. Die Verwachsung ist von der Art, dass zwar an der pulmonalen Fläche der Rippen im Verwachsungsgebiet keinerlei Andeutung einer Furche, welche eine Abgrenzung beider Rippen erkennen lässt, vorhanden ist, wohl aber ist eine solche an der costalen Fläche in diesem Ge-

bierte sichtbar. Die erste Rippe zeigt nun abgesehen von der Verwachsung noch einige Besonderheiten. Ihr Köpfchen artikuliert der Hauptsache nach mit dem Körper des 7. Halswirbels und nur zu einem ganz kleinen Teile mit der oberen Hälfte des 1. Brustwirbels. Ihr Hals ist sodann in unmittelbarer Nachbarschaft des Köpfchens abnorm dick und verbreitert sich lateralwärts noch bedeutend. Im Bereiche dieser Verbreiterung findet sich nun im Rippenhals ein mächtiges Loch, (Fig. 2, 1) welches dem zum Plexus brachialis ziehenden ventralen Ast des 8. Cervicalnerven zum Durchtritt dient. Cranial von dieser Öffnung aber ladet aus dem Rippenhals ein Höckerchen aus, welches mit dem Querfortsatz des 7. Halswirbels, der — wie oben beschrieben — mit dem des 1. Brustwirbels vollkommen verwachsen ist, artikuliert. Ich möchte diesen Befund in der Weise deuten, dass es sich hier um eine Halsrippe handelt. Denn von einer ventralen Spange des Querfortsatzes des 7. Halswirbels ist nichts zu sehen; diese ist eben zu einer Halsrippe umgebildet, welche mit der ersten Rippe vollständig verschmolzen ist. Naturgemäss ist aber auch die Stellung dieses aus der Verschmelzung einer Halsrippe mit dem Halse der ersten Rippe hervorgegangenen Rippenhalses keine ganz normale; er erscheint nämlich cranialwärts aufgebogen, was eben damit zusammenhängt, dass sein Rippenköpfchen hauptsächlich mit dem 7. Halswirbelkörper artikuliert. Aber auch die zweite Rippe zeigt ausser der erwähnten Verwachsung ein interessantes Verhalten. Die Articulationsfläche ihres Köpfchens, welches durch seine Grösse auffällt, tritt mit dem 2. Brustwirbel und zwar seiner ganzen Höhe entlang in gelenkige Verbindung und erreicht auch den oberen Rand des 3. Brustwirbels. Ausserdem findet sich an diese Articulationsfläche anschliessend noch eine solche, welche der Verbindung mit dem Köpfchen der 3. Rippe dient. Dazu kommt noch, dass in unmittelbarer Nachbarschaft des Köpfchens von der Wurzel des Rippenhalses ein kleiner spitziger Fortsatz

ausgeht, welcher den Körper des 1. Brustwirbels berührt. Entsprechend der abnorm weit caudalwärts gelegenen Articulation des Rippenköpfchens mit der ganzen Seitenfläche des zweiten Brustwirbels ist auch die Richtung des Rippenhalses insofern eine abnormale, als er stark cranialwärts aufsteigt. Was nun den Körper dieser zweiten Rippe anbelangt, so nimmt derselbe an der Stelle, an der die Verwachsung mit der ersten Rippe sternalwärts ihr Ende erreicht, eine Breite an, die der zweier nebeneinander liegender Rippen entspricht. Diese Verbreiterung erstreckt sich 9 cm sternalwärts. Im Bereiche dieser Verbreiterung befindet sich, gleich weit vom oberen und unteren Rande des Knochens ein klein bohnergrosses Loch. Am Ende dieser Verbreiterung zeigt der Rippenkörper die Dimensionen einer normalen zweiten Rippe, an die an gewöhnlicher Stelle der Rippenknorpel ansetzt. Aber dieser Rippenknorpel erreicht das Sternum nicht, sondern steht mit ihm bloss durch einen dünnen ligamentartigen Bindegewebsstrang in Verbindung (Fig. 3, 2. Interessant ist nun, dass caudal davon in der Musculatur ein Knorpelstück sich vorfindet (Fig. 3, k), welches dem Ende der Verbreiterung der zweiten Rippe gegenüber steht, von demselben jedoch 45 cm entfernt ist; dieser Knorpel erreicht das Sternum und ist mit dem unmittelbar ober ihm gelegenen Knorpel der zweiten Rippe durch zwei dünne Ligamente verbunden. Das Köpfchen der dritten Rippe artikuliert ausser, wie früher erwähnt wurde, mit dem Köpfchen der zweiten Rippe, auch mit dem Körper des dritten Brustwirbels. Diese Rippe zeigt abgesehen von den durch die Kyphoscoliose bedingten Krümmungsverhältnissen keine Abweichungen von der Norm. Das Köpfchen der vierten Rippe artikuliert beinahe ausschliesslich an dem oberen Teil der Seitenfläche des keilförmigen, unvollkommenen vierten Brustwirbels und greift nur mit einer ganz kleinen Articulationsfläche auf den dritten Brustwirbel hinauf. Auch bei der vierten sowie bei den fünf noch folgenden Rippen prägt sich in der Krüm-

mung der Einfluss der Kyphoscoliose aus. In Bezug auf Form und Articulation mit den Wirbeln zeigen die Rippen abwärts von der vierten normale Verhältnisse.

Auf der linken Seite zeigen die Rippen folgende Verhältnisse: die erste Rippe setzt an Processus transversus des ersten Brustwirbels und am Körper des siebenten Halswirbels an. Zweite und dritte Rippe zeichnen sich dadurch aus, dass sie auf eine Strecke von 5 cm miteinander vollständig verschmolzen sind, und zwar betrifft diese Verschmelzung die Teile der Häuse, die die Tubercula tragen und ebenso den Beginn der Rippenkörper; vor allem auffallend ist es, dass dieser verschmolzene Teil zweier Rippen nur mit einem Processus transversus und zwar mit dem des zweiten Brustwirbels articuliert, so dass die beiden verschmolzenen Rippen, von hinten gesehen, den Eindruck einer einfachen Gabelrippe machen (Tafel 25, Fig. 2 g); dass dies aber nicht der Fall ist, zeigt der Umstand, dass sich das gemeinsame Stück gegen die Wirbelsäule zu auch in zwei Häuse teilt, deren oberer eben der zweiten Rippe und deren unterer der dritten Rippe angehört. Das Köpfchen der zweiten Rippe articuliert mit dem der ersten Rippe und mit dem unteren Rande des siebenten Halswirbelkörpers und dem oberen des ersten Brustwirbelkörpers, während das Köpfchen der dritten Rippe mit dem unteren Teile des ersten und dem oberen des zweiten Brustwirbelkörpers articuliert. Vierte und fünfte Rippe sind ebenfalls, doch nicht so vollständig wie die beiden vorhergehenden Rippen verschmolzen. Die Verschmelzung findet sich an derselben Stelle wie bei der zweiten und dritten Rippe, reicht jedoch nicht so weit gegen die Wirbelsäule, sie beginnt im Gebiete der Tubercula costarum und erstreckt sich ungefähr 2,5 cm weit auf den Beginn der Rippenkörper. Auch sind die Tubercula beider verschmolzener Rippen deutlich erkennbar. Die Gelenkfläche des Tuberculum der vierten Rippe articuliert mit dem Querfortsatze des dritten Brustwirbels, die des Tuberculum der

fünften Rippe mit den Querfortsätzen des vierten und fünften Brustwirbels, die ja — wie oben ausführlich beschrieben — als ein einziger Processus transversus erscheinen. An der pulmonalen Fläche der verschmolzenen Rippenteile deutet eine gut ausgeprägte Furche die Grenzen zwischen beiden Rippen an. Das Köpfchen der vierten Rippe artikuliert am zweiten und dritten Brustwirbel, das der fünften am Körper des dritten und fünften Brustwirbels, also gerade an der Stelle, wo sich die scharfe

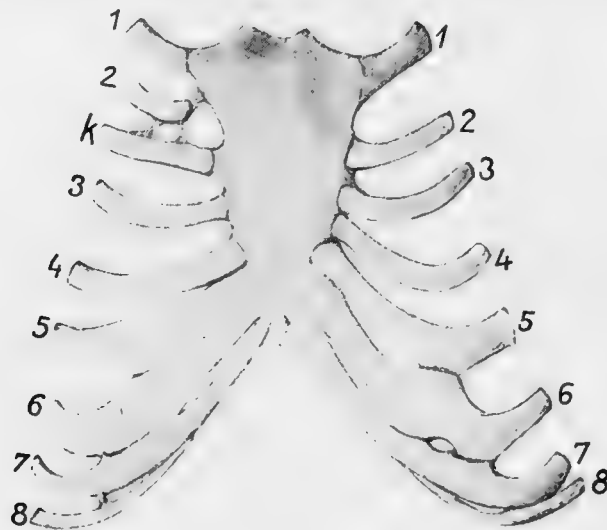


Fig. 3.

Sternum mit den daran ansetzenden Rippenknorpeln; 1.—8. Knorpel der 1.—8. Rippe. k frei in der Muskulatur gelegener Knorpel, welcher mit dem Sternum in Verbindung steht.

winkelige Knickung der Wirbelsäule vorfindet, die durch das Fehlen des linken Teils des vierten Brustwirbelkörpers bedingt ist. Ausserdem tritt es noch mit der cranialen Fläche des Köpfchens der sechsten Rippe in Articulation. Die folgenden sechs Rippen zeigen wieder, abgesehen von ihrer infolge der Kyphoscoliose nicht ganz normalen Krümmung, keine weitere Abweichung von der Norm.

Auch das Sternum zeigt abnormale Verhältnisse. (Vergleiche Fig. 3.) Es ist kürzer als gewöhnlich. Seine Länge beträgt 10 cm. Manubrium und Corpus sind synostosiert. Der Processus ensiformis ist knorpelig und ziemlich klein. Er wird bei

Betrachtung des Sternums von vorne zum grössten Teil durch die letzten das Sternum erreichenden Rippen verdeckt. Die Ansätze der Rippenknorpel am Sternum finden sich auf den beiden Seiten nicht in gleicher Höhe. Schon der zweite Knorpel, der rechts das Sternum erreicht und der — wie oben ausführlich beschrieben — nicht mit dem Körper der zweiten Rippe in Verbindung steht, setzt etwas weiter caudal am Sternum an, als der Knorpel der zweiten Rippe links. Dasselbe Verhältnis der Ansätze zeigen auch die Knorpel der dritten und vierten Rippen. Da auch die Entfernungen der Ansatzstellen dieser drei Knorpel rechts grösser sind als links, so werden die Ansätze der folgenden drei Rippenknorpel so gegen die Spitze des Sternums gedrängt und verschoben, dass der siebente rechte Rippenknorpel das Sternum gar nicht mehr erreicht, sondern mit dem sechsten rechten und siebenten linken Rippenknorpel in Verbindung tritt, welche letztere an der Spitze des Sternums ihren Ansatz haben.

Fassen wir also das über die Wirbel und Rippen Gesagte kurz zusammen, so sind 7 Halswirbel, 11 Brustwirbel und 6 Lendenwirbel vorhanden. Die Zahl der Processus transversi der Brustwirbel beträgt rechts 11, links 10 wegen Verschmelzung des so hochgradig verschmälerten Processus transversus des vierten mit dem des fünften Brustwirbels. Rippen sind beiderseits 11 zu zählen, wenn man — und dies ist den oben beschriebenen Formverhältnissen nach wohl berechtigt — die rechte zweite Rippe als Gabelrippe betrachtet. Was die Rippen betrifft, so sei nochmals darauf hingewiesen, dass den auffallendsten Befund die eigenartigen Verhältnisse der zweiten und dritten Rippe links bilden, deren verschmolzenen Tuberculis nur ein einziger Processus transversus zur Articulation dient.

Über die Zeit der Entstehung dieser Missbildungen lässt sich nichts Positives angeben. Das Einzige, was mit ziemlicher Sicherheit behauptet werden kann, ist das, dass die Formano-

malie des vierten Brustwirbels in eine sehr frühe Zeit des Embryonallebens zurückzuführen sein dürfte; sie dürfte auf einer Asymmetrie in der Zahl der Urwirbel beruhen. Die Gestaltveränderungen der Wirbel in der Nachbarschaft des vierten Brustwirbels dürften wohl zum grössten Teil durch die Form desselben bedingt, also als compensatorische aufzufassen sein. Was die Synostosen zwischen den Wirbelbogen betrifft, so ist es wohl möglich, — und dies gilt hauptsächlich von denjenigen, bei denen die Grenzen zwischen den einzelnen Wirbelbogen noch deutlich erkennbar sind — dass sie sich erst im postembryonalen Leben entwickelt haben. Eben so gut aber könnte man sich vorstellen, dass die Verschmelzungen der Wirbelbogen schon in einer Zeit zum Abschluss gekommen seien, in der das ganze Skelettsystem noch knorpelig angelegt war. Was die Anomalien der Rippen betrifft, so sind Formverhältnisse, wie sie hier die zweite Rippe rechts bietet, jedenfalls schon zur Zeit der knorpeligen Anlage der Rippen entstanden; dasselbe gilt auch für die höchst merkwürdigen Verhältnisse der zweiten und dritten Rippe links. Hingegen könnte man sich Verschmelzungen von Rippen, bei denen die Grenzen der einzelnen Rippen noch deutlich sichtbar sind, auch in einer späteren Zeit zustande gekommen denken. Beispiele hierfür bieten in unserem Falle die Verschmelzungen der ersten und zweiten Rippe rechts und der vierten und fünften Rippe links.

Auf die Litteratur der durch Wirbelanomalien bedingten congenitalen Missbildungen der Wirbelsäule will ich nicht weiter eingehen. Derartige Fälle sind unter anderen erwähnt von Reid, Rokitansky und Otto (7, 8, 9.). Insbesondere ist interessant und dem hier beschriebenen Falle am nächsten stehend ein von Rokitansky beschriebener Fall (9, pag. 267), der eine Wirbelsäule mit mehrfacher Scoliose betrifft. Diese Scoliose war durch das Vorhandensein von mehreren Halbwirbeln bedingt, welche Rokitansky als überzählige, seitliche Wirbelhälften bezeichnet.

Litteraturverzeichnis.

1. Henle, Handbuch der Gefässlehre.
 2. Hochstetter, Entwicklung des Blutgefässsystems. (Hertwigs Handbuch der Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere. 14. u. 15. Lieferung pag. 103.)
 3. Kantor, Tiefe Teilung der Arteria carotis communis. Anatomischer Anzeiger. Bd. 26. pag. 492—496.
 4. Power, Anatomy of the Arteries. pag. 353.
 5. Quain, The Anatomy of the human body.
 6. Rathke, Über die Entwicklung der Arterien, welche bei den Säugtieren von dem Bogen der Aorta ausgehen. (Archiv für Anatomie und Physiologie. 1843.)
 7. Otto, Lehrbuch der pathologischen Anatomie. I. Bd. pag. 196.
 8. Reid, Deficiency of the left half of a dorsal vertebra. (Journal of Anatomy and Physiologie. V. 21.)
 9. Rokitansky, Lehrbuch der pathologischen Anatomie.
-

Erklärung der Tafelfiguren.

Fig. 1. Ventralansicht. A. aor. Arcus aortae. A. a. Arteria anonyma. S. d. Arteria subclavia dextra. C. c. d. Arteria carotis communis dextra. C. i. d. Arteria carotis interna dextra. C. e. d. Arteria carotis externa dextra. S. s. Arteria subclavia sinistra. C. e. s. Arteria carotis externa sinistra. C. i. s. Arteria carotis interna sinistra. A. vert. Arteria vertebralis. T. thy. d. Truncus thyreocervicalis dexter. A. m. i. Arteria mammaria interna. A. thy. inf. Arteria thyreoidea inferior sinistra. A. c. a. Arteria cervicalis ascendens sinistra. A. t. c. Arteria transversa colli sinistra. m. Gemeinsamer Stamm für die Arteria cervicalis superficialis und Arteria transversa scapulae rechterseits. n. Gemeinsamer Stamm für Arteria cervicalis superficialis und Arteria transversa scapulae linkerseits.

Fig. 2. Dorsalansicht. I—VII Halswirbel. 1—11 Brustwirbel. L. Loch an der Wurzel der zu einem Querfortsatz verschmolzenen Processus transversi des 4. und 5. Brustwirbels. g. Gemeinsames Stück der 2. und 3. Rippe linkerseits.

AUS DEM ANATOMISCHEN INSTITUT ZU KYOTO.

ZUR
ANATOMIE DES INNEREN GEHÖRORGANS

VON

CRYPTOBRANCHUS JAPONICUS.

VON

KEJI OKASIMA,
KYOTO, JAPAN.

Mit 6 Figuren auf Tafel 26/28.

Kuhn schrieb über das häutige Labyrinth der Urodelen wie folgt: „Das knorpelig-knöcherne Gehäuse des inneren Ohres der Urodelen ist, wie bei allen höheren Wirbeltieren, an allen Seiten geschlossen. Nur zum Durchtritt des Nervus acusticus und der lymphatischen Röhren finden sich einige kleine Öffnungen in demselben. Wie bei den Batrachiern besteht das Knochengehäuse des Urodelenohres aus dem Os prooticum und dem mit dem Occipitale laterale verbundenen Opisthoticum. An der lateralen Fläche der Ohrkapsel liegt das grosse Foramen ovale s. vestibulare, welches, wie bei Rana u. s. w., durch die Columella verschlossen ist. An der inneren und unteren Wandung des Cavum liegen drei Öffnungen, von denen die hintere rundliche das Foramen rotundum, die mittlere die Apertura aquaeductus vestibuli und die vordere den Porus acusticus internus repräsentieren.“

„Zwischen diesen, excentrisch an der Innenwand der knöchernen Labyrinthkapsel gelegenen Teilen und dem Foramen ovale befindet sich ein Cavum perilymphaticum, das von einer stark pigmentierten, periostalen Umhüllungsmembran umgeben, einen einzigen ungeteilten Raum darstellt. In diesem grossen perilymphatischen Raume liegt nun bei Siredon, Triton und Salamander — bei Proteus konnte ich es niemals nachweisen — ein röhrenförmiges Gebilde. Es ist dies der Ductus perilymphaticus s. aquaeductus cochleae.“

„Der sehr niedrigen Bildung des Schädelgehäuses dieser Tiere (Triton und Salamander) entsprechen die etwas reducierten Grössenverhältnisse der einzelnen Teile des inneren Ohres. Der Sinus utriculi dieser Urodelenklassen ist breiter als bei den Batrachiern, aber beträchtlich kürzer; deutlich lässt sich an ihm die Apertura utriculi nachweisen und das unterhalb derselben gelegene Foramen utriculo-sacculare.“

Retzius untersuchte das Gehörorgan der Wirbeltiere äusserst ausführlich und schrieb eine grundgesetzliche Angabe über die Pars neglecta und die Pars basilaris wie folgt. „Wir haben die Pars initialis cochleae hier hingegen mit einer ganz besonderen Bildung, einem eigenen und in der Tat sehr eigentümlichen Endorgan es zu tun, welches, zuerst bei den Fischen auftretend, bei den Amphibien, besonders bei den Anuren, seine höchste Entwicklung erfährt, bei den Reptilien wieder verkümmert, um bei den Vögeln und Säugetieren nimmermehr zu verschwinden gewissermassen in die Crista acustica der frontalen Ampulle, aus welcher sie möglicherweise von Anfang an durch Abtrennung entstanden ist, zuletzt aufgehend. Die bisherigen Namen dieser Nervenendstelle, sowohl Pars basilaris cochleae als Pars initialis cochleae, müssen also aufgegeben werden. Es ist nicht eben leicht, für sie einen guten Namen zu finden. „Macula acustica utriculi posterior“ würde für die meisten Fälle richtig sein, nicht aber für alle. Ich habe deswegen einen indifferenten Namen gewählt und nenne nunmehr diese Endstelle „Macula acustica neglecta“ als Erinnerung des Übersehens, welches ihr so lange Zeit zu teil wurde. Der ihr angehörige Nervenzweig möchte in Übereinstimmung damit Ramulus neglectus heissen.“

Er stimmte auch der Ansicht Kuhn's bei, dass die wirkliche Pars basilaris erst bei den Amphibien auftritt; und fügte dabei noch Folgendes zu. „Bei Proteus und Siren findet sich also noch gar keine Pars basilaris cochleae und kein Ramulus basilaris. Bei den übrigen Urodelen — ich habe Menopoma,

Membranulus, Siredon, Triton, Pleurodeles, Salamandra untersucht — ist eine kleine solche Endstelle am oberen Ende der Lagena, in der Nähe des Foramen sacculo-cochlearis (Canalis reuniens), aufgetreten; zu ihr geht eine von dem Ramulus lagenae abgetrennter kleiner Nervenzweig.“

Auch unterscheidet er am häutigen Labyrinth mancher Urodelen folgende Teile: Utriculus mit kurzem Sinus superior und längerem Sinus posterior, Recessus utriculi, Ampulla anterior mit Canalis m. anterior, Ampulla externa mit Canalis m. externus, Ampulla posterior mit Canalis m. posterior, Sacculus mit Ductus endolymphaticus, Pars neglecta, Lagena cochleae und Pars basilaris cochleae.

Als Nervenendstellen werden unterschieden: Macula ac. recessus utriculi, Crista ac. ampullae anterioris, Crista ac. ampullae externae, Crista ac. ampullae posterioris, Macula neglecta, Macula ac. sacculi, Papilla ac. lagenae cochleae, Papilla ac. basilaris cochleae. Der Nervus acusticus teilt sich in zwei Hauptäste, nämlich: Ramus anterior, welcher nach vorn aussen verläuft, die Macula rec. utriculi mit dem aus mehreren Bündeln bestehenden Ramulus rec. utriculi versieht und sich in zwei lange Endzweige, Ramulus amp. anterioris und Ramulus amp. externae teilt; und einen Ramulus posterior, welcher den Ramulus sacculi abgiebt und dann nach hinten verlaufend sich in den Ramulus neglectus, Ramulus amp. posterioris und Ramulus lagenae teilt, von welchem letzteren sich endlich ein Bündel nach oben hinten abzweigt, um als Ramulus basilaris in der Papilla basilaris zu endigen.

1. Die Ohrkapsel.

Die das innere Gehörorgan beherbergende Ohrkapsel ist im seitlichen Abschnitt der Petroso-Occipitalregion des Chondrocraniums eingelagert und setzt sich aus einem knöchernen und

einem knorpeligen Teile zusammen. Der knöcherne Teil zerfällt sich in zwei gesonderte Knochenstücke; das vordere, das Prooticum, bildet mit einer hinteren concaven Fläche die vordere Begrenzung der Ohrkapsel; das hintere, das Occipitale laterale, mit seiner vorderen ebenso eingezogenen Fläche die hintere Begrenzung der letzteren. Den Zwischenraum beider Knochen füllt die Knorpelmasse aus, deren Form sich mit einem Gürtel vergleichen lässt, welcher im mittleren Abschnitte der Ohrkapsel den grossen Teil der medialen, lateralen, dorsalen und ventralen Wandungen der letzteren repräsentiert. Die Ohrkapsel wird ringsum noch von den verstärkenden Knochen bedeckt; dorsal vom Parietale, ventral vom Parasphenoideum. Ausserdem trägt sie an lateraler Wand eine quer liegende ovale Knochenplatte, Columella.

Die Ohrkapsel besitzt eine unregelmässige, nicht leicht vorstellbare Gestalt; aber man kann an ihr vier Wandungen und zwei Kuppeln unterscheiden. Ihr Binnenraum trägt annähernd dieselbe Form wie die Kapsel selbst und lässt sich in ein grosses Cavum vestibulare und drei Cava semicircularia unterscheiden.

Die dorsale Wand der Ohrkapsel lässt sich in vordere und hintere Teile einteilen. Der vordere Teil ist dick, neigt sich schief nach lateral-unten und geht in die laterale Wand über, so dass die Grenze zwischen beiden Wänden undeutlich zu erkennen ist; sie birgt in sich das knorpelige Cavum semicirculare anterius. Dasselbe liegt im oberen Drittel am medialen Abschnitte der dorsalen Kapselwand, verursacht die nach aussen vorspringende Prominentia semicircularis anterior und verläuft von vorn-lateral nach hinten-medial. Sie trägt an beiden Enden je eine Öffnung, von denen die vordere das Ostium anterius cavi semicircularis anterioris, die hintere das Ostium posterius cavi semicircularis anterioris repräsentieren. Vorn und hinten von den beiden Ostien aus verlaufen auf der dorsalen Wand zwei seichte Rinnen, welche die Fortsetzung des Cavum darstellen und sich auf dem Pro-

oticum und dem Knorpel als Furchen erkennen lassen. Die ganze Verlaufslinie des Cavum semicirculare anterius ist nicht gerade, sondern bogenförmig gekrümmt, mit seiner leichten Concavität nach aussen gerichtet. Das Cavum semicirculare anterius wird vom Cavum vestibulare durch eine platte knorpelige Scheidewand, das Septum semicirculare anterius, getrennt, welches nicht richtig horizontal steht, sondern etwas von lateral-oben nach medial-unten geneigt ist.

Der hintere Teil der dorsalen Wand liegt mehr horizontal als der vorige, damit ist hier die Grenze zwischen ihr und den lateralen Wänden ziemlich deutlich ausgeprägt. Am medialen Gebiet trägt dieser Teil das Cavum semicirculare posterius, das nicht zu einer Röhre abgeschlossen ist, sondern auf dem Knorpelteile und dem Occipitale laterale eine von vorn-medial nach hinten-lateral ziehende Furche darstellt; damit ist hier freilich kein Ostium zu sehen.

Die laterale Wand ist dick und lässt an sich zwei Abschnitte unterscheiden. Der obere Teil trägt eine nach aussen hervorragende Prominentia semicircularis lateralis, welche in sich das Cavum semicirculare laterale birgt. Dasselbe ist ebenso mit zwei Ostia besetzt: dem Ostium anterius cavi semicircularis lateralis und dem Ostium posterius cavi semicircularis lateralis. Das Cavum lässt sich vorn auf das Prooticum, hinten auf das Occipitale laterale als seichte Furchen verfolgen. Das knorpelige Septum semicirculare laterale ist dicker und länger als das vordere und steht fast senkrecht.

Der untere Teil trägt am hinteren Gebiete ein mit der Längsachse horizontal liegendes ellipsoides Loch, Foramen ovale, das in sich die gleichförmige Columella fasst. Der Raum zwischen dem Foramen und der Columella ist mit reichlicher Bindegewebsmasse ausgefüllt.

Die ventrale Wand ist glatt, beträchtlich vertieft und lässt keine Merkwürdigkeit erkennen.

Die mediale Wand besteht aus einer äusserst dünnen Knorpelschicht, die zugleich die laterale Wand der Schädelhöhle bildet. Sie steht fast senkrecht, erleidet aber durch den Inhalt der Ohrkapsel- und Schädelhöhle Druck und bildet vielfache Ein- und Ausbuchtungen, so dass sie auf Frontalschnitten wellenartig gekrümmt aussieht. An ihr sind dreierlei Löcher zu erkennen, durch welche Ohrkapsel und Schädelhöhle untereinander communicieren. Das erste kleinste liegt hoch oberhalb den beiden anderen; dies ist das Foramen endolymphaticum, welches den Ductus endolympheticus durchgehen lässt. Das zweite, Foramen acusticum, liegt vorn-unten und durch dieses tritt der Nervus acusticus in die Ohrkapselhöhle hinein. Das dritte, Foramen rotundum, findet sich hinten-unten und durch dieses communiciert der Ductus perilymphaticus mit dem Lymphraume der Schädelhöhle. Oberhalb des Foramen acusticum und des Foramen rotundum ragt die Knorpelwand etwas in den Binnenraum der Kapsel hervor und bildet eine horizontale stumpfe leistenartige Erhabenheit.

Die vorderen und hinteren Kuppeln (Wände) entstehen durch das Zusammenfliessen der vier oben erwähnten Wände und werden vorn von dem Prooticum, hinten von dem Occipitale laterale gebildet. Ihre kuppelartigen Vertiefungen entsprechen dem Recessus anterior und posterior des Cavum vestibulare. Die hintere Kuppel ist tiefer als die vordere.

Das Cavum vestibulare repräsentiert einen grossen Hohlraum, an welchem bei unserem Tiere die Einteilung einer Pars superior und einer Pars inferior nicht so gut ausgeprägt ist, wie bei anderen Amphibien. Die schwache horizontale Ringleiste, welche medial aus der leistenartigen Erhabenheit oberhalb des Foramen acusticum und des Foramen rotundum, lateral am mittleren Abschnitte aus der unteren Grenze des Septum semicirculare laterale, am vorderen und hinteren Abschnitte aus den die vom Cavum semicirculare laterale fortsetzenden Rinnen von

unten begrenzenden Lippen zusammengesetzt wird, repräsentiert die Grenzlinie beider Partes.

Die Pars superior beherbergt den Utriculus; hier vereinigen sich die drei Cava semicircularia miteinander. Sie trägt drei Recessus. Der Recessus anterior dringt weiter in die Vertiefung des Prooticum ein und nimmt das vordere Ende des Canalis semicircularis anterior auf, dessen Ostium anterius cavi semicircularis anterioris ebenso hier ausmündet. Der Recessus superior liegt in der oberen medialen Wand der Ohrkapsel und enthält den höchsten Abschnitt des Utriculus, Recessus utriculi; hier finden sich das Ostium posterius cavi semicircularis anterioris und das vordere Ende des Cavum semicirculare posterius. Der Recessus posterior verlängert sich weiter hinten in die Vertiefung des Occipitale laterale, in welcher das hintere Ende des Cavum semicirculare posterius liegt. Sie nimmt zugleich die Ampulla posterior auf.

Die Pars inferior bildet einen einfachen halbkugeligen Raum, in dem die untere grosse Abteilung des Sacculus, die Lagena, die Pars basilaris und der Ductus endolymphaticus liegen.

2. Das häutige Labyrinth.

Das häutige Labyrinth lässt sich in zwei wichtige Abteilungen teilen, von denen die obere den Utriculus darstellt, in welchem drei halbzirkelförmige Canäle sich öffnen, während die untere den Sacculus mit vielen Nebenräumen repräsentiert: der Lagena, der Pars basilaris, der Pars neglecta. Ausserdem geht aus dem Sacculus ein röhrenförmiger Gang, Ductus endolymphaticus hervor. Das häutige Labyrinth ist noch mit zahlreichen Nervenfasern (Nervus acusticus) und Blutgefässen ausgestattet.

Der Sacculus stellt einen hauptsächlich die Pars inferior des Cavum vestibulare ausfüllenden, kugligen membranösen Sack dar, welcher in seinem Binnenraume mit einer grossen

Otolithenmasse versehen ist, und trägt an der medialen Wand eine Nervenendstelle, welche einen grossen Fleck, die *Macula acustica sacculi* bildet. An derselben ist die Wandung des *Sacculus* sehr stark ausgebildet. Die Teilung in eine *Pars superior* und eine *Pars inferior* ist undeutlich, dass man sie kaum in der stumpfen Erhabenheit vermuten kann, die, der knöchernen Ringleiste entsprechend, in den Binnenraum des *Sacculus* ein wenig vortritt.

Die *Lagena* entspringt aus der medialen hinteren Wand des *Sacculus* als eine sackartige Ausstülpung des letzteren nach unten und medial. Ihr am Ende blind endigender Binnenraum communiciert mit dem des *Sacculus* durch eine ein wenig verengte Öffnung.

Die *Pars basilaris* ist eine kleine ovale Blase, welche aus der Innenwand des oberen Endes der *Lagena* entspringt; sie communiciert durch eine weite Öffnung mit der *Lagena*.

Die *Pars neglecta* stülpt sich aus der oberen medialen Wand des *Sacculus* als ein kleiner Sack medialwärts aus.

Aus der oberen, medialen Wand des *Sacculus* geht vor der Ausmündungsstelle der *Pars neglecta* der *Ductus endolymphaticus* hervor, welcher zuerst der *Utriculus*wand dicht anliegend nach oben und medial aufsteigt, dann sich von derselben abtrennt, und endlich, durch das *Foramen endolymphaticum* durchgehend in den *Saccus endolymphaticus* sich öffnet, der eine sackartige Erweiterung in der Schädelhöhle darstellt. Der *Sacculus* communiciert durch ein rundliches Loch, *Foramen utriculo-sacculare*, mit dem *Utriculus*, welches bei unserem Tiere nicht zu einem *Canalis utriculo-saccularis* entwickelt ist, wie Kuhn dies auch bei Tritonen und *Salamandra* konstatierte; es wird medial von einem dicken, lateral von einem dünnen Rand begrenzt. Der mediale stumpfe Rand besteht aus dem Zusammenstossen der *Utriculus*wand und der Wand der *Pars neglecta*, sieht auf Frontalschnitt dreieckig aus, mit der Spitze

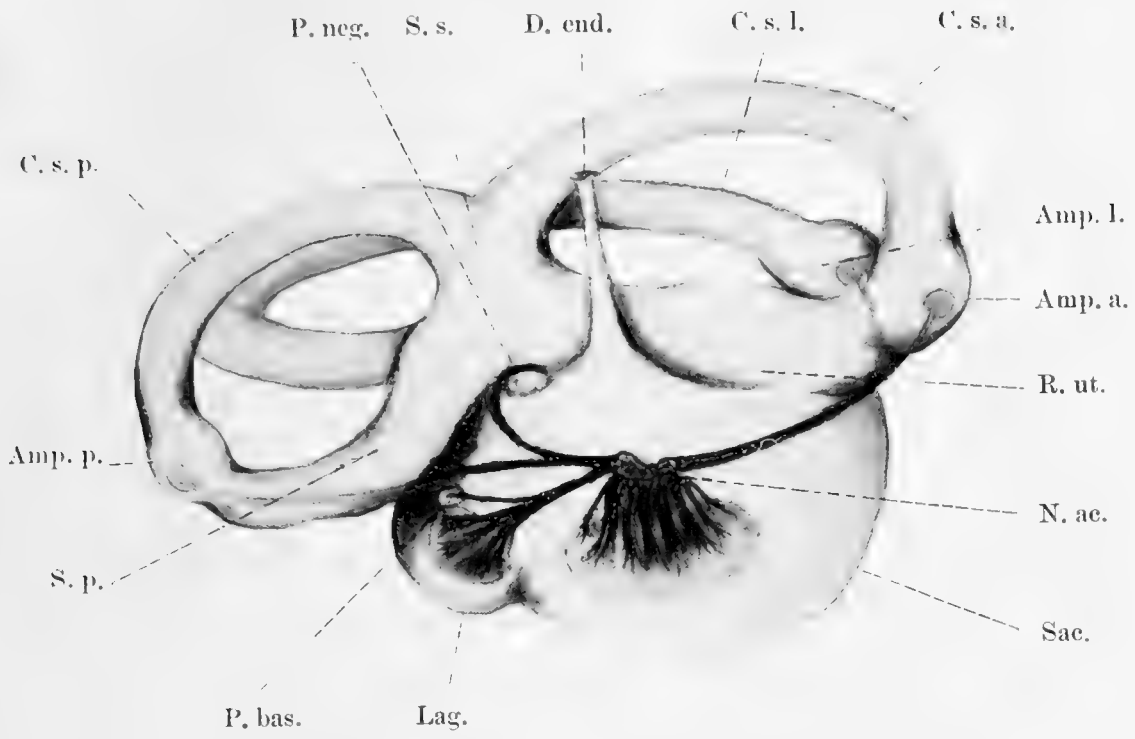


Fig. 1.

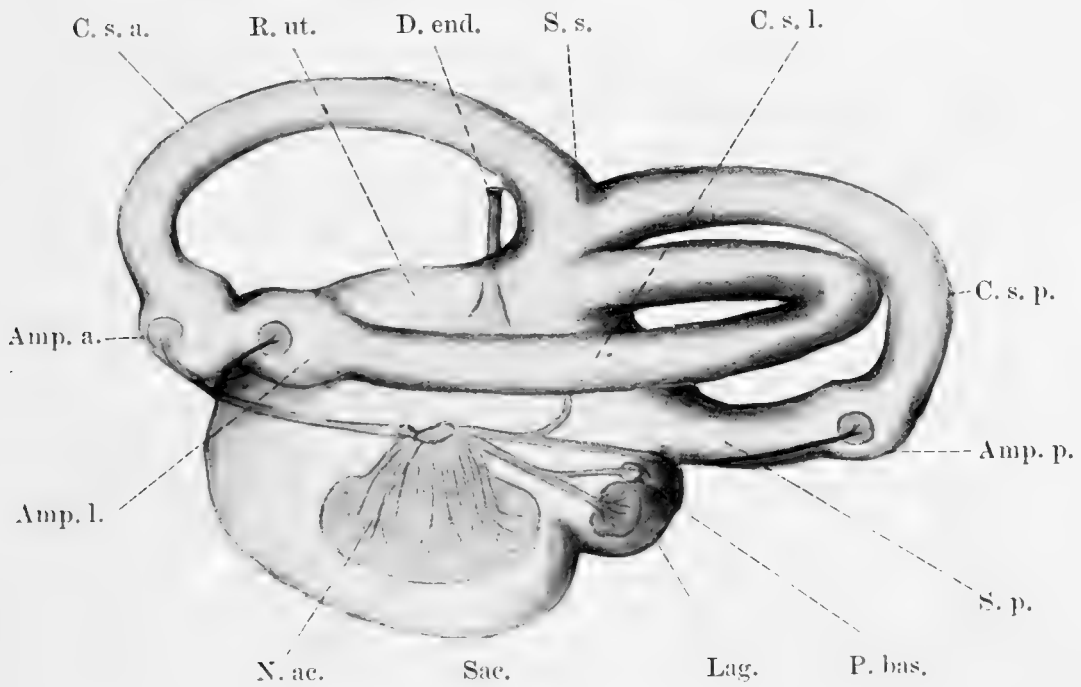


Fig. 2.

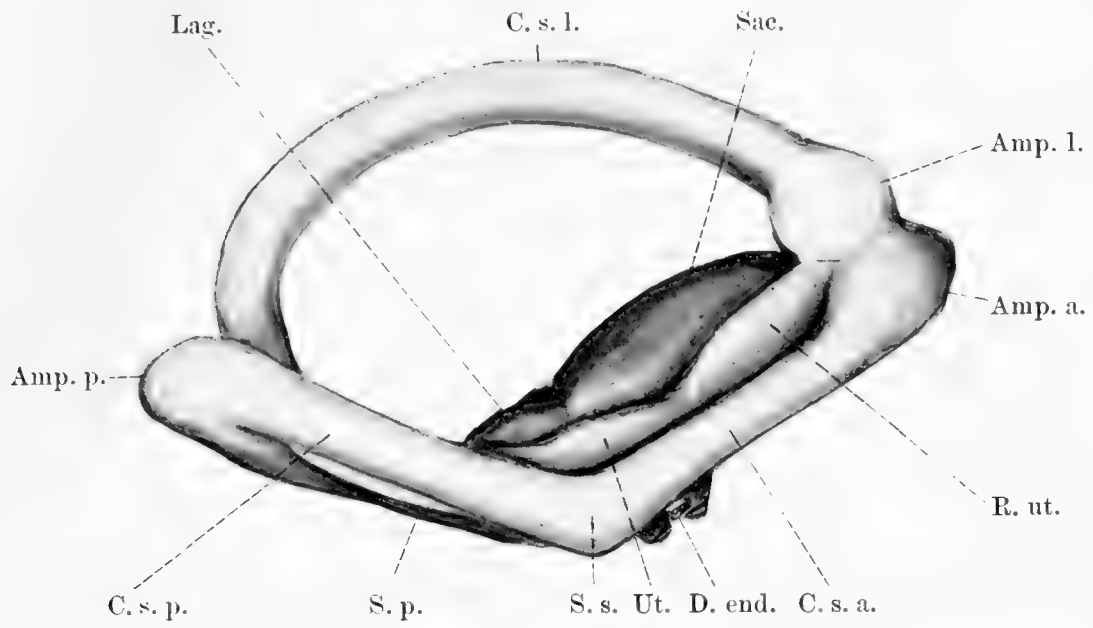


Fig. 3.

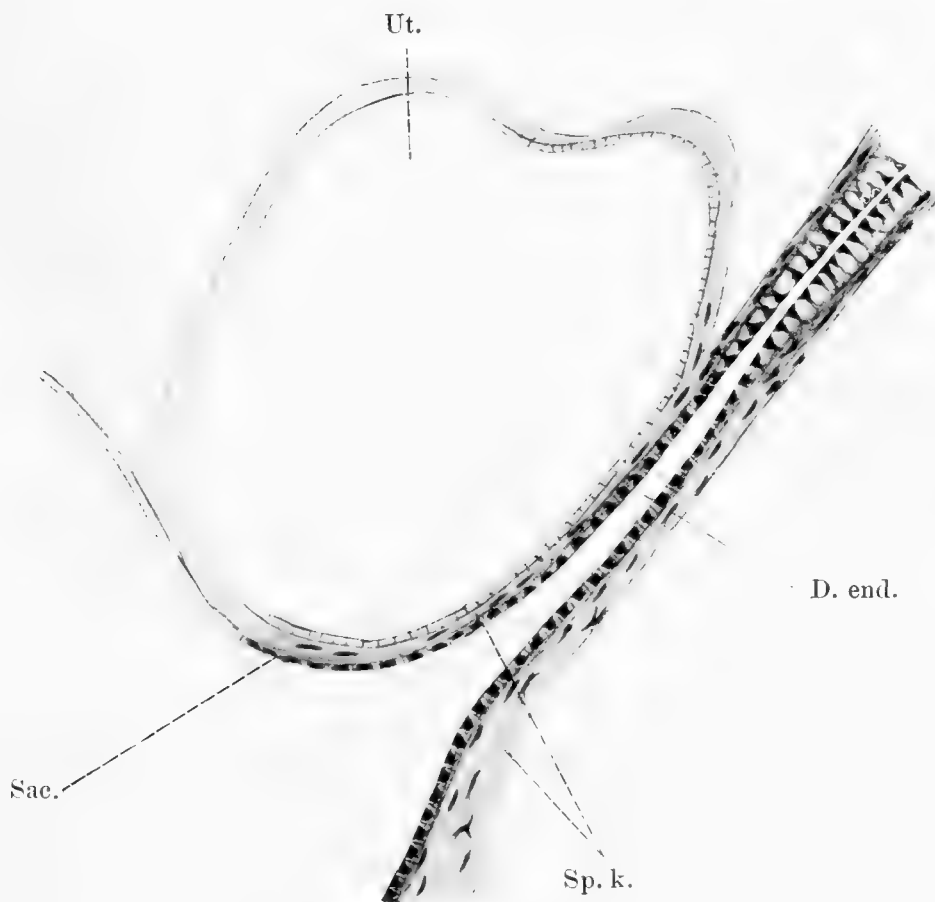


Fig. 4.



medial gerichtet. Der laterale dünne Rand besteht aus dem Zusammenfließen der Utriculus- und Sacculuswände, sieht auf dem Querschnitt keulenförmig aus und ragt nach unten und medial herab. Die obere kleine Abteilung des Sacculus dringt über der Ebene des Foramen utriculo-sacculare weiter in die Pars superior des Cavum vestibulare hinein.

Der Utriculus liegt oben und medial vom Sacculus und stellt einen cylindrischen Sack dar, welcher mit seiner Längsachse sagittal steht. Die drei halbzirkelförmigen Kanäle verbinden sich hier untereinander. Aus dem kurzen Sinus superior utriculi, der aus dem oberen Ende des Utriculus entspringt, gehen vorn der Canalis semicircularis anterior, hinten der Canalis semicircularis posterior aus. An der lateralen Wand des Utriculus setzt sich von hinten der Canalis semicircularis lateralis an. An dem Sinus posterior utriculi, der vom hinteren Ende des Utriculus entspringt, öffnet sich die Ampulla posterior mit dem Canalis semicircularis posterior. Der vordere Abschnitt des Utriculus ist dick lang, etwas gekrümmt, bildet eine grosse Erweiterung, den Recessus utriculi. In denselben münden vorn die Ampulla anterior des Canalis semicircularis anterior, lateral die Ampulla lateralis des Canalis semicircularis lateralis aus. Das Verbindungsstück des Recessus und beider Sinus utriculi repräsentiert den eigentlichen Utriculus, welcher unten durch das oben erwähnte Foramen utriculo-sacculare mit dem Sacculus communiciert.

Die Canales semicirculares bestehen aus drei Kanälen: den beiden verticalen Canalis semicircularis anterior und Canalis semicircularis posterior und einem horizontalen Canalis semicircularis lateralis. Es ist bemerkenswert, dass bei unserem Tiere der vordere und hintere Canal je ein röhrenförmiges Cavum semicirculare besitzen und der hintere Canal nicht in einem geschlossenen Cavum, sondern in einem geöffneten Halbkanal eingebettet ist. Der Verlauf jedes Canalis semicircularis stimmt ganz mit

denen des betreffenden Cavum semicircularare überein. An jedem Canalis semicircularis sind zwei im Aussehen und Bau verschiedene Schenkel zu unterscheiden: das Crus simplex und das Crus ampullare. Das Crus simplex besitzt dasselbe Kaliber wie das Hauptstück des Canalis selbst und mündet direkt in den Utriculus, während das Crus ampullare sich an der Einmündungsstelle in den letzteren bedeutend erweitert und die Ampulle bildet, in welcher sich eine Nervenendstelle findet. Die Ampulle des Canalis semicircularis anterior, Ampulla anterior und die Ampulle des Canalis semicircularis lateralis, Ampulla lateralis münden in den Recessus utriculi, die Ampulle des Canalis semicircularis posterior, Ampulla posterior mündet in den Recessus posterior utriculi.

Der Canalis semicircularis anterior entspringt mit dem Crus simplex aus dem Sinus superior utriculi und zieht nach vorn und lateral. Dann biegt er sich nach unten, und endlich mündet er in die Ampulla anterior, die sich wieder in den Recessus utriculi öffnet. Der Canalis semicircularis lateralis entspringt mit seinem Crus simplex aus der lateral-hinteren Wand des Utriculus und zieht nach hinten und lateral. Hier wird er zwischen den Anfangsstellen beider Schenkel des Canalis semicircularis posterior gefasst. Von hier aus krümmt er sich allmählich nach aussen, dann nach vorn. Endlich geht er in die Ampulla lateralis über, die gleich in den Recessus utriculi ausmündet. Dieser Canal ist der längste von allen drei und sein am stärksten gekrümmter Bogen beschreibt ungefähr drei Viertel eines Kreises. Der Canalis semicircularis posterior entspringt mit seinem Crus simplex aus der hinteren Abteilung des Sinus superior utriculi und zieht dem vorderen gegenüberstehend nach hinten und lateral. Dann krümmt er sich in senkrechter Ebene nach unten und geht in die Ampulla posterior und in den Recessus posterior über, welche in den Sinus posterior utriculi ausmünden. Es sieht aus, als ob die Ampulla posterior mehr nach hinten verschoben läge,

damit der Sinus posterior utriculi äusserst verlängert ausgebildet sein kann.

Die Nervenendstellen. Als die Nervenendstellen sind acht Orte zu nennen: der Sacculus, der Utriculus, die Lagena, die Pars neglecta, die Pars basilaris und drei Ampullen. Die ersteren fünf repräsentieren die Maculae acusticae, die letzteren drei die Cristae acusticae.

Die Macula acustica sacculi findet sich am mittleren Gebiet der medialen Sacculuswand und stellt die grösste aller Maculae dar. Die Macula acustica recessus utriculi befindet sich am Boden des Recessus utriculi, die Macula acustica lagenae an der medialen Wand der Lagena, die Macula acustica basilaris an der unteren medialen Wand der Pars basilaris und die Macula acustica neglecta an der oberen Wand der Pars neglecta.

Die Crista acustica ampullae anterioris liegt an der unteren Wand der Ampulla anterior, die Crista acustica ampullae lateralis an der lateralen unteren Wand der Ampulla posterior.

Der Nervus acusticus. Der Nervus acusticus bildet ausserhalb des Foramen acusticum ein beträchtliches, die grossen Ganglienzellen enthaltendes Ganglion acusticum, das von sich einen starken Nerven ausgehen lässt. Derselbe tritt durch das Foramen acusticum in die Ohrkapselhöhe ein, in welcher er sich an der inneren Wand dicht anliegend in zwei grosse Äste teilt: den Ramus anterior und den Ramus posterior. Aus beiden gehen folgende zahlreiche Ästchen aus:

Die Ramuli sacculi sind die grössten Ästchen, die aus zahlreichen Faserbündeln bestehen, und am mittleren Abschnitte der medialen Sacculuswand endigen. Beim Eindringen in letztere ordnen sie sich in einer mit der Concavität nach oben gerichteten Bogenlinie an.

Der Ramulus ampullae anterioris und der Ramulus ampullae lateralis bilden anfangs ein gemeinsames Stämmchen. Nach der Teilung geht der erstere zur unteren Wand der Ampulla

anterior, der letztere zur lateral-unteren Wand der Ampulla lateralis.

Der Ramus utriculi ist klein und tritt zwischen den Sacculus und Utriculus in die Tiefe hinein.

Der Ramulus lagenae ist ein sehr starkes Ästchen, das in der Nähe der lateralen Wand der Lagena plötzlich in feine Fasern zerfällt und dort endigt. Aus diesem stammt ein kleiner Ramulus basilaris, welcher an der unteren Wand der Pars basilaris endigt.

Der Ramulus neglectus ist zuerst mit dem folgenden zu einem gemeinsamen Aste verbunden. Sein Verlauf ist eigentümlich, indem er zuerst unterhalb der Pars neglecta nach hinten zieht, dann sich nach oben krümmt, und endlich an der oberen Wand der letzteren endigt.

Der Ramulus ampullae posterioris ist der längste, welcher sich aus dem vorigen teilend gerade nach hinten zieht und an der unteren und lateralen Wand der Ampulla posterior endigt.

3. Feinerer Bau.

Das häutige Labyrinth setzt sich überall aus einem seine Innenfläche auskleidenden Epithel und einer bindegewebigen Lamina propria zusammen. An manchen Stellen der Wandung ist auch eine Knorpelmasse aufgetreten, welche eine eigentümliche Structur besitzt und im allgemeinen als Spindel- oder Spindelzellknorpel bezeichnet wird. Dieser dem zarten häutigen Labyrinth zum Teil eine Stütze gebende Spindelknorpel besteht aus einer ganz homogenen, halbdurchsichtigen Grundsubstanz, in der spindelförmige oder sternförmige Knorpelzellen eingestreut sind. Die Fortsätze der sternförmigen Zellen kreuzen sich in verschiedenen Richtungen und bilden, sich miteinander durchflechtend, ein grobes Maschenwerk. Die Lamina propria stellt eine äusserst dünne bindegewebige Membran dar. Das Epithel

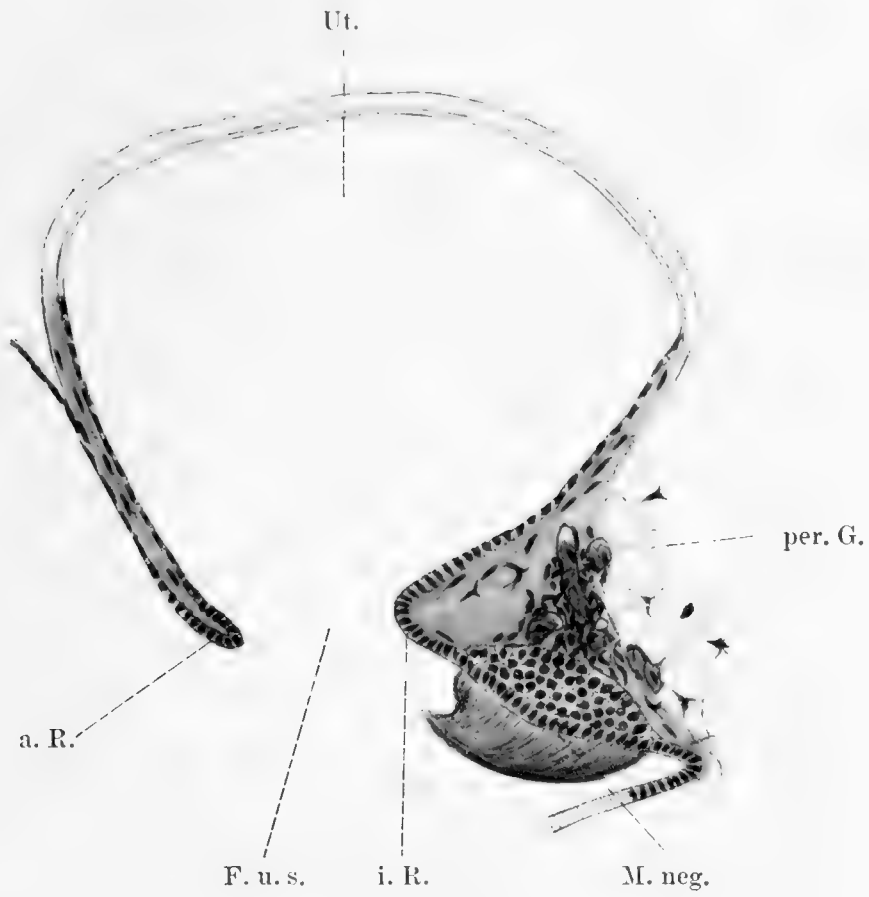


Fig. 5.

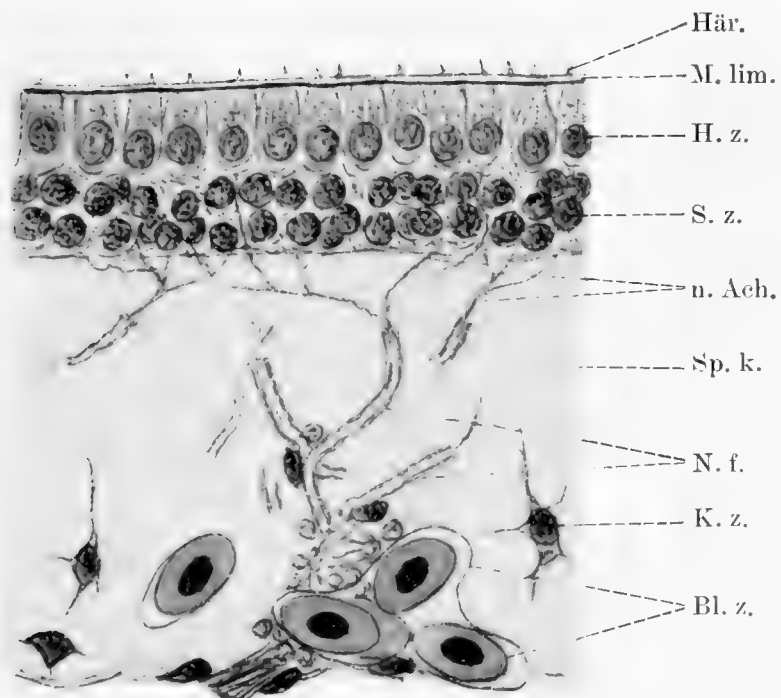


Fig. 6.



trägt den Charakter eines einschichtigen Pflasterepithels ausserhalb der Nervenendstellen, an welchen es in eigentümlicher Anordnung ausgebildet ist, indem die Epithelzellen hoch cylindrisch, mehrzeilig werden und an sich die Endfäden des Nervus acusticus endigen lassen. Solches Epithel ist an vielen Maculae acusticae und Cristae acusticae zu finden. Der ganze Binnenraum des häutigen Labyrinthes ist von Endolymphe, die durch den Ductus endolymphaticus in den Saccus endolymphaticus der Schädelhöhle abfliesst, ausgefüllt; er enthält auch die Otolithenapparate. Ausserhalb des häutigen Labyrinthes findet sich die Perilymphe, welche den Raum zwischen dem Labyrinth und der Ohrkapsel ausfüllt und in sich einen grossen Ductus perilymphaticus fasst. Derselbe communiciert durch das Foramen rotundum mit der Schädelhöhle.

Lagena und Pars basilaris.

Die Lagena und die Pars basilaris besitzen eine ziemlich dicke Unterlage vom Spindelknorpel, mit Ausnahme des medialen Endes der Pars basilaris, wo das Epithel abgeplattet aussieht. Das Epithel ausserhalb der Nervenendstellen ist cubisch. Die Lamina propria erscheint wie eine dünne Linie. Das cubische Epithel der Lagena geht in das Plattenepithel des Sacculus über, während das der Pars basilaris in das cubische der Pars neglecta übergeht. Der Knorpel verbindet sich aussen mit dem perilymphatischen Gewebe.

Die Macula acustica lagenae stellt einen grossen Fleck an der medialen Wand der Lagena dar. Ausser der Knorpelunterlage bilden die Nervenfasern und die Blutgefässe ein dichtes Netzwerk, von welchem wieder feinere Nervenfasern und kleinere Blutgefässe ausgehen, welche die Knorpelsubstanz durchbohrend gerade oder schräg gegen den Binnenraum der Lagena vorrücken. In der Nähe der sehr feinen Lamina propria verlieren die Nervenfasern ihre Markscheide und endigen als nackte Achseneylinder an den

Zellenbasen. Andere Fasern treten weiter vor und man kann sie bis zwischen die Epithelzellen verfolgen. Im Epithel kommen zwei Zellenformen vor, von denen die eine die eigentlichen Sinneszellen, Hörzellen, die andere die Stützzellen repräsentiert. Die Hörzellen, welche kurze starke Fortsätze, Härchen, tragen, sind cylindrisch, durchaus fein granuliert, in einfacher Lage angeordnet und enthalten im Basalteile ziemlich grosse rundliche, blasenartige Kerne. Die freie Oberfläche der Hörzellen ist glatt und bildet ein dünnes homogenes hellglänzendes Häutchen, die Membrana limitans. Die Stützzellen, die eine unregelmässige Form besitzen, sind in eine oder zwei Lagen angeordnet und mit einem durch Hämatoxylin leicht färbaren Kerne ausgestattet. Ihre freie Enden reichen als schmale Fortsätze bis zu Membrana limitans.

Im Binnenraume der Lagena, den Hörzellen dicht anliegend, sind ein Otolithenkrystall und ein bandartiges Gebilde zu sehen. Dasselbe ist von faseriger Struktur, etwas geschlängelt und stellt die sogenannte Membrana tectoria dar.

Die Macula acustica basilaris ist klein und liegt an der unteren und medialen Wand der Pars basilaris. Sie besitzt eine starke Unterlage vom Spindelknorpel, durch die die Nervenfasern nach der Oberfläche verlaufen. Dieselben verlieren unter der Lamina propria ihre Markscheide und die nackten Achsencylinder ziehen gegen die Epithelzellen. Das Epithel besteht aus Hörzellen und Stützzellen, welche beide dieselbe Beschaffenheit wie die der Macula acustica lagenae besitzen. Die Membrana limitans ist hier ebenfalls zu erkennen. An meinen Präparaten sah ich den Otolithenapparat und die Membrana tectoria nicht.

Pars neglecta.

Betrachtet man einen Frontalschnitt der Pars neglecta, so erkennt man sie als ein gleichschenkeliges Dreieck, dessen Spitze medial gerichtet ist. Ihr Binnenraum besitzt dieselbe

Form wie die Pars selbst. Auf ihrem oberen Schenkel findet sich eine die Macula acustica neglecta tragende Knorpelschicht. Das Epithel ausserhalb der Macula ist Plattenepithel, welches unten in das der Pars basilaris übergeht. Der obere Schenkel bildet im lateralen Abschnitte direkt die innere Grenze des Foramen utriculo-sacculare und wird durch kubisches Epithel ausgekleidet.

Die Macula neglecta besitzt eine sehr dicke Knorpelunterlage, welche in sich reichliche Nervenfasern und Blutcapillaren fasst und beide bis unter die Epithelschicht aufsteigen lässt. Dieselbe besteht aus einer einfachen Hörzellenschicht und einer zwei- oder dreizeiligen Stützzellenschicht. Die Endigungsweise der Nervenfasern und das Bauverhältnis der einzelnen Zellen ähneln im grossen und ganzen denen der obenerwähnten Maculae. Die Membrana tectoria lässt sich hier sehr deutlich erkennen; sie sieht deutlich faserig aus.

Sacculus.

Die Wandung des äusserst voluminösen Sacculus besteht hauptsächlich aus einem einschichtigen Epithel und einer äusserst dünnen bindegewebigen Lamina propria. Dieselbe ist besonders stark ausgebildet an der Stelle, wo die Columella sich findet und bildet eine ziemlich derbe Membran, die mit der den Raum zwischen der Columella und der Ohrkapsel ausfüllenden Bindegewebsmasse zusammenhängt. An der medialen Wand des Sacculus, wo eine Nervenstelle sich findet, ist Knorpel aufgetreten.

Die Macula acustica sacculi ist die umfangreichste aller Maculae acusticae. Die verhältnismässig dünne Knorpelschicht lässt reichliche Nervenfasern und Blutcapillaren durchtreten. Das Epithel setzt sich aus einer einfachen, im Basalteile runde Kerne tragenden, Hörzellenschicht und einer ein- oder zweizeiligen, unregelmässige längliche Kerne enthaltenden, Stützzellenschicht zusammen. Der Otolithenapparat ist zu einer

grossen Masse entwickelt und trägt die Becherform, dessen Grund auf der Oberfläche des Epithels aufruhet. Die Membrana tectoria ist sehr gut ausgebildet. Im Gebiet um die Macula, wo das Epithel noch vom Otolithen bedeckt ist, trägt es immer noch den Charakter des kubischen Epithels.

Die das Foramen utriculo-sacculare umgebenden Ränder bestehen aus einer Unterlage von Spindelknorpel, welche die Achse bildet und einer auskleidenden kubischen Epithelschicht, welche am lateralen Rande sogleich in das Plattenepithel der Utriculus- und Sacculus-Wand übergeht.

Der Ductus endolymphaticus

setzt sich aus einer bindegewebigen Lamina propria und einer auskleidenden kubischen oder platten Epithelschicht zusammen. Nach dem Foramen endolymphaticum hin tritt zwischen beiden ein Spaltraum auf, der von den aus Basen und Epithelzellen entspringenden Fortsätzen durchgezogen wird. Solches Verhalten erinnert an das reticuläre Bindegewebe oder die Ependymzellenschicht dieses Tieres. Der Saccus endolymphaticus besteht ebenfalls aus Bindegewebe und einer kubischen Epithelschicht; aber es fehlt hier der obengenannte Spaltraum.

Utriculus.

Die Utriculuswand besteht durchaus aus einer dünnen Knorpelschicht, die im Gebiet der Macula besonders stark verdickt ist, und einem Plattenepithel. Wie schon erwähnt wurde, sind die Epithelzellen in der Nähe des Foramen utriculo-sacculare von kubischer Gestalt.

Die an der untere Wand des Recessus utriculi liegende Macula acustica recessus utriculi besitzt denselben Bau wie die anderer Labyrinthabteilungen.

Ampullen und Bogengänge.

Jede Ampulle setzt sich aus dickem Spindelknorpel und plattem Epithel zusammen. Die Nervenendstelle ragt in den Ampullenraum stark hervor, besteht aus mehrzeiligem Epithel und einer zarten Lamina propria, deren feinerer Bau dem der Macula acustica ähnelt. Die das Sinnesepithel überdeckende Cupula terminalis ist hier stark ausgebildet. Die Raphe, welche die der Crista gegenüberstehende Wand der Ampulle auskleidet, ist wenig gut ausgeprägt.

Die Bogengänge sind alle gleich gebaut und bestehen aus einschichtigem Epithel und Spindelknorpel.

Das perilymphatische Gewebe.

Das perilymphatische Gewebe erfüllt den Raum zwischen der Ohrkapsel und dem häutigen Labyrinth und verbindet beide miteinander. Er besteht aus einem Flechtwerk feiner lockere Bindegewebsfasern, welche in verschiedenen Richtungen verlaufen und sich miteinander verbindend ein weitmaschiges Netz bilden. In den Knotenpunkten des letzteren liegen rundliche oder länglich-ovale Kerne; die Maschenräume werden von Perilymphe ausgefüllt, welche am gehärteten Präparate als eine fein-granulierte Masse erscheint. Auch sind hier zahlreiche Schnittflächen kleiner Blutgefäße zu finden.

In dem perilymphatischen Gewebe findet sich ein gut begrenzter Hohlraum, Ductus endolymphaticus, welcher an der medialen Seite des Sacculus liegt und durch das Foramen rotundum mit der Schädelhöhle communiciert. Er besteht aus einer bindegewebigen Grundlage und einer auskleidenden Endothelschicht.

Kyoto, am 15. Juli 1906.

Litteraturverzeichnis.

1. Kuhn, Über das häutige Labyrinth der Amphibien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XVII. 1879—1880.
 2. Osawa, Cr., Beiträge zur Anatomie des japanischen Riesensalamanders. Festschrift f. Prof. K. Taguchi. Tokio 1899.
 3. Retzius, G., Zur Kenntnis des inneren Gehörorgans der Wirbeltiere. Arch. f. Anat u. Phys. Anat. Abt. Jahrg. 1880.
 4. — Das Gehörorgan der Wirbeltiere. I. Das Gehörorgan der Fische und Amphibien. Stockholm 1881.
 5. Wiedersheim, R., Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Jena 1902.
 6. — Kopfskelet der Urodelen. Morphol. Jahrb. Bd. 3.
-

Figurenerklärung.

Tafel 26/28.

Fig. 1. Linkes häutiges Labyrinth, von innen. 10fache Vergrößerung.

Fig. 2. Linkes häutiges Labyrinth, von aussen. 10fache Vergrößerung.

Fig. 3. Linkes häutiges Labyrinth, von oben. 10fache Vergrößerung.

Amp. a. Ampulla anterior. Amp. l. Ampulla lateralis. Amp. p. Ampulla posterior.
C. s. a. Canalis semicircularis anterior. C. s. l. Can. semic. lateralis. C. s. p.
Can. semic. posterior. D. end. Ductus endolymphaticus. Lag. Lagena. N. ac.
Nervus acusticus. P. bas. Pars basilaris. P. neg. Pars neglecta. R. ut. Recessus
utriculi. Sac. Sacculus. S. s. Sinus superior utriculi. S. p. Sinus posterior
utriculi. Ut. Utriculus.

Fig. 4. Längsschnitt des Ductus endolymphaticus. D. end. Ductus endo-
lymphaticus. Sac. Sacculus. Sp. k. Spindelknorpel. Ut. Utriculus.

Fig. 5. Frontalschnitt durch die Mitte des Foramen utriculo-sacculare.
a. R. Äusserer Rand. F. u. s. Foramen utriculo-sacculare. i. R. Innerer Rand.
M. neg. Macula neglecta. per. G. perilymphatisches Gewebe. Ut. Utriculus.

Fig. 6. Durchschnitt der Macula acustica sacculi. Bl. z. Blutzellen. Här.
Härchen. H. z. Hörzellen. K. z. Knorpelzellen. M. lim. Membrana limitans.
n. Ach. Nackte Achsencylinder. N. f. Nervenfasern. Sp. k. Spindelknorpel.
S. z. Stützzellen.

AUS DEM HISTOLOGISCHEN LABORATORIUM DER KAISERLICHEN MILITÄR-MEDIZ.
AKADEMIE IN ST. PETERSBURG.

ÜBER DIE
VERÄNDERUNGEN DER EIER IN DEN ZUGRUNDE
GEHENDEN GRAAFSCHEN FOLLIKELN.

VON

W. RUBASCHKIN,
ST. PETERSBURG.

Mit 10 Figuren auf den Tafeln 29/30.

Es ist bekannt, dass während der Ovulationsperiode, möglicherweise auch während der Ovulationszwischenperioden die zahlreichen Follikel dem Reifungsprozesse unterworfen werden wobei die Zahl der letzteren immer grösser ist, als die vom beobachteten Tiere gewöhnlich bei der Ovulation austossender Eier; so ist z. B. bei dem Meerschweinchen, an dem die weiter, dargelegten Beobachtungen gemacht worden sind, die Zahl der sprungreifen Follikel und Eier bedeutend grösser als die der gewöhnlich abgesonderten Eier. Die Zahl der im Eileiter eines Meerschweinchens sich befindenden Eier, oder, was dasselbe ist, die Zahl der frischen Corpora lutea, die sich in jedem Eierstocke befinden, schwankt zwischen 1 und 3. Die reifenden Follikel aber, ebenso wie die im letzten Stadium der Reifung (die Bildung der Richtungskörperchen) sich befindenden Eier erreichen ein bedeutend grösseres Quantum, oft steigt sogar die Zahl derselben in je einem Eierstock zu mehreren Zehnern. Alle diese Follikel, welche während der Ovulationsperiode nicht geplatzt sind, erfahren eine Rückbildung, wobei sich dieser Prozess sowohl auf das Follikel selbst, als auch auf das in demselben sich befindende Ei erstreckt; im letzteren treten dabei ausserordentlich charakteristische und eigentümliche Veränderungen auf.

Bei der Untersuchung von Eiern der atretischen Follikel findet man unter denselben solche, deren Protoplasma in zwei, vier resp. mehrere kleine Teile geteilt ist, als ob sie im gewissen Stadium der Furchung wären, mit mehreren Furchungskugeln,

Blastomeren. In denjenigen Fällen, wenn das Ei in zwei Teile geteilt ist, kann jeder derselben einen Kern enthalten; besteht aber das Ei aus mehreren Teilen, so werden nur in einigen von ihnen Kerne verschiedener Grösse beobachtet.

Solche Bildungen sind bereits seit längerer Zeit bekannt. Schon Pflüger (1) hat die geteilten Eierstockleiter beobachtet. Hierauf hat Schulin (2) die Eier im Eierstock der Ratte beschrieben, deren Dotter in kernhaltige Furchungskugeln geteilt wurde. Später hat Henneguy (3) ähnliche Eier beobachtet und erklärte ihre Entstehung durch unvollkommene Furchungsteilung des Eies, obgleich es ihm nicht gelungen ist, genauere Beobachtungen dieses Prozesses anzustellen.

Besonders interessant sind in dieser Beziehung die Forschungen von Rabl (4) und Spuler (5), denen es gelungen ist, zu zeigen, dass sich im Centrum eines atropischen Eies eine karnokyetische Figur befindet, die mit derjenigen der Furchungsteilung eines sich normal entwickelnden befruchteten Eies grosse Ähnlichkeit aufweist. Gestützt auf diese Beobachtungen nehmen Rabl und Spuler an, dass die Eier an den zu Grunde gehenden Follikeln, selbst ohne Befruchtung, eine Fähigkeit zu progressiven Prozessen, d. h. zu einer weiteren, wenn auch beschränkten Entwicklung besitzen. Man betrachtete, mit anderen Worten, diese Fähigkeit des unbefruchteten Eies zur Bildung einer mitotischen, der Furchungsteilung ähnlichen Figur, als Beweis für die Fähigkeit des Eies eines Säugetieres zur pathologischen Entwicklung und nahm die geteilten Eier der atretischen Follikel als einen Fall der Parthogenesis an.

Gegen diese anscheinend wahrscheinliche Voraussetzung sprach nur folgender Umstand: keinem von diesen Forschern ist es jemals gelungen, den ganzen Prozess der Furchungsteilung solcher Eier zu beobachten, was nur uns die Möglichkeit geben könnte, mit einer gewissen Bestimmtheit festzustellen, was wir in diesem Falle vor uns haben. Alle diesbezüglichen Beobach-

Fig 1

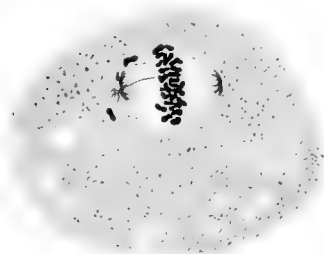


Fig 2

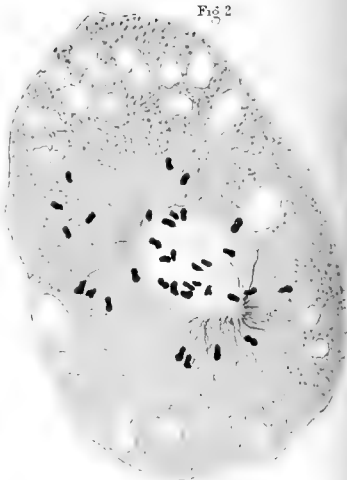


Fig 3

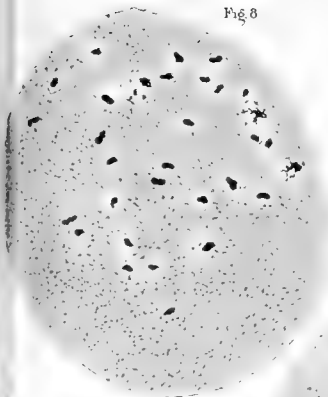


Fig 4

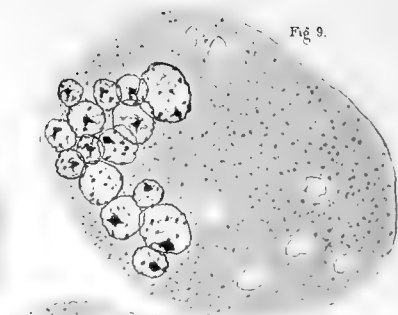


Fig 5

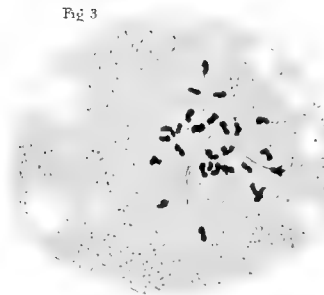


Fig 6

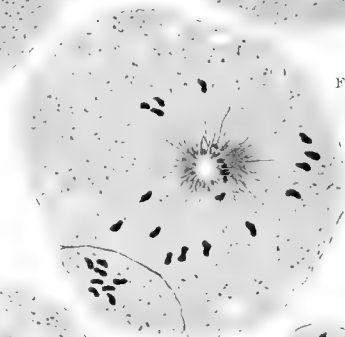


Fig 7

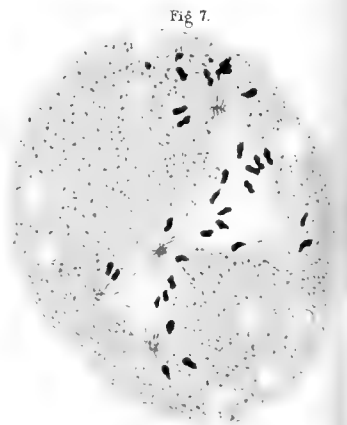


Fig 8

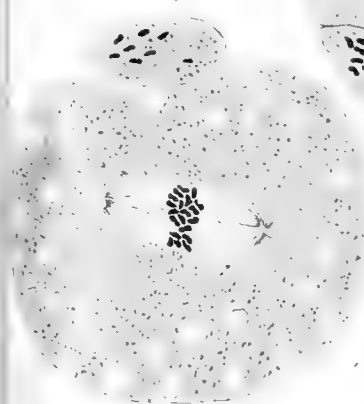


Fig 9

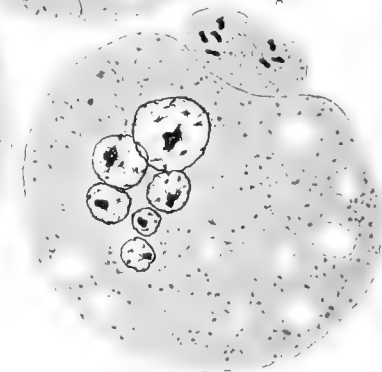
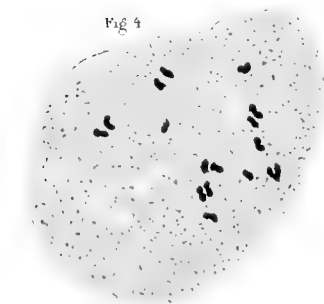


Fig 10



tungen bezogen sich nämlich nur auf zwei extreme Teilungsperioden: einerseits werden die Anfangsphasen der Teilung das sogenannte Spindel- oder Äquatorialplattestadium — der Beobachtung unterworfen, — andererseits — nur das Resultat des ganzen Prozesses — das geteilte Ei, während die Zwischenstadien, wie z. B. verschiedene Diasterphasen, die Bildung der Tochterkerne u. s. w. werden ganz aus dem Kreise der Beobachtung ausgeschlossen. Dieser Umstand entzog den Anschauungen von Henneguy, Rabl und Spuler ihre volle Überzeugungskraft und stiess auf Einwendungen seitens anderer Forscher. So z. B. bestreiten Sobotta (6) und Bonnet (7) vollständig die Fähigkeit des Eies eines Säugetieres zur pathologischen Entwicklung und betrachten die geteilten Eier atretischer Follikel, als einfache Fragmentationserscheinungen — als Dotterzerfall.

Infolgedessen ist es von Interesse, den Veränderungen der Eier in den zu Grunde gehenden Follikeln mit möglicher Genauigkeit nachzuforschen und festzustellen, ob sie den Forschungsprozessen des Eies entsprechen. Letzteres wäre um so wichtiger, da man noch keine parthogenetische Entwicklung eines in der Tuba sich befindenden Eies beobachtet hat, wenn man von den zwei alten und auch nicht ganz genauen Beobachtungen von Bischoff (8) und Hensen (9) absieht. Sobotta (10), der zahlreiches Material zur Verfügung hatte, weist darauf hin, dass die unbefruchteten Mäuseeier bis zum vierten Tage nach der Ovulation ungeteilt bleiben, während die befruchteten zur selben Zeit schon das vielzellige Stadium erreichen.

Die hier dargelegten Ergebnisse sind durch Beobachtungen an Meerschweinchen, die während der Anfangsstadien der Schwangerschaft (von einigen Stunden bis zu drei Tagen) getötet wurden, gewonnen.

In den Eiern, die in dem Stadium der ersten Richtungsteilung von der Atrophie angegriffen sind, erblickt man, wie es Rabl und Spuler beschreiben, eine karyokinetische Figur in

Form einer Spindel, welche sich von der Richtungsspindel normaler Eier durch ihre grosse Dimensionen, durch die Anwesenheit der Polstrahlen und durch ihre viel tiefere Lage unterscheidet. Diese Lage der Teilungsfigur in den Centralteilen des Eies hat dazu Anlass gegeben, sie als Centralspindel zu bezeichnen. Die Benennung ist aber schon darum sehr unpassend, weil die Spindel oft nicht im Centralteil des Eies liegt, und auch besonders darum, weil man unter der Bezeichnung „Centralspindel“ eine ganz andere im mitotischen Prozesse entstehende Bildung zu verstehen gewohnt ist. Darum würde es viel bequemer sein, die karyokinetische Figur der atrophischen Eier — als „atrophische Spindel“ zu bezeichnen, was ebenso dem Charakter der Eier selbst, als auch der unten noch auszuführenden Bedeutung der Spindel genauer entspricht.

Zunächst entsteht natürlich die Frage von der Abstammung dieser atrophischen Spindel, worüber die Anschauungen noch nicht mit genügender Bestimmtheit feststehen. Nach Rabl kann die Figur atrophischer Eier unmittelbar aus dem Keimbläschen des Eies entstehen, wobei sich eine volle Spindel bildet, die, nach Rabl als eine Spindel der parthogenetischen Furchungsteilung des Eies betrachtet werden muss; oder sie nimmt die Form einer Halbspindel an, wie sie R. Hartwig bei der parthogenetischen Furchung der Eier der Seeigel beschrieben hat. Dieselbe Ansicht vertritt auch Spuler, der die Entstehung des karyokinetischen Prozesses in den atrophischen Eiern, die noch das erste Polkörperchen nicht ausgestossen haben, durch den erregenden Einfluss der Degenerationsprodukte des Follikelepithels erklärt, welche als Erreger der Teilung betrachtet werden, wie es auch bei der künstlichen Parthogenese der Fall ist. Der mitotische Prozess entsteht nach Spuler in den noch nicht ganz reifen Eiern und erfolgt nicht nach dem Typus der Richtungsteilung, sondern ganz anders, nämlich der Natur des unreifen Eies entsprechend. Wenn aber der atrophische Prozess

reife Eier angreift, so „führen die Prozesse zunächst zur Bildung von einem resp. zweier Richtungskörperchen, woran sich, wenn zur gegebenen Zeit keine Befruchtung stattfindet, der Anfang einer parthogenetischen Entwicklung schliessen kann“. (Spuler, S. 112). Sobotta, dessen Meinung sich auch Bonnet anschliesst, betrachtet die in den atrophischen Eiern stattfindende Teilungsfigur als eine veränderte Richtungsspindel.

So viel ich nach meinen Präparaten urteilen kann, müssen hier die beiden Arten von der Abstammung der atrophischen Spindel in Betracht gezogen werden. Sie kann sich primär aus dem Keimbläschen bilden, kann aber auch eine Modifikation der schon vorher entstandenen Spindel vorstellen.

In einigen atrophischen Eiern kann man schon in den ersten Stadien des mitotischen Prozesses Kerne finden, nämlich in den Stadien der Chromosomenbildung innerhalb des Kernes. Ferner trifft man solche Eier, in denen sich nur der Prozess der Spindelbildung abspielt bei der Beibehaltung der Kernhülle. Im allgemeinen kann ich Rabl's Beschreibungen über die frühzeitigen Stadien des mitotischen Prozesses in atrophischen Eiern durchaus bestätigen. Die auf oben beschriebene Art entstehende atrophische Spindel erfährt vom Anfang an eine charakteristische Form, welche sich durch einen grossen Durchmesser auszeichnet. Doch muss erwähnt werden, dass sie nicht immer Polstrahlen besitzt, die auf den jungen atrophischen Spindeln ganz fehlen (wie z. B., wenn die Kernmembrane noch nicht ganz verschwunden ist). Es giebt an den Polen der atrophischen, ebenso wie auf denjenigen der Richtungsspindel, keine Sphären. Dieselbe bilden sich, wie es unten noch zu zeigen sein wird, viel später.

Die verschiedene Lage der entstandenen mitotischen Figur hängt von der jeweiligen Lage des Keimbläschens am Anfang des Prozesses ab; da aber das letztere in den zur Richtungsteilung bereiten Eiern sich stets in den oberflächlichen Teilen

des Eies befindet, so trifft man hier meistens auch die aus ihm entstandene atrophische Spindel an.

Man darf aber nicht ausser Acht lassen, dass weit nicht alle im Stadium des Keimbläschens sich befindenden Eier zum oben beschriebenen mitotischen Prozesse fähig sind. Unter den atrophischen Eiern findet man, selbst im späteren Stadium, wenn das ganze Follikel schon mit Bindegewebe ausgefüllt ist und schon der Zerfall des Eies beginnt, auch solche, die einen unveränderlichen ruhenden Kern — ein Keimbläschen — enthalten. Augenscheinlich ist eine bestimmte, den Endstadien sich nähernde Reife des Eies notwendig, um dasselbe zum mitotischen Prozesse fähig zu machen; die Atrophie der Eier aber, welche vom atrophischen Prozesse vor Beginn dieses Zustandes angegriffen sind, erfolgt ohne jegliche Kernveränderung, ohne Spindelbildung. Man könnte annehmen, dass nur diejenigen Eier, welche von der Atrophie noch in den Anfangsstadien der ersten Richtungsteilung angegriffen sind, die Fähigkeit zur Bildung einer atrophischen Spindel besitzen, mit anderen Worten, dass es sich hier um eine Fortsetzung der einst im atrophischen Ei begonnenen Mitose handelt. Wäre es so, so könnte man nicht annehmen, dass die auf solche Art entstandene Figur der Mitose einen anderen als den der Richtungsteilung entsprechenden Weg durchgemacht hat und dass sie etwas anderes, als eine veränderte Richtungsspindel ist. Es lässt sich aber aus dem Charakter der Chromosomen der sich gebildeten atrophischen Spindel schliessen, dass letztere ihrer Zusammensetzung nach nahe der Richtungsspindel steht. Die Chromosomen der atrophischen Spindel unterscheiden sich von allen Chromosomenformen, welche bei jeder, nur nicht bei der Richtungsteilung zu beobachten sind, durch ihre kleine Grösse, ihre eigentümliche Gestalt und entsprechen vollständig den Chromosomen der Richtungsteilung.

Aus diesem Grunde kann ich mich nicht der Meinung Spulers anschliessen, dass wir es hier mit der Teilung von

unreifen Eiern zu tun haben, deren mitotischer Prozess nicht nach dem Typus der Richtungsteilung erfolgt. Gleichviel ob die atrophische Spindel unmittelbar aus dem ruhenden Kerne unter dem Einflusse der von Spuler angenommenen Einwirkungen entsteht, oder sich nur in den Eiern mit der schon vor der Atrophie begonnenen Mitose bildet, ist das Resultat des Prozesses in beiden Fällen dasselbe; es entwickelt sich eine der Richtungsteilung analoge Spindel.

Es ist schwer zu sagen, wie weit diese Entstehungsart der atrophischen Spindel verbreitet ist, jedenfalls aber ist sie nicht die einzige. Die Zahl der von der Atrophie im Stadium der vollständig gebildeten ersten Richtungsspindel angegriffenen Eier ist viel grösser; dies lässt sich auch durch die Menge der zu den atrophischen Follikeln gehörenden Eier, die schon eine fertige erste Richtungsspindel besitzen, bestätigen. In diesen Fällen handelt es sich vom Anfang an um Versenkung der Richtungsspindel in die Tiefe des Eies, in der Richtung zu seinem Centrum. Man kann in einer ganzen Reihe von Präparaten ihre verschiedene Lage im Ei beobachten; sie kann dabei, wie es auch bei der unmittelbar aus dem Keimbläschen entstandenen der Fall ist, nicht die Centralteile des Eies erreichen, sondern auf einer bestimmten Tiefe stehen bleiben und schon hier verschiedenen Veränderungen unterworfen werden. Dass wir es hier mit einer sinkenden Richtungsspindel zu thun haben, lässt sich leicht nach ihrer am Anfang des Prozesses noch beibehaltenen Form feststellen, welche durch einen kleinen Durchmesser, im Vergleich zu der stark entwickelten atrophischen Spindel charakterisiert werden kann.

Die karyokinetische Figur also, welche in den atrophischen Eiern zu beobachten ist, die noch das erste Richtungskörperchen nicht ausgestossen haben, kann entweder unmittelbar aus dem Keimbläschen entstehen oder eine versenkte Richtungsspindel

darstellen. Es ist aber unmöglich, zwischen diesen beiden Fällen eine prinzipielle Grenze festzustellen: wie im ersten, so auch im zweiten Falle ist die karyokinetische Figur, die atrophische Spindel — eine der Richtungsspindel identische Bildung.

Die ersten Veränderungen, welchen die atrophische Spindel unterworfen wird, bestehen in einer Veränderung der Verteilung ihrer achromatischen und chromatischen Bestandteile und sind für das Verständnis aller nachfolgenden Veränderungen der atrophischen Eier von sehr grosser Wichtigkeit. Morphologisch kennzeichnen sich diese Veränderungen durch das Auftreten der sogenannten Polstrahlungen an den Polen. Diese können sich sehr früh bilden, wie es aus den Beobachtungen Flemmings zu ersehen ist, welcher sie auf den Richtungsspindeln der den Follikeln in frühen Atrophiestadien gehörenden Eier beschrieben hat. Rabl und Spuler fassen diese Spindelpolstrahlung der atrophischen Eier, als „echte Polstrahlen“ auf, was auf die Anwesenheit von Centrosomen hinweist. Spuler hat sogar die Centrosomen an den Polen der atrophischen Spindel gezeichnet. Wenn man die Existenz einer echten Polstrahlung in der atrophischen Spindel, resp. der Centrosomen und Sphären anerkennt, so führt dies zum Schluss, dass diese Mitose nach dem allgemeinen Typus derselben organisiert und zur weiteren normalen Entwicklung fähig ist.

Die Polstrahlung einer wenig veränderten Spindel erscheint als eine kaum sichtbare sphärenähnliche Bildung an den Polen derselben. Im Centrum einer solchen Strahlung findet man manchmal einen hellen, dem Centromosenhofe an den Polen der normalen Mitose ähnlichen Hof. Dieses Bild macht den Eindruck, als ob hier ein Streben zur sphärenähnlichen Gruppierung des Protoplasmas an den Polen der Spindel zu finden sei. Diese sphärenähnlichen Bildungen entwickeln sich nicht weiter, treten bald zurück und sind in den tief im Ei liegenden, resp. alten atrophischen Spindeln gar nicht mehr zu bemerken. An Stelle

dieser feinen Strahlung bildet sich eine ganz andere Art derselben, die aus ziemlich groben, scharf bezeichneten Fasern besteht.

Die dazu gehörenden Veränderungsphasen der Spindel sind auf den Figuren 1 und 2 dargestellt.

Im ersten Ei in seinen mittleren Schichten befindet sich eine grosse, breite Spindel, in deren Durchmesser kleine Chromosomen gelagert sind.

Die achromatischen Fasern, welche in einer normalen Spindel saitenähnlich zwischen den Polen und dem Äquator gezogen sind, fangen an, ihre Lage teilweise zu verändern. Einige von denselben trennen sich scheinbar von der Spindel auf die Seite hin und nehmen eine mehr horizontale Lage an, wie es auf einem Pole der dargestellten Spindel zu sehen ist. Es ist hier die früheste Periode der Abspaltung der achromatischen Fasern dargestellt worden, und man sieht am Pole nur einige freie, zum Protoplasma des Eies gehende Fäden. Bald nach den achromatischen Fasern beginnen allmählich auch die einzelnen, mit ihnen verbundenen Chromosomen ihre Lage zu verändern. Die meisten von ihnen befinden sich noch beim Äquator, während die anderen schon ausserhalb der Spindel, isoliert im Dotter des Eies, liegen.

In einem späteren Stadium (Figur 2) tritt dieser Absplittungsprozess der achromatischen Fäden in einer noch viel schärfer ausgedrückten Form auf. Im Vergleich zu dem Vorhergehenden ist in diesem Stadium die ganze Figur sehr verändert. Der grösste Teil der achromatischen Fasern hat sich schon von der Spindel abgesondert, und nur wenige derselben haben ihre frühere Meridionallage beibehalten, weshalb die Spindel selbst bleich und die Zahl der in ihr enthaltenen achromatischen Fasern sichtlich kleiner geworden zu sein scheint. Von den Spindelpolen gehen nach verschiedenen Richtungen Fasern aus, wobei man keinen Eindruck einer mehr oder weniger regel-

mässigen Strahlung mehr erhält. Einige Fasern splintern sich nur auf einer gewissen Strecke ab, so dass ein Teil derselben mit der Spindel verbunden bleibt; dann entstehen gebogene Fasern, die nicht aus den Polen, sondern aus irgend einer anderen Stelle der Spindel ihren Ausgang nehmen, wodurch die Teilungsfigur noch complizierter erscheint.

Es ist mir niemals gelungen, eine so regelmässige Strahlung, Mantelfasern, zu beobachten, wie sie Spuler z. B. auf der Zeichnung 11 darstellt, und es fällt indessen schwer, zu sagen, ob man die obenbeschriebene Strahlung der atrophischen Spindel, mit derjenigen, welche Spuler sah, als identisch betrachten kann. Die Strahlen der atrophischen Spindel zeichnen sich durch ihre gewisse Dicke, Schärfe und sehr unregelmässige Richtung aus. An den Polen der Furchungsspindel der Säugtiere fehlt solch eine Strahlung, und diejenige der atrophischen Spindel besitzt in diesem Falle eine viel grössere Ähnlichkeit mit den Sphären der Teilungsfiguren in den Blastomeren der Amphibien.

Jedenfalls darf man nicht die an den Polen der Spindel sich entwickelnde Strahlung für echte Polstrahlen halten, darf sie auch nicht als identisch mit der Sphäre während der Eifurchung betrachten und darin einen Beweis dafür erblicken, dass die Mitose des atrophischen Eies nach dem Typus der normalen Teilung organisiert ist und daher ein normales Resultat in Form der Eifurchung geben wird. Die Strahlung entsteht hier sekundär durch die Absplitterung der achromatischen Fasern der Spindel und unterscheidet sich dadurch wesentlich von den an den Polen der Furchungsspindel sich primär bildenden Sphären. Das Auftreten der Strahlung an der atrophischen Spindel ist die erste Folge der Veränderung ihres Baues, die durch den atrophischen Prozess hervorgerufen wird und hat daher eine ganz andere Bedeutung, indem sie zur Zerstreuung der Chromosomen im Ei führt.

Gleichzeitig mit der Lageveränderung der achromatischen Spindelfasern findet auch, wie es oben erwähnt ist, die Lageveränderung der Chromosomen der Mitose statt. Schon im frühesten Stadium (Figur 1) konnte man sehen, dass auf den abgesplitterten Fasern zwei kleine Chromosomen liegen. Je mehr sich die Veränderung in der Anordnung der achromatischen Spindelfasern entwickelt, um so grössere und grössere Zahl der Chromosomen folgt ihren Fasern und entfernt sich vom Äquator der Spindel. In dem Zustande des Eies der auf der Figur 2 und 3 dargestellt ist, liegen viele Chromosomen schon ausserhalb der Spindel, indem sie sich nach allen Richtungen im Ei zerstreuen. Es bildet sich daher eine karyokinetische Figur von einer eigentümlichen Form, die sich durch achromatischen Fasern, welche nach allen Richtungen auseinander gehen und höchst unregelmässig zerstreute Chromosomen charakterisieren lässt. Einige derselben, welche den achromatischen Fasern, die ihre frühere Richtung beibehalten haben, entsprechen, liegen noch in dem Gebiete des noch erhaltenen Spindeltheiles; die übrigen, ihren chromatischen Fasern folgend, werden im ganzen Protoplasma des Eies zerstreut.

Im Endstadium (Figur 4), welches das Resultat dieser Ei-Veränderungen darstellt, findet man im Ei keine Spur mehr von einer regelmässigen karyokinetischen Figur. Die achromatischen Fasern gehen nach allen Richtungen auseinander, lagern sich ohne ein bestimmtes System einzuhalten und überall liegen die Chromosomen entweder isoliert oder in kleinen Gruppen.

Rabl und Spuler, welche die Mitosen in den atrophischen Eiern dargestellt haben, haben in den Strahlen dieser Mitosen keine Chromosomen zerstreut gesehen. Thatsächlich beobachtet man verhältnismässig oft Mitosen mit scharfentwickelter Strahlung, aber ohne Zerstreung von Chromosomen. Dies wird begreiflich, wenn man sich nur daran erinnert, dass weit nicht alle achromatischen Spindelfasern in Verbindung mit Chromosomen stehen;

mehrere davon sind freie, mit den Chromosomen nicht verbundene Fasern. Es kann augenscheinlich zunächst eine Absplitterung der Fasern letzterer Art eintreten, was zur Bildung einer Strahlung ohne Zerstreung der Chromosomen führt. In den späteren Veränderungsstadien der Spindel, welche im allgemeinen nicht sehr oft zu beobachten sind, wahrscheinlich infolge ihres raschen Verlaufes beginnt, auch die Absplitterung der achromatischen, mit den Chromosomen verbundenen Fasern, der sogen. Zugfasern, die die Chromosomen mit sich ziehen.

Die Endstadien, d. h. die zum Ende gelangte Zerstreung der Chromosomen, kommen viel öfter vor; Rabl und Spuler haben den auf der Figur 4 dargestellten ähnliche Eier beobachtet, obgleich diese Darstellungen sich eigentlich auf Eier im späteren Stadium der Reife, nachdem sie schon das erste Polkörperchen ausgestossen haben, beziehen.

Die oben beschriebenen Erscheinungen beziehen sich auf Eier im ersten Stadium der Richtungsteilung. Der atrophische Prozess kann sie aber auch in viel späteren Reifestadien angreifen, nämlich nach der Ausstossung des ersten Richtungskörperchens. Ich habe keine Gelegenheit gehabt, zu beobachten, dass die atrophischen Änderungen schon mit dem Moment begonnen haben sollen, als das Ei das erste Körperchen ausgestossen hat und die zweite Spindel noch keine Formierung erhalten hat. In allen Fällen, in denen die erste Richtungsteilung schon stattgehabt hat, verharrt augenscheinlich der nachgebliebene Teil der ersten Spindel nicht im Zustande der „Halbspindel“, wie es Rabl annimmt, sondern verläuft der Norm analog, d. h. bildet eine zweite Richtungsspindel.

Da die Zahl der die zweite Richtungsteilung erreichenden Eier viel zu klein ist, so ist es auch dementsprechend viel schwerer, die Veränderungen der die zweite Spindel enthaltenen Eier zu betrachten, und gelingt es nicht, in dieser Hinsicht die-

selbe Genauigkeit, wie es für die Eier erster Kategorie der Fall ist, zu erreichen.

Ich habe hier zwei Eier mit einem ausgestossenen ersten Körperchen dargestellt. Auf der Zeichnung 5 sehen wir im Centrum des Eies eine Spindel liegen, derer Chromosomen sich an ihrem Äquator befinden. An den Polen sieht man dicke Fasern von einer unregelmässigen Richtung. Einige derselben stellen gebogene Fasern dar, ganz analog denjenigen, die bei der Beschreibung der ersten Spindel näher behandelt wurden.

Die Anfangsphasen der Zerstreuung der Chromosomen ist es mir nicht gelungen zu beobachten; in den von mir beobachteten Fällen führte die Strahlungsbildung keine Entfernung der Chromosomen vom Äquator mit sich. Man muss annehmen, dass wir in den der Beobachtung unterworfenen Eiern diejenigen Veränderungsstadien vor uns gehabt haben, in denen sich nur die „freien“ Fasern absplittern. Dass der Absplitterung dieser Fasern auch die der Zugfasern mit ihren Chromosomen folgt, dafür finden wir einen Beweis darin, dass im unmittelbar folgenden Stadium sich dieselbe Zerstreuung der Chromosomen, die auch in den Eiern der ersten Kategorie stattgehabt hat, feststellen lässt (Figur 6).

Das Ei der Figur 6 bietet ein gewisses Interesse noch in der Hinsicht, dass es auch den Mechanismus dieser Zerstreuung der Chromosomen etwas aufklären kann. Wir sehen hier zwei aneinander liegende Pole, von denen jeder als ein Centrum der nach allen Richtungen gehenden Strahlen erscheint. Der grösste Teil der Chromosomen ist im Ei zerstreut, eine gewisse kleinere Zahl derselben bleibt zwischen den beiden Polen liegen. Im nächstfolgenden Stadium liegen schon die Pole so nahe aneinander, dass es keine Möglichkeit mehr ist, sie genau zu unterscheiden. Es bildet also eine monocentrische Form der Mitose, wobei alle achromatischen Fasern nur aus einem einzigen Centrum ausgehen, die Chromosomen aber im Ei zerstreut sind.

Aus oben Gesagtem folgt also, dass der Veränderungsprozess der von der Atrophie sowohl während der ersten, als auch der zweiten Richtungsteilung angegriffenen Eier derselbe ist; in beiden Fällen sind die Anfangsphasen der Veränderungen (Bildung der Centralspindel, Absplitterung der achromatischen Fasern) und die Schlussresultate (Zerstreuung der Chromosomen gleich.

Auf Grund des oben Auseinandergesetzten kann man sich ein allgemeines Bild des Veränderungsprozesses, dem die Spindel der atrophischen Eier unterworfen ist, machen. Der ganze Prozess basiert auf der Annäherung der Spindelpolen (Fig. 6) und auf der Veränderung in der Verteilung ihrer achromatischen Fasern. Augenscheinlich kommt diese Annäherung der Pole am Ende des Absplitterungsprozesses der achromatischen Fasern zustande, da in den früheren Stadien der Spindelveränderung eine solche gar nicht zu beobachten ist. Die Pole der Spindel nähern sich einander so, dass sie schliesslich aufeinander liegen. Die achromatischen Fasern splintern sich von der Spindel ab, gehen nach allen Richtungen auseinander und verändern ihre meridionale in eine tangential Lage; infolgedessen bildet sich die Figur der einzelnen Sphäre, der monocentrischen Mitose, die eigentlich eine von den Polen aus zusammengedrückte Spindel darbietet. Gemäss dem Ortswechsel der achromatischen Fasern der Spindel erfolgt auch die der Chromosomen, was als Resultat eine Zerstreuung der letzteren im ganzen Ei zur Folge hat.

Warum diese Annäherung der Pole stattfindet, worin die Ursache und die Gesetze dieser Erscheinung bestehen, ob es von der Absplitterung der achromatischen Fasern abhängt, oder umgekehrt diese Absplitterung als Folge der Annäherung der Pole zu betrachten ist, sind Fragen, die bis jetzt noch unbeantwortet bleiben müssen.

Wovon aber auch diese Veränderung des Kernes, resp. der

Eispindel abhängen mag, das eine kann man doch genau feststellen, dass sowohl in der ersten, als auch in der zweiten Richtungsspindel der atrophischen Eier keine Chromosomenteilung in zwei Tochtergruppen nach dem gewöhnlichen Teilungsmodus vor sich geht, sondern es entsteht in allen Fällen eine atypische Form der Mitose, mit isoliert oder in unregelmässigen Gruppen liegenden Chromosomen.

Die Veränderungen der atrophischen Spindel können auch auf einem anderen, als auf dem schon beschriebenen Wege stattfinden, wobei wir nämlich nicht nur die Absplitterung von der Spindel einzelner achromatischer Fasern, sondern auch ganzer Komplexe derselben beobachten können. Ein Teil der achromatischen Fasern trennt sich von der Spindel ab, zieht sich zur Seite, wobei die zu diesem Teile gehörenden Fasern in einem Punkte zusammenlaufen. Es bildet sich daher eine mehrpolige Figur mit drei und noch mehreren Polen. Ein Beispiel einer solchen dreipoligen Spindel wurde von mir (11) schon früher (Fig. 5, Taf. 51) dargestellt. Auf der beiliegenden Fig. 7. haben wir eine vielpolige Mitose vor uns, welche sich infolge der mehrfachen Absplitterung von Gruppen achromatischer Fasern gebildet hat. Die weiteren Veränderungen jedes Teiles einer solchen Mitose verlaufen ebenso, wie es bei der Spindelveränderung, die von keiner Abspaltung grösserer Teile derselben begleitet wird, der Fall ist. Die achromatischen Fasern eines jeden Teiles begeben sich ebenso zur Peripherie; ihnen folgen auch die Chromosomen, was eine Zerstreung der letzteren nach allen Richtungen zur Folge hat. Dergleiche Veränderungen habe ich nur in der ersten Richtungsspindel beobachtet.

Die nächstfolgenden Veränderungen, denen die im Protoplasma des Eies verteilten Chromosomen unterworfen sind werden den bei normaler Kernrekonstruktion stattfindenden Prozessen vollkommen analog sein.

Wie bei der normalen Zellteilung jede Tochterchromo-

some sich in ein Kernbläschen verwandelt, wobei sich eine Gruppe von Bläschen in Maulbeerenform bildet, so ist ebenso hier das gleich auf die Zerstreuung der Chromosomen folgende Stadium, die Verwandlung derselben in Kernbläschen.

Die Figur 8 stellt das Ei in diesem Stadium vor. Einige von den Chromosomen scheinen noch ganz unverändert zu sein, während der grösste Teil der anderen von einer kleinen Vacuole, den sogenannten primären Kernbläschen, umgeben werden. Hier finden wir einen treffenden Beweis für die Individualität der Chromosomen (Boveri).

In Abhängigkeit davon, welche Lage die zerstreuten Chromosomen annehmen, ob sie isoliert, mehr oder weniger nahe aneinander liegen, oder unregelmässige Gruppen bilden, entstehen dementsprechend entweder separat liegende primäre Kernbläschen, oder mehr oder weniger grosse Gruppen derselben.

In der weiteren Entwicklung vereinigen sich, dem normalen Kernrekonstruktionsprozesse entsprechend, kleine Bläschen zu viel grösseren (Fig. 9a, 10); die letzteren bilden, indem sie sich ebenfalls vereinigen, grosse Kernblasen. Aber weit nicht alle primären und sekundären Kernbläschen erreichen dieses letzte Stadium, d. h. die Bildung grosser Kernblasen, welche den Tochterkernen bei normaler Zellteilung entsprechen. Ein Teil der primären Bläschen, nämlich derjenigen, welche ganz separat voneinander liegen und folglich in der Nachbarschaft keine Bläschen haben, mit denen sie sich vereinigen könnten, verbleiben im Anfangsstadium der primären Bläschen; andere bewahren, nachdem sie die sekundären Kernbläschen gebildet haben, aus derselben Ursache diesen Zustand; andere wieder treten, ungeachtet aller augenscheinlich günstigen Bedingungen für die Bildung grosser Kernblasen, nicht in Vereinigung miteinander.

Es entstehen auf diese Weise am Ende des Prozesses höchst verschiedenartige Formen. Die eine Kategorie der Eier enthält

zwei grosse Kerne, während die anderen Eier einen grossen und mehrere kleine, und die dritten, mehrere Kernbläschen von verschiedener Grösse aufweisen.

Gleichzeitig mit der Bildung der Kerne, und manchmal früher, beginnt die Fragmentation des Eies. Dabei werden höchst verschiedenartige Formen, die den Ergebnissen der oben-erwähnten Forscher (Janosik, Henneguy, Rabl u. a.) entsprechen, beobachtet. In manchen Fällen wird nur der Peripherische Teil des Eies der Fragmentation unterworfen, während der übrige, grössere Teil desselben unfragmentiert bleibt. In den meisten Fällen aber fragmentiert das Ei in mehrere, teils kernlose, teils kernenthaltende Teile. Viel seltener kommt die Teilung des Eies in zwei symmetrische Hälften vor. Die letzteren Fälle bieten das grösste Interesse, da man in der Existenz der in zwei gleiche Hälften fragmentierten Eier den Beweis für die Fähigkeit der atrophischen Eier zur progressiven Entwicklung (Rabl, Spuler) sah. Die nähere Untersuchung solcher Eier ergiebt, dass diese Symmetrie derselben durchaus nicht immer eine vollkommene ist. Nur sehr wenige von den in zwei Hälften fragmentierten Eiern enthalten in jeder derselben einen gleich-grossen Kern. Solche Eier sind als Ausnahmen zu betrachten. Wenn dieser Eizustand eine gesetzmässige normale Erscheinung wäre, d. h. wenn die Veränderung des Kernes in den atrophischen Eiern immer die Teilung derselben in zwei symmetrische Hälften zur Folge hätte, so müssten wir solche Eier viel öfters, jedenfalls nicht seltener als die anderen Formen derselben antreffen. In der Tat gelingt es unter vielen (Zehnern) der atrophischen fragmentierten Eier ein, oder höchstens zwei solche, zwei symmetrische Hälften aufweisende, Eier zu finden. In den meisten Fällen sind die aus zwei Fragmenten bestehenden Eier sowohl in der Grösse der beiden Hälften, als auch, was besonders oft der Fall ist, in Bezug auf ihre Kerne asymmetrisch.

Es wird oft beobachtet, dass eine dieser Hälften einen

grossen Kern, die andere aber mehrere kleine enthält, oder dass in einer Hälfte der grösste Teil der Kernelemente, in Form mehrerer grossen und kleinen Kernbläschen vereinigt ist, während die zweite nur ein oder zwei primäre Kernbläschen enthält. Es kommen endlich auch solche Fälle vor, in denen nur die eine Hälfte zwei grosse oder mehrere Kerne verschiedener Grösse besitzt, die andere aber ein kernloses Fragment des Eies darbietet. Diese Veränderlichkeit in der Verteilung des Kernstoffes zwischen den in zwei Teile fragmentierten, atrophischen Eiern weist auf das Fehlen einer Gesetzmässigkeit auch in der Bildung der aus zwei symmetrischen Hälften bestehenden Eier hin.

Dasselbe bezieht sich auch auf die in viele Teile fragmentierten Eier. Diese Teile können auch sehr asymmetrisch sein und Kerne verschiedener Grösse und in verschiedener Zahl besitzen; einige dieser Teile können auch überhaupt gar keinen Kern enthalten.

Man kann sehr leicht die Entstehung der verschiedenen Formen der fragmentierten Eier begreifen, wenn man sich nur an die grosse Verschiedenartigkeit in der Gruppierung der Kernbläschen erinnert, die in den atrophischen Eiern stattfindet. In Abhängigkeit davon, ob sie nahe aneinander, oder auf einer bestimmten Entfernung lagern, ob das Ei mehrere zerstreute grosse oder kleine Kernbläschen enthalten hat, entstehen bei der Fragmentation Formen mit symmetrischen und asymmetrischen Hälften, mit grossen und kleinen Kernen oder überhaupt ohne Kerne. Die Bildung in manchen Fällen eines zweizellig-, in anderen eines vielzelligähnlichen Stadiums, etwa der Morula der normalen Eifurchung entsprechend, hängt von der Richtung der ersten Fragmentationsebene und davon ab, ob sich nur eine oder mehrere Ebenen auf einmal bilden werden.

Die mannigfaltigen, sich bei der Fragmentation bildenden Formen können also nur betrachtet werden als zufällige Erschei-

nungen, die vom Zustande des Kernes während der Eifragmentation abhängen. Die zweizellige symmetrische Form, der man so grosse Bedeutung zuschreibt, stellt nur eine, allen anderen asymmetrischen und vielzelligen analoge Form dar. Man muss daher die Meinung der Forscher, welche in dieser Form einen Beweis für die parthogenetische Entwicklung des Eies finden, als der Wahrheit nicht entsprechend, zurückweisen, und es bleibt nichts übrig, als sich der Ansicht anzuschliessen, welche die Eifurchung im Eierstock als eine regressive Erscheinung betrachtet (Sobotta, Bonnet).

Es bleibt unklar, was für einen Sinn und für eine Bedeutung alle der Fragmentation des Eies vorhergehenden Veränderungen seines Kernstoffes haben, Veränderungen, die sehr kompliziert und ohne Zweifel lebensfähiger Art sind. In dieser Hinsicht ist es schwer, ein bestimmtes Urteil zu fällen, aber man kann nur einige Voraussetzungen machen. Da die Veränderungen der Polspindel in den atrophischen Eiern erst nach der Epitheldegeneration stattfinden, so ist es möglich anzunehmen, dass denselben gewisse Veränderungen des Eiprotoplasma selbst vorangehen. Wie es noch Pflüger bemerkt hat, und später von Retzius und mir bestätigt wurde, besteht bei den normalen Eiern in den Graafschen Bläschen eine enge Verbindung zwischen dem Ei und den Epithelzellen der Corona radiata. Diese Verbindung kann, wie es viele annehmen, die Bedeutung eines Nährapparates für das Ei haben, dessen Verletzung eine Störung seiner normalen Lebensthätigkeit zur Folge hat. In den atrophischen Eiern fehlt diese Verbindung infolge der Zerstörung des Epithels der Corona radiata. Mag dies von der Verletzung dieser Verbindung oder noch von anderen Ursachen abhängen, jedenfalls sind im Eiprotoplasma der atrophischen Eier stets gewisse Degenerationserscheinungen zu bemerken. Hauptsächlich äussern sie sich in einer Bildung von Vacuolen, deren Zahl und Grösse in einigen Fällen sehr bedeutend sein

können. Infolge der Störung des normalen Zustandes des Protoplasmas verliert es vollständig oder nur teilweise ihre, für den Verlauf des karyokinetischen Prozesses regulierende Bedeutung, welche bei normalen Bedingungen im allgemeinen gross ist. Infolgedessen schliesst sich der schon begonnene mitotische Prozess auf eine ungesetzmässige, atypische Art ab und führt zur Bildung nicht von zwei Zellen (zwei Blastomeren oder einer Ovocyte und eines Polkörperchens), sondern einer vielkernigen Zelle, welche schon secundär der Fragmentation unterworfen wird.

Fassen wir die Ergebnisse der Arbeit kurz zusammen, so gelangen wir zum folgenden Schluss:

Die in den atrophischen Eiern beobachtete karyokinetische Figur ist keine solche der Eifurchung, sondern der Richtungsteilung.

Die Eier in den zugrunde gehenden Follikeln, welche vom atrophischen Prozesse im Stadium der Polteilung angegriffen sind, beenden die letztere auf eine atypische Art, wobei als Resultat die Zerstreuung der Chromosomen und die Bildung mehrerer Kerne im Ei erscheint.

Die darauffolgende Furchung des Eies in zwei oder mehrere Teile kann nicht als eine Erscheinung der Parthogenesis angesehen werden, sondern muss als eine Fragmentation desselben, vielleicht von einer postmortalen Art, betrachtet werden.

Litteraturverzeichnis.

1. Pflüger, Über die Eierstöcke der Säugetiere und des Menschen. Leipzig 1863.
 2. Schulin, Zur Morphologie des Ovariums. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 21. 1881.
 3. Henneguy, Sur la fragmentation parthénogénésique des ovules des mammifères pendant l'atrésie des follicules de Graaf. C. rend. hebdomad. de la fac. d. sc. T. 116 et c. rend. h. d. l. soc. de biologie. Sér. IX. T. 5. 1893.
 4. Rabl, H., Zur Kenntnis der Richtungsspindeln in degenerierenden Säugetiereiern. Sitzb. d. k. k. Akademie d. Wiss. 106. 1898.
 5. Spuler, Über die Teilungserscheinungen der Eizellen in degenerierenden Follikeln des Säugerovariums. Anat. Hefte 1901.
 6. Sobotta, Über die Bedeutung der mitotischen Figuren in den Eierstockeiern der Säugetiere. Festschr. d. phys.-med. Gesellsch. Würzburg 1899.
 7. Bonnet, Gibt es bei Wirbeltieren Parthogenesis? Ergeb. d. Anat. u. Entwickl. 1900. Bd. 9.
 8. Bischof, Sur la maturation et la chute periodique de l'oeuf etc. Ann. des sc. natur. 1844.
 9. Hensen, Über die Züchtung unbefruchteter Eier. Centralbl. f. d. med. Wiss. 1869.
 10. Sobotta, Die Befruchtung und Furchung des Eies der Maus. Arch. f. mikr. Anat. 1895.
 11. Rubaschkin, Über die Reifungs- und Befruchtungsprozesse des Meer-schweincheneies. Anat. Hefte 1905.
-

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 29/30.

Alle Zeichnungen sind unter $\frac{1}{12}$ Zeiss und Comp. Oc. 8 gemacht worden.

Fig. 1. Ein Ei mit der „atrophischen Spindel“. Das erste Stadium der Absplitterung der achromatischen Fasern und der Chromosomenzerstreuung.

Fig. 2. Ein Ei in etwas späterem Stadium. Die Chromosomen sind zum grössten Teil zerstreut.

Fig. 3. Ein Ei mit der fast vollkommenen Chromosomenzerstreuung.

Fig. 4. Die zerstreuten Chromosomen im Ei, das kein Richtungskörperchen gebildet hat.

Fig. 5. Eine centrally liegende „atrophische“ Spindel im Ei mit dem ersten Richtungskörperchen.

Fig. 6. Die zerstreuten Chromosomen im Ei mit dem ersten Richtungskörperchen.

Fig. 7. Die „atrophische“ mehrpolige Figur.

Fig. 8. Die Bildung der primären Kernbläschen im Ei ohne Richtungskörperchen.

Fig. 9. Die secundären Bläschen in einem gleichen Ei.

Fig. 10. Dasselbe im Ei mit dem ersten Richtungskörperchen.

AUS DEM ANATOMISCHEN INSTITUT FREIBURG I. BR.

ZUR ENTWICKELUNG

DER

GEFÄSSE IM AUGE DER FORELLE.

VON

ALBERT FREIHERR v. KITTLITZ,
FREIBURG I. B.

Mit 3 Abbildungen im Texte.

H. Virchow (13) schreibt anno 1900 in seinem Sammelreferat: „Fächer, Zapfen, Leiste, Polster, Gefäße im Glaskörperraum von Wirbeltieren, sowie damit in Verbindung stehende Fragen“:

„. . . für die Ausbreitung der Gefäße im Inneren des Auges sind, um die Grade der Homologien feststellen zu können, Untersuchungen nötig, welche die Anordnungen derselben bis auf die letzte Schlinge aufklären. Es sind nämlich erst solche Untersuchungen imstande, die jeweilige Stufe der morphologischen Differenzierung sicher zu stellen und es hat sich bei derartigen Untersuchungen stets gezeigt, dass schon viel früher, als man dachte, spezifische (nicht mehr indifferente) Anordnungen existieren.“

Die betreffenden embryologischen Arbeiten, die zum Teil recht viele und mühsame Einzeluntersuchungen erfordern, sind meist noch nicht gemacht. Aus den seit Verfassung des Referates verflossenen Jahren ist nur eine einzige, ausführliche Arbeit derart mir bekannt geworden, in der H. Fuchs die Augengefäße beim Kaninchen behandelt (2). Jede spezielle Behandlung des Themas an anderen Wirbeltieren steht noch aus.

So wird es eine dankbare Aufgabe sein, im folgenden einen Abschnitt aus der Geschichte der „tiefen Glaskörpergefäße“ von Teleostern zu beschreiben.

Das Material für meine Arbeit sind Bachforellen, von 10 mm Gesamtlänge an aufwärts. Dieselben wurden durchgehends lebend

in Zenker'scher Lösung fixiert, die jüngeren nach Herausnahme aus ihren Eischalen; der Dottersack wurde stets erst entfernt, nachdem seine Wandungen vollständig durchfixiert waren, um so jegliches Ausbluten zu vermeiden und eine möglichst vollständige Blutinjektion in den Gefäßen zu erhalten.

Zur Klarlegung der im folgenden beschriebenen Verhältnisse wurden Plattenmodelle in 100facher und 200facher Vergrößerung ausgeführt; in einzelnen Fällen wurden über besonders schwierig klarzulegende Stellen Ergänzungsmodelle in bis zu 400facher Vergrößerung hergestellt.

Die dazu erforderlichen Zeichnungen wurden, da bei der verhältnismässig sehr starken Vergrößerung für die feinsten Gefäße der Projektionsapparat versagte, mit Hilfe des Abbéschen Zeichenapparates und mittelst der Zeiss'schen Objektive A, C, DD (aeq. Brennweiten 15 — 7 — 4,3 mm) angefertigt.

Bei Wahl geeigneter Schnittrichtung konnte das Zusammenlegen der Platten ganz gewöhnlich leicht und einwandfrei erfolgen, wenn — zur Erzielung der 100fachen Vergrößerung — mit einer Schnittdicke von etwa 10 μ gearbeitet worden war.

Nur für die Region der „Augenblasennaht“¹⁾ und die aufsitzenden Blutgefäßverzweigungen — welche mich zunächst interessieren — versagte das typische Verfahren vollständig. Bei dem treppenartigen Bau des in der gewöhnlichen Weise hergestellten, stark vergrößerten Plattenmodelles ist es oft unmöglich, sicher zu entscheiden, welcher von mehreren in einer Platte dargestellten Gefässdurchschnitten auf einen bestimmten der vorigen Platte passen soll.

Und doch bleiben wir auf das Plattenmodellverfahren angewiesen, da Injektionen an derartig kleinen und zarten Objekten nicht wohl ausführbar sind.

Zunächst liegt der Gedanke, zur Beseitigung der Schwierigkeit mit möglichst vielen und möglichst dünnen Platten zu ar-

¹⁾ Ausdruck von Kessler. S. Litteratur Ang. 5.

beiten, dementsprechend mit Serien von höchstens 5 bis $7,5 \mu$ Schnittdicke: die technischen Schwierigkeiten, die sich der Anfertigung genügend gleichmässiger Serien von so dünnen Schnitten entgegenstellen, sind zu überwinden. Weit bedenklicher ist es, dass man microscopisch an so dünnen Schnitten oft nicht mehr in der Lage ist, mit der gehörigen Sicherheit Gefässdurchschnitte von sonstigen, relativ bedeutungslosen Lücken im Gewebe zu unterscheiden: denn die Gefässe sind an manchen Stellen so eng, dass nur eben einzelne Erythrocyten, längsgestellt, sie passieren können und die Endothelröhren sind oft beinahe unsichtbar fein. Je dünner nun die Schnitte sind, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit, in vielen der Gefässdurchschnitte kein Blut zu sehen, was ihre Auffindung sehr erschwert; und desto häufiger wird es vorkommen, dass man einzelne kurze, feine Anastomosen der Länge nach mit einem Messerzuge zer-spaltet, worauf sie dann oft auch in gut gefärbten Präparaten und mit den allerbesten optischen Hilfsmitteln wirklich kaum mehr nachzuweisen sind.

Ich bin deswegen schliesslich darauf gekommen, stärkere Schnitte, d. h. solche von 10 oder besser 15μ Dicke, prinzipiell vorzuziehen: man kann sich ja, wenn man mit starker Vergrösserung arbeitet, mit Hilfe der Micrometerschraube jeden solchen Schnitt weiter in eine grosse Anzahl optischer Schnitte zerlegen und in dieser Weise nicht ein flächenhaftes Bild, sondern eine körperliche Vorstellung von ihm gewinnen; man kann z. B. bei Schrägschnitten durch Gefässe ganz gewöhnlich, durch einige Erythrocyten auf die Stelle aufmerksam gemacht, die zwei einander nicht deckenden Ovale unterscheiden, mit denen das Endothelrohr an der Ober- und an der Unterseite des Schnittes vom Messerzuge durchsetzt wurde. Auch viel compliciertere Gestaltungen als der blosse, schräge Verlauf sind in dieser Weise gut und sicher zu erkennen: besonders die neue Berger'sche Micrometerbewegung bewährt sich dazu vorzüglich.

Es liegt gar kein Grund vor, dieses Körperlichsehen sich nicht bei der Herstellung des Modells zu Nutze zu machen, wo das typische Verfahren ausreichend sichere Resultate nicht giebt. Ich bin zu dem Zwecke in folgender Weise verfahren:

Aus den bis zu 6 mm (= $400 \cdot 15 \mu$) dicken Wachsplatten wurden zunächst die mittelst starker Trockensysteme (Objektive: Zeiss C oder DD) gezeichneten Gefässbilder ausgeschnitten, stets unter Berücksichtigung nur der grössten Konturen und mit senkrecht durch die Platte geführtem Messer. Dann wurden die betreffenden Stellen der Schnittserie mit Ölimmersion eingestellt, sorgsam der Tiefe nach durchmustert und danach frei modellierend jede einzelne Platte für sich plastisch durchgearbeitet. War dies geschehen, so liessen sich die Platten stets leicht und gut passend zusammensetzen.

Um nun ein Stück von der Geschichte der Gefässe im Glaskörperraum zu verfolgen, will ich die betreffenden Verhältnisse im folgenden an einigen ausgewählten Stadien meiner Entwicklungsreihe beschreiben. Ich beginne bei einem Fischchen, das — an Horizontalschnitten gemessen — 10 mm lang ist.

Der grösste horizontale (äquatoriale) Durchmesser seiner Augen beträgt 0,75, der senkrechte 0,60 mm; der in den entsprechenden Durchmessern 0,50 bzw. 0,40 ausgedehnte Glaskörperraum ist noch flach und fast spaltförmig zu nennen: der hintere Pol der kugelige Linse ist nur 0,05 mm weit von der Vorderfläche der Retina entfernt. Oberflächliche Glaskörpergefässe und Retinalgefässe giebt es so wenig, wie in irgend einem anderen Stadium. Das Gefässsystem der Iris besteht im wesentlichen aus einem einfachen Ring, in welchen, im Gebiete seines dorsalen Verbindungsastes mit der Chorioidea, ein flächenhaftes Netz eingeschaltet ist. Nur erst an einer einzigen Stelle, wenig rostralwärts von der genannten, zwischen dem dorsalen und dem rostralen Radiärgefäss, beginnt das circuläre Gefässsystem der Iris zwei Schichten zu zeigen.

Im Gebiete der Augenblasenspalte erscheint die Retina nach einwärts umgekrepelt; aus dem zwischen ihre beiden Lippen gefassten Spalt hat sich eine „Leiste“ (Processus falciformis) noch nicht in den Glaskörperraum weiter hinauf erhoben. Die „primäre Gefäßschlinge der inneren Augengefäße“ (13 und 5)¹⁾ läuft mit ihrem dorsalen, zuführenden Schenkel vom unteren Rande der Stelle des Sehnerveneintrittes distalwärts, den erwähnten, eingekrepelten Lippen der Retina aufliegend. So läuft das Gefäß bis zu der Stelle, an welcher der Accommodationsmuskel [Linsenmuskel (11) Retractor lentis (1), campanula Halleri (3)] sich bilden soll; sobald es diese Stelle erreicht hat, senkt es sich mit scharfer Biegung nach abwärts in die Spalte, zwischen die Retinalippen, ein, um in der Tiefe als ventraler (abführender) Schenkel zurückzulaufen. Vorher gibt es noch aus der konvexen Seite der genannten Biegung einen kurzen Spross ab, der an der Stelle, wo die Retinalippen sich nach der Pupille zu in die Höhe ziehen, sich zwischen diese hineindrängt. Ich sehe an der Stelle, über die hinaus ich das Endothelrohr nicht zu verfolgen vermag, oft in dessen anscheinend blindes Ende einen Erythrocyten eingekellt, ebenso wie das Fuchs in seiner Arbeit über die Entwicklung der Augengefäße beim Kaninchen (2) beschrieben hat. Aus diesem Sprossen wird später das Gefäß, das den Linsenmuskel mit Blut versorgt: die Anlage des Muskels liegt ihm schon jetzt unmittelbar an und besteht noch lediglich aus einer massiven Verdickung im distalsten Teile der vorderen, eingekrepelten Lippe der Retina, in welcher man noch überall deutlich epitheliale Anordnung der Zellen erkennt (7).

Es sitzt nun an dem dorsalen, zuführenden Schenkel dieser „primären Gefäßschlinge“ ein eigenartig gestalteter Komplex von

1) Wenn ich der Kürze und Einfachheit halber diese gebräuchliche Bezeichnung in solchem Sinne anwende, so bedarf es des ausdrücklichen Hinweises darauf, dass die Entwicklungsgeschichte des hier in Rede stehenden, schlechthin „primär“ genannten Gefäßes noch nicht bekannt ist.

Blutgefässen, welche im microscopischen Bild von Schnittpräparaten in ungefähr derselben Erscheinungsform sich zeigen, wie an Schnitten durch Warmblüterembryonen die in deren Glaskörper enthaltenen Gefässe. Man ist deshalb von vornherein geneigt, sie auch hier — an Fischen — schlechthin als „embryonale Glaskörpergefässe“ zu bezeichnen. Sicher ist ja auch der physiologische Zweck, den die Glaskörpergefässe bei Säugerembryonen zu erfüllen haben, dem ihrigen teilweise analog und wohl ganz analog, solange es bei Säugerembryonen noch keine Retinalgefässe giebt (6). Ich würde trotzdem die erwähnte Bezeichnung nicht für zweckmässig halten, weil von H. Virchow ein anderer Gefässkomplex in Fischeaugen häufig als „Glaskörpergefässe“ schlechthin bezeichnet wird: nämlich das Netz, das in flächenhafter Ausbreitung den Glaskörper an seiner Oberfläche umspinnt (10, 12). Er stellt zwar diese Gefässe als „oberflächliche“ den „tiefen“ gegenüber; weil es sich aber bei den fertigen Zuständen, die er beschreibt, immer nur um die ersteren handelt, kann er es aufgeben, die Gegensätzlichkeit immer wieder zu betonen. Solche oberflächlichen Gefässe, wie er sie schlechthin als „Glaskörpergefässe“ bezeichnet, giebt es im allgemeinen nur bei solchen Fischen, die keine wohlausgebildete Leiste besitzen — bei Salmoniden niemals. Ich will deshalb für die bei diesen vorkommenden, den vorigen morphologisch nicht gleichwertigen Gefässe auch nicht denselben Ausdruck gebrauchen.

Ich bezeichne den hier in Rede stehenden Gefässkomplex kurz als „Glomerulus des Glaskörpers“. Die Begründung der Wahl dieser Bezeichnung wird aus dem folgenden klar werden.

Dieser Gefässkomplex sitzt, wie gesagt, an dem dorsalen, zuführenden Schenkel der „primären Gefässschlinge“, und zwar erstreckt er sich als ein im wesentlichen flächenhaftes Netz in den engen Glaskörperraum bis etwas oberhalb der Achse des Auges hinauf. Der anscheinend mit grosser Regelmässigkeit vorhandene Verästelungstypus ist folgender:

Das durch den proximalsten Teil der Augenblasenspalte aufsteigende, sehr feine Gefäß gabelt sich, sobald es den Boden des Glaskörperaumes erreicht hat, also in nächster Nähe der Eintrittsstelle des Sehnerven. Diese Gabelung liegt in annähernd horizontaler Ebene. Der vordere Ast legt sich auf den oberen Rand der zwischen den eingekrempelten Netzhautlippen eingeschlossenen Spalte; der andere weicht zunächst kaudalwärts davon ab und mündet erst, nachdem ungefähr die Hälfte des Weges vom Sehnerveneintritt zur Anlage des Linsenmuskels durchlaufen ist, in den ersten Ast zurück. Die beiden Arme des dorsalen Schenkels der „primären Gefäßschlinge“ fassen so eine Insel zwischen sich, um die sie einen Ring bilden. Aus diesem Gefäßringe zweigen die den Glaskörper durchsetzenden Gefäßschlingen ab. Deren Stämme sind viel weiter von Kaliber, als das zuführende und abführende Hauptgefäß: ich finde näherungsweise den dreifachen Durchmesser, 5 bzw. 15 μ .

Unter den in den Glaskörper aufsteigenden Gefäßschlingen ist in diesem Stadium deutlich folgende Ordnung erkennbar: (Vgl. das umstehende, nach dem Plattenmodell eines linken Auges gezeichnete Schema).

Das in seinem Auftreten und seiner Form gleichmässigste Gefäß (**d** der Fig.) zieht dicht vor der Eintrittsstelle des Sehnerven gerade nach aufwärts, um sich nach einem Stück einheitlichen Verlaufes zu gabeln. Ausser ihm sind noch zwei ungefähr ebenso starke Gefäßstämme immer vorhanden, eine caudalwärts und eine rostralwärts gelegene Schleife bildend (**e** und **f** der Fig.). Beide entspringen doppelt, d. h. sie bestehen an oder dicht über ihrem Ursprung aus je zwei schwächeren Gefäßen, die erst nach einer gewissen Strecke sich vereinigen. Zwischen den das Hauptgefäß **e** der caudalwärts gerichteten Schleife zusammensetzenden Ästen besteht noch eine Anastomose (**3** der Fig.). Es giebt demnach hier zunächst drei Wege, denen der Blutstrom folgen kann: 1—2 oder 4—5, oder 1—3—5.

Auch 4—3—2 ist denkbar, besonders wenn, was vorkommt, die Anastomose bei 3 sehr kurz und weit ist. Es scheint mir Regel zu sein, dass in diesem Stadium einer der drei mit 2, 3, 5 bezeichneten Wege ziemlich eng ist, während die beiden anderen viel stärker entwickelt sind. Auch weiter noch eine sehr feine, kurze Anastomose, die unter den genannten Wegen zwei benach-

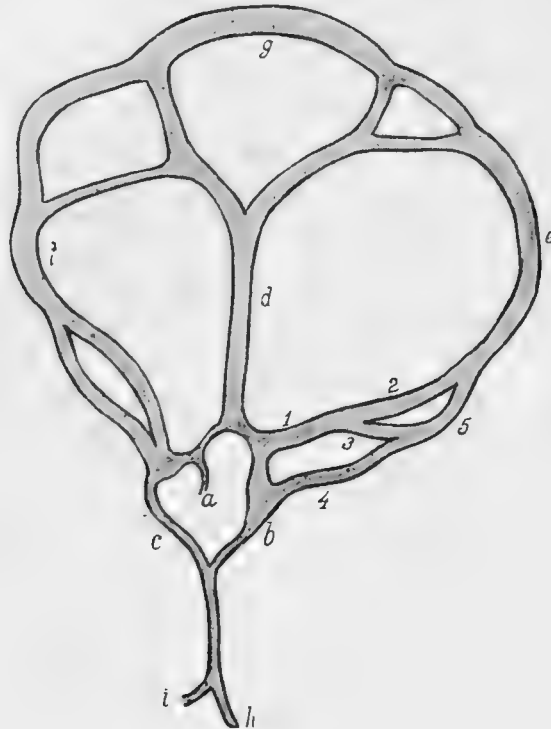


Fig. 1.

a Zufluss. b, c Teile des Zuflussringes. d Verticalgefäss. e Caudalwärts gelegene Schleife. f Rostralwärts gelegene Schleife. g Dorsale Randschleife. h Abfluss durch Spalte. i Knospe zu Gefäss für d. Linsenmuskel.

barte miteinander verbindet, oder einem als kurzer Bogen aufsitzt, habe ich gelegentlich gefunden.

Die beiden Äste, die sich zum Hauptgefäss (f der Fig.) der rostralwärts gerichteten Schleife vereinigen, entspringen aus dem vorerwähnten Gefässringe noch sehr dicht beieinander: ich bemerke dies ausdrücklich, weil es bei den homologen Gefässen älterer Stadien nicht mehr der Fall ist und verweise auf die weiter unten folgende Beschreibung des bei diesen herrschenden

Verlaufes. Die als **e** und **f** der Figur genannten Gefäßstämme vereinigen sich miteinander in der dorsalen Randschleife **g**, welche auch sämtliche Zweige von **d** in sich aufnimmt. Die Randschleife ist in diesem Stadium das stärkste Gefäß der ganzen Anordnung.

Was nun die Verhältnisse der Blutströmung in diesem „Glaskörperglomerulus“ betrifft, so vermag ich darüber nach meinen rein anatomischen Untersuchungen weiter nichts anzugeben, als was jeder, der den beschriebenen Gefäßverlauf genau beachtet, sich selbst ausdenken kann. Ich halte es für sicher, dass ein Wechsel des in dem Glomerulus vorhandenen Blutes nur recht langsam stattfindet. Denn seine Gefäße sind, wie erwähnt, viel weiter als die zuführenden und abführenden Wege, und ausserdem kann die Druckdifferenz zu Anfang und zu Ende des zu denkenden Kreislaufes, welche Stromrichtung wir auch annehmen, unter allen Umständen nur eine sehr geringe sein, da ja Anfang und Ende stets miteinander in direkter Verbindung stehen. Und zwar glaube ich Wert darauf legen zu müssen, dass die in Betracht kommenden Anastomosen stets wenigstens zum Teil recht kurz und relativ weit sind: ihr Vorhandensein allein würde noch zu keinem solchen Schluss berechtigen, denn auch bei den Nierenglomeruli, von denen ich dieses Vergleichspunktes halber den Namen entlehne, bestehen ja direkte Anastomosen zwischen zuführenden und abführenden Gefäßen und dennoch nimmt die herrschende Ansicht auf Grund physiologischer Thatsachen eine sogar recht lebhaftere Circulation innerhalb der Glomeruli an. —

Ein Stadium, das in Bezug auf diese Verhältnisse schon erheblich weiter fortgeschrittene Entwicklung zeigt, will ich als zweites beschreiben.

Es handelt sich um das Stadium, in dem die Fischchen eine Gesamtlänge von 12 mm besitzen. Dies Mass ist, ebenso

wie alle folgenden und wie alle früher angegebenen, an fertig behandeltem Materiale genommen.

Der grösste (äquatoriale) äussere Durchmesser der Augen beträgt ungefähr 0,96 mm, und zwar ist dies der horizontale; der verticale ist stets um etwa 0,1 mm kleiner (ca. 0,86 mm). Die entsprechenden grössten Durchmesser des Glaskörperaumes sind: horizontal 0,78, vertical 0,67 mm. Dabei beträgt die Entfernung des hinteren Linsenpoles von der Vorderfläche der Netzhaut 0,17 mm, der Glaskörper ist also relativ zu seiner sonstigen Ausdehnung mehr als doppelt so tief, wie in dem Stadium von 10 mm Gesamtlänge. Stellenweise besteht bereits, vom Äquator des Auges aus distalwärts sich erstreckend, eine feine Platte von Scleralknorpel. Die Differenzierung der Retina ist bedeutend fortgeschritten: z. B. ist die Grenze zwischen Pars optica und Pars coeca¹⁾ bereits ausgeprägt und liegt etwa im Äquator des Auges. Auffallend ist die Form, mit der hier die Ganglienzellschicht endigt: sie verdickt sich und hört dann auffallenderweise plötzlich auf; der verdickte Rand erscheint im Schnitt keulenförmig und zeigt beträchtlich vermehrten Kerngehalt. Die Iris wird auf ihrer Vorderfläche von einem reichlichen, an den meisten Stellen zweischichtigen Gefässnetz bedeckt. Die Retina enthält an der Stelle, wo sie im Gebiete der Augenblasenspalte sich nach einwärts umbiegt, sehr zahlreiche Mitosen in ihren äusseren Schichten. Der Linsenmuskel ist bereits zapfenförmig und gleicht in seinem histologischen Charakter gar nicht mehr seinem epithelialen Ursprungsgewebe; sondern es sind die Kerne, die keine epitheliale Anordnung mehr erkennen lassen, schon weit weniger dicht gelegen, und der ganze Typus des Gewebes erinnert schon an seinen definitiven Zustand. Das zu seiner Ernährung bestimmte Blutgefäss liegt dem Linsenmuskel auf eine beträchtliche Strecke dicht an, ohne noch in ihn einzudringen; über den weiteren Verlauf dieses Gefässes vermag ich keine

¹⁾ Ausdruck von Rabl. S. Litteratur Ang. 8.

Angaben zu machen. Ein Gefäss, welches, das ganze Gebiet des Linsenmuskels umgehend, direkt vom zuführenden zum abführenden Schenkel der primären Gefässschlinge führt, besteht noch, ganz ähnlich wie beim vorigen Stadium; doch kann ich nicht entscheiden, ob es wirklich das homologe Gefäss ist. In manchen Schnittserien von ähnlichen Stadien finde ich eine ganze Anzahl allerfeinster Kapillaren, die in der Netzhautspalte abwärts laufen, genau wie dies bei Vögeln beschrieben ist (5).

Das Gefässnetz des Glaskörperglomerulus entfaltet sich mitten im Glaskörper, weder der Linse noch der Netzhaut sich nähernd; es ist, obgleich sich der Glaskörperraum so beträchtlich vertieft hat, in seinem grössten Teile flächenhaft geblieben; nur die alleruntersten Partien machen davon eine Ausnahme: seine Mündungen, mittelst deren es mit den dicht über der Augenblasenspalte verlaufenden Gefässen zusammenhängt, beginnen in der Richtung der Achse des Auges auseinander zu rücken, so dass man eher die Möglichkeit gewinnt, Zufluss und Abfluss zu unterscheiden. Zugleich besitzt es absolut und relativ ungefähr seine grösste Ausdehnung: es reicht nach oben bis in das Niveau der höchstgelegenen Kuppe der Linse. Auch sind seine Maschen weit gleichmässiger verteilt als in dem vorigen, beschriebenen Stadium und sind die Kaliberdifferenzen im Verlauf seiner Gefässe weniger beträchtlich geworden.

Das alles zusammen legt uns die Annahme nahe, dass der Gefässkomplex auf einem gewissen Maximum seiner ernährenden Thätigkeit stehen mag. Andererseits finden sich aber auch schon Zeichen beginnender Rückbildung: einzelne Gefässe erscheinen streckenweise sehr verengt, schliesslich überhaupt ohne nachweisbares Lumen, als blosse Zellstränge: solche Befunde sind ja an sich nicht beweisende, sie könnten dem histologischen Schnittbilde nach möglicherweise nicht eine Rückbildung, sondern eventuell auch eine Neuentstehung von Gefässen bedeuten, besonders da ja auch die Beteiligung nicht ursprünglich den Endothelien

angehöriger, freier Elemente (Mesenchymzellen) am Aufbau von Gefässen angegeben wird (2). Ich hebe deshalb besonders hervor, dass ich die genannten, mikroskopischen Bilder im Gebiete des in der Figur mit 1 bezeichneten Gefässes finde. Die Homologie mit einem stärkeren Blutwege des beschriebenen, jüngeren Stadiums (Vgl. Fig. 1) ist hier besonders leicht ersichtlich. In älteren Stadien vermisste ich das Gefäss vollständig (vgl. später).

Ich muss gestehen, dass ich selber anfangs den hier ange deuteten Homologien einigermassen skeptisch gegenübergestanden habe: wir sind gar so sehr an die schulmässige und auch gewiss richtige Anschauung gewöhnt, dass Blutgefässe mit grösster Leichtigkeit neu sich bilden und an anderen Stellen, wo sie früher vorhanden gewesen, verschwinden. Es ist ganz gleichgültig, ob die Neubildung in der allgemein bekannten Weise durch Sprossung erfolgt oder in der neuerdings von Fuchs (2) beschriebenen, bei der einzelne Stücke von Blutwegen sich aus Mesenchymelementen selbständig bilden und erst dann mit vorhandenen Gefässen in Verbindung treten: stets scheint es von vornherein unwahrscheinlich, dass Homologien einzelner Äste sich werden festhalten lassen. Solcherlei Gefässentwicklung sind wir aber gewöhnt im allgemeinen innerhalb relativ starrer Gewebe vor sich gehen zu sehen; und es erscheint mir jetzt, angesichts einer ganzen Reihe übereinstimmender Befunde, recht einleuchtend, dass gerade in dem sehr weichen (nach Schwalbe [9] schleimigen) Glaskörper der Fische während einer Entwicklungsperiode die Neubildung von Gefässen bedeutend in den Hintergrund tritt gegenüber der seitlichen Verschiebung bereits fertig präformierter Gefässschlingen, bzw. der Ausdehnung und Verziehung einzelner Maschen ihres Netzes.

In guter Übereinstimmung steht diese Annahme mit den Schilderungen der allerersten Blutgefässanlagen im Augeninneren, wie sie Fuchs (2) vom Karnickel, Keibel (4) von der Fledermaus giebt: nicht Gefässsprossen sind es, die sekundär zu

Schlingen sich aneinander schliessen, sondern es schiebt sich durch den Augenblasenspalt anfangs ein einziger, relativ weiter Blindsack, und durch Inselbildung wird dieser zu Schleifen umgeformt.

Genau dasselbe scheint mir nach meinen Präparaten bei

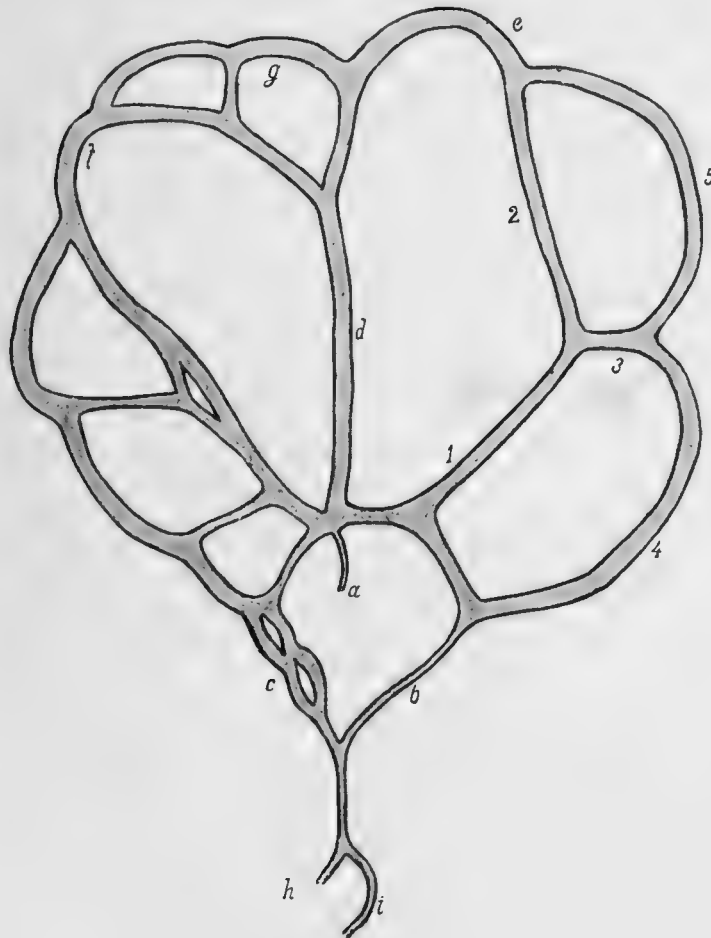


Fig. 2.

i Gefäß für den Linsenmuskel. (Sonstige Bezeichnungen wie bei Fig. 1.)

Lachs und Forelle der Fall zu sein. Doch ich betone wiederum, dass mir über die Entstehung der Abflüsse, d. h. der distalen und ventralen Teile der „primären“ Gefäßschlinge, keinerlei exakte Angaben bekannt sind.

In der beistehenden, schematischen Zeichnung gebe ich den Gefäßverlauf bei dem Stadium von 12 mm Gesamtlänge. Die

Skizze ist nach dem Plattenmodell von einem rechten Auge angefertigt, und zwar als Spiegelbild, um die Vergleichung mit den übrigen, die Verhältnisse im linken Auge darstellenden Skizzen zu erleichtern. Man vergleiche damit die b. S. 6 gezeichneten Verhältnisse:

Die beiden Komponenten, die sich zu der rostralwärts gelegenen Schleife **f** des Netzes vereinigen, sind mit ihren Ursprüngen auseinandergerückt, einer dem Zufluss **a** sich mehr nähernd, der andere sich mehr von ihm entfernend; das ganze Gefäß **f** ist bis viel weiter hinauf gespalten und als einheitlicher Stamm nur noch auf eine ganz kurze Strecke vorhanden. Zwischen seinen zwei Komponenten bestehen einige Anastomosen, von denen ich für wahrscheinlich halte, dass sie bei der fortschreitenden Spaltung des Gefäßes als Brücken bestehen geblieben sind: ihre Entwicklung durchzuverfolgen ist mir nicht möglich gewesen; sie scheinen inkonstant zu sein. In diesem Stadium zeigen sie zum Teil schon dieselben Zeichen von Rückbildung, wie sie vorhin für das Gebiet des mit 1 bezeichneten Astes angegeben sind.

Das am weitesten kaudalwärts gelegene Gefäß des Netzes, **e** der Figuren, ist, gleich dem eben abgehandelten **f**, sehr viel weiter hinauf gespalten, als in dem vorigen Stadium, so dass auch hier nur noch ein kurzes, einheitliches Stück übrig bleibt. Die zwei Komponenten haben sich in ihrem Verlaufe voneinander beträchtlich entfernt. Die zwischen ihnen bestehende Anastomose ist ohne weiteres mit der für das vorige Stadium beschriebenen zu homologisieren.

Das mittlere, senkrechte Gefäß, **d** der Figuren, ist im wesentlichen unverändert; nur der eine Arm der letzten Gabelung seines kaudalwärts gerichteten Astes ist verschwunden.

Vom weiteren Verlauf des „dorsalen Schenkels der primären Gefäßschlinge“ ist zu bemerken: Etwa in der Mitte des Weges zwischen Sehnerveneintritt und Innenfläche der Iris findet sich

die Wiedervereinigung der zwei Äste, die den beim vorigen Stadium ausführlich erwähnten „Ring“ umgreifen. Der caudalwärts gelegene Ast (**b** der Figur) hat sich jetzt ein wenig in den Glaskörper erhoben; unter ihm findet sich, nicht der Stelle entsprechend, an der man die Entwicklung eines Teiles der „Leiste“ erwarten muss, sondern etwas weiter caudalwärts, feinstes Faserwerk, das mit den vereinzelt dazwischen liegenden Zellen vermittelt deren Fortsätze in Verbindung zu stehen scheint: zu einer bestimmten Ansicht, ob dies wirklich der Fall ist, möchte ich mich an diesem Orte nicht bekennen. Die Frage liegt hier so schwierig, wie im Glaskörper überhaupt. Das in Rede stehende Gewebe ist nur stellenweise reicher an Zellen, als das des Glaskörpers, übrigens ihm aber ausserordentlich ähnlich, wahrscheinlich identisch.

Der andere, den „Ring“ von der rostralen Seite her umgreifende Ast (**c** der Fig.) liegt der Oberfläche der eingekrempeelten Ränder der Retina unmittelbar auf. Bei dem in Rede stehenden Stadium sieht man Anfänge zu einem, in seinem Verlauf sich entwickelnden Wundernetz aus wenigen, vorherrschend horizontal verlaufenden Ästen. Dasselbe schiebt sich mit mehreren seiner Äste in den Spaltraum zwischen den Retinalippen hinein. In der Nähe, wesentlich an seinem distalen Ende, führen einzelne Kommunikationen, für deren Zahl und Lage ich eine Regel noch nicht anzugeben vermag, das Gebiet des Linsenmuskels umgehend, direkt aus dem zuführenden in den abführenden Schenkel der „primären Gefässschlinge“ hinunter. Im Gebiete des genannten Wundernetzes scheint, anders, als bei den im Glaskörperaum selbst liegenden Teilen, eine lebhaftere Neubildung von Gefässen in der typischen Weise, durch Sprossung, im Gange zu sein. Ich halte es, wie schon erwähnt, nicht für sehr wahrscheinlich, dass es bei diesem Typus der Gefässneubildung überhaupt möglich sein wird, Homologien einzelner Teile festzuhalten; ein abschliessendes Urteil aber kann ich

mir darüber noch nicht erlauben. Mir ist es nicht gelungen, eine Regel zu finden; obgleich ich mehrfach — bei verschiedenen Stadien — es unternommen habe, auch dieses Gefässnetz zu rekonstruieren. Ich bin mir aber wohl bewusst, dass der Grund meines Misserfolges vielleicht auch nur in der Unzulänglichkeit meiner Methoden zu suchen ist: es ist mir nämlich bis jetzt technisch nicht möglich gewesen, die erforderlichen, völlig lückenlosen Schnittserien depigmentiert zu erhalten. Das Pigmentblatt ist, den mehrfach erwähnten Lippen der Retina aufliegend, mit eingekrempelt und seine von beiden Seiten der Augenblasenspalte her zusammentreffenden Teile haben sich in diesem Stadium beinahe ihrer ganzen Länge nach bereits so fest aneinander gelegt, dass man bei der Betrachtung von quer durch das Gebiet gelegten Schnitten zweifelhaft werden muss, ob der Begriff eines Spaltes zwischen ihnen, mit dem mehrfach operiert wurde, streng genommen überhaupt noch zu Recht besteht; die Gefässe aber haben die Eigenheit, mit besonderer Vorliebe gerade in den allerdunkelsten Partien zu verlaufen, die stellenweise selbst für Betrachtung mit Ölimmersion undurchdringlich sind. Es bleibt uns hier, soviel ich sehe, nur übrig: zunächst in Celloidin zu arbeiten, so viel bequemer auch die Paraffinmethode sein mag: denn es sind ja, wie eingangs erwähnt, extrem dünne Schnitte nicht einmal wünschenswert und Celloidinschnitte eben doch viel durchsichtiger als Paraffinschnitte. Ausserdem kann es eventuell gelegentlich angebracht sein, die Anwendung kernfärbender Farbstoffe in besonderer Weise einzuschränken, damit nicht die in der Nachbarschaft sehr reichlich vorhandenen Kerne vielleicht manches verdecken (besonders an Querschnittserien). Schliesslich ist zu depigmentieren. — Vorweg aber ist noch zu bedenken, dass bei den Jugendformen mancher anderen Fische, z. B. Barsche, die in erwachsenem Zustande nicht so viel Pigment in der Gegend der Leiste besitzen, als gerade die Salmoniden, die Verhält-

nisse für derartige Untersuchungen wahrscheinlich günstiger liegen werden.

Der für das Stadium von 12 mm Länge im Vorstehenden geschilderte Zustand entwickelt sich in der Weise weiter, dass das in den Glaskörper hinaufragende Gefässnetz allmählich kleiner wird, indem einzelne Teile des Glomerulus schwinden, andere kürzer werden und sich zusammenkrümmen; dass ferner das Geflecht des Wundernetzes am Boden des Glaskörperaumes sich dafür mehr ausbildet. Das Schwinden der Teile aus dem Glomerulus erfolgt ohne Innehaltung einer mir erkennbaren Regel: so kann der Glomerulus zu einer Zeit, zu der er noch über die halbe Höhe der Linse hinaufreicht, nur mehr aus einer einfachen Schleife bestehen; in anderen Fällen bleibt er in wohl kenntlicher Form, die das Aufsuchen von Homologien noch gestattet, erhalten, bis er soweit zusammengeschrumpft ist, dass er nur noch das Niveau des unteren Pupillarrandes erreicht.

Einen solchen Befund will ich noch beschreiben. Er stammt aus dem linken Auge eines Fischchens, in dessen rechtem Auge ich von dem ganzen Glomerulus nur mehr eine im grössten Teil ihres Verlaufes einheitliche Schleife finde, die allein oben rostralwärts noch eine Andeutung von Verdoppelung zeigt.

Zur Charakterisierung des Stadiums sei vorweg noch Folgendes bemerkt: der Dottersack ist beinahe vollständig aufgezehrt, der Pigmentreichtum hat im ganzen bedeutend zugenommen; die Gesamtlänge des Fischchens beträgt 20 mm; die Augen sind bereits von einer besonders an der rostralen Seite wohl ausgebildeten Kapsel von Scleralknorpel umschlossen; das Gefässsystem der Iris wird schon wieder spärlicher. Der Äquator der Augen ist fast kreisrund, kaum mehr, wie beim vorigen Stadium beschrieben, wagerecht oval. Die Masse sind: äquatorialer Durchmesser aussen ca. 1,20 mm, äquatorialer Durchmesser des Glaskörperaumes ca. 0,96 mm; axialer Durchmesser des Glaskörperaumes 0,23 mm.

Wie sonst im Körper, so hat auch im Auge das Pigment sich vermehrt; es erscheint im Gebiete der Augenblasenspalte und aufsitzenden Gebilden in den zweierlei Gestalten, in denen es bei erwachsenen Fischen beobachtet ist; soweit es dem Pigmentblatte der Retina bzw. dessen nach innen gezogenen Rändern angehört, ist es fein und körnig; soweit es, ausserhalb dessen Gebiet, gegen die Gefässe emporreicht — und das kommt, wenn auch in bescheidenem Masse, schon in diesem Stadium vor — bietet es bereits das Bild, das H. Virchow (11) aus der Leiste vom erwachsenen Lachs beschreibt: grosse, verästelte Zellen sind es, die mit ihren Fortsätzen sich erreichen und verschränken. Nur sind sie im vorliegenden Stadium noch nicht so reichlich, dass man, wie es dort geschieht, von ihnen sagen könnte: sie bilden „um die Gefässe herum einen Korb, ein Gitterwerk, durch welches das Licht nur gebrochen, wie durch einen geflochtenen Zaun, hindurchscheinen kann“. Als möglichen, physiologischen Zweck dieser Einrichtung erklärt H. Virchow (l. c.), dass es vielleicht wünschenswert sei, einen Teil der uns noch unbekanntem Einwirkung des Lichtes auf die glatte Muskulatur der Gefässwände zu verhindern. Für diese Annahme scheint die Thatsache zu sprechen, dass eine regelmässige Anlagerung von Pigment um Blutgefässe erst in einem noch etwas älteren Stadium eintritt, in welchem auch die Blutgefässe sich erst fertigbilden: bisher, d. h. bis zu dem Stadium von 20 mm Gesamtlänge, finde ich die Gefässwände durchgehends nur aus einer einfachen Endothellage bestehend. — Zur Kritisierung der angegebenen Möglichkeit will ich indessen gleich noch bemerken, dass in den betreffenden, älteren Stadien überhaupt eine grosse Vermehrung des Pigmentes im Auge statt hat, so dass alsdann auch die hintere Fläche des Linsenmuskels damit bedeckt erscheint.

Dem Verlaufe der Gefässe, den ich beschreiben will, entspricht das folgende, nach dem Plattenmodell aus einem linken

Auge gezeichnete Schema, das man mit dem vorigen (Fig. 2) vergleichen möge.

Ohne weiteres kenntlich erscheint vom ganzen Glomerulus nur mehr das mittlere Verticalgefäß **d**. In dem Bereich der caudalwärts gewandten Schleife **e** ist nur noch ein einheitliches, eigentümlich zusammengebogenes Gefäß vorhanden; die in der vorigen Figur mit 1, 2, 3 bezeichneten Gefäßabschnitte fehlen ganz: wir fanden an ihnen schon im vorigen (12 mm) Stadium Zeichen beginnender Rückbildung. Ebenso erscheint das oberste Stück der Randschleife völlig geschwunden. Eigenartige Veränderungen sind im Gebiete der rostralwärts gelegenen Schleife **f** zu finden: war sie bei dem Stadium von 10 mm grösstenteils noch einheitlich, bei dem von 12 mm schon grösstenteils in ihre zwei Komponenten zerlegt, so finden wir sie hier jetzt fast ihrer ganzen Länge nach gespalten. Die zwischen den beiden Komponenten ursprünglich vorhandenen Anastomosen sind zum Teil geschwunden und die beiden einheitlichen Gefäße haben dieselbe eigentümliche Form angenommen, wie die caudale Schleife **e**: unten eingezogen, oben scharfwinkelig umgeknickt. — Diese Knickung besonders ist häufig zu finden, während sonst, wie erwähnt, die Involution in diesem Stadium nicht mehr typisch zu verlaufen scheint. Das Zusammenbiegen der zwei rostralwärts gewandten Gefässschlingen — der Teilstücke von **f** —, die sich mit ihren Knickungen übereinanderlegen und so einen kurzen, vierteiligen Strang bilden, ergibt ein sehr charakteristisches Bild:

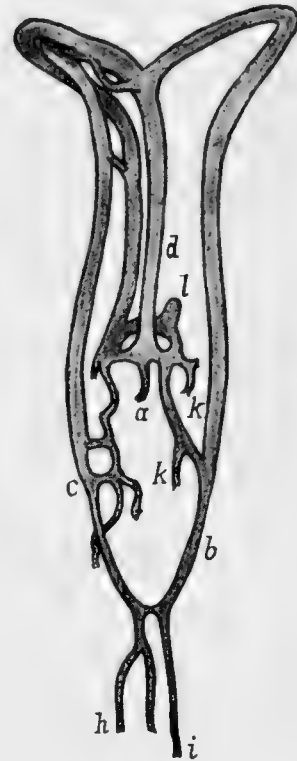


Fig. 3.

l Gefäß für den Linsenmuskel. k Andeutung der neuentstandenen Wundernetze. i horizont. Schleife mit dorsal wachsendem Blindsack. (Sonstige Bezeichn. wie bei Fig. 1.)

ich finde es in vollkommener Ausbildung schon bei einem etwas weniger rückgebildeten Glomerulus, wo es noch bis in $\frac{3}{4}$ der Höhe des Glaskörpers hinaufreicht. — Die Blutströmung mag in diesen Resten des Glomerulus eine recht lebhaft sein: denn von den immer mehr auseinandergerückten, ursprünglichen Quellen der rostralen Schleife **f** hat schliesslich eine der Stelle des Zuflusses sich sehr genähert, die andere sich sehr von ihr entfernt. Und diesen beiden auf der rostralen Seite stehen auf der caudalen beinahe symmetrisch gegenüber: das unmittelbar über dem Zufluss aufwärts führende Gefäss **d** und der eine, übrig gebliebene Schenkel der caudalen Schleife **e**, der erheblich weiter distal erst nach abwärts zurückkehrt. Die Gefässe sind dabei ziemlich gleichmässig von Kaliber und sind viel kürzer geworden, als sie früher waren, so dass der Widerstand in ihnen erheblich abgenommen haben muss; und der Widerstand in den „direkten“ Anastomosen muss bedeutend gewachsen sein, da sie beträchtlich länger und verwickelter in ihrem Verlauf geworden sind:

Der in die Strecke **a—i** eingeschaltete, horizontale „Ring“ ist noch immer erhalten. Der Länge nach gedehnt hat er sich wenig, nur dem Wachstum des ganzen Auges entsprechend. Dagegen erscheint er seitlich zusammengedrückt: seine beiden „Arme“, **b** und **c**, verlaufen näher aneinander und mehr in gleicher Richtung miteinander. Der in dieser Weise länglich gewordene und an seinem distalen Ende nur noch durch eine verhältnismässig geringe Gefässverbindung geschlossene „Ring“ ist verdreht: er liegt jetzt mit seinem proximalen Ende noch in horizontaler, mit seinem distalen Ende aber in vertikaler Ebene; der ursprünglich caudale Schenkel ist oben, der ursprünglich rostrale ist unten. Möglichst weit distalwärts entspringen aus dem Ringe mehrere Gefässe — in unserem vorliegenden Falle drei, das oberste für sich, die beiden anderen gemeinsam. Alle drei laufen, wesentlich parallel gerichtet, distalwärts und erreichen

den Linsenmuskel. Den Verlauf der beiden unteren vermag ich hier nicht weiter zu verfolgen (cf. S. 296). Das oberste dringt in den Muskel ein, durchbohrt ihn und läuft erst dann nach abwärts. Wahrscheinlich ist nur das oberste Gefäß dem ursprünglichen, aus der Vereinigung der Arme **b** und **c** des Ringes entspringenden und nach dem Muskel hinlaufenden Gefäß **i** homolog und entsprechen die anderen Sprossen des an den Arm **c** sich angliedernden Wundernetzes, das wir, auf den Anfang seiner Entwicklung, schon im vorigen Stadium (cf. S. 295) kennen gelernt haben. Weiter proximal hat sich jetzt ein ähnliches Gebilde (in Fig. 3 bei **k** angedeutet) auch an den anderen, den caudalwärts gelegenen Arm **b** des Ringes angegliedert und bildet im Gebiete der „Spalte“, wenig distalwärts vom Sehnerveneintritt, ein sogar mit dem Hauptzufluss des ganzen Systems in Verbindung stehendes Gewirr von Gefäßen, in dem ich irgendwelchen konstanten Typus vergebens gesucht habe.

Und noch ein neues Gebilde ist aufgetreten:

Eine kurze Gefäßbrücke, **l** der Fig. 3, spannt sich medialwärts von dem proximalen Schluss des „Ringes“ aus, in ihm annähernd paralleler Ebene, d. h. in grober Annäherung horizontal gestellt und mit sämtlichen, hier in der Gegend liegenden Blutgefäßen in naher Verbindung stehend. Aus ihr wächst, der Stelle des Sehnerveneintrittes fast aufliegend, ein kurzer Blindsack, dorsalwärts gewandt. An seiner unteren, medialen (proximalen) Seite finden sich bereits die Anfänge einer einwachsenden Scheidewand, deren Durchschneiden den Blindsack zu einer Gefäßschlinge umwandeln muss. Diese finde ich später nach oben und etwas caudalwärts in das Gebiet hinaufgewachsen, in dem sich schliesslich bei erwachsenen Fischen der „dorsale Anhang der Leiste“ findet. — Bei 27 mm langen Fischchen — Setzlingen im ersten Sommer — hat sich an dieser Stelle schon eine ganz ansehnliche Gruppe von Gefäßen gebildet, zwischen denen reichlich Pigment liegt, zum Teil, wie es für den er-

wachsenen Thunfisch beschrieben ist (11), die einzelnen Gefäße scheidenförmig umhüllend. Zu gleicher Zeit ist der Glaskörperglomerulus schon ganz geschwunden. Als „Leiste“ könnte man einen noch niedrigen, ziemlich schmalen und stark pigmentierten Fortsatz bezeichnen, der im Gebiete der Augenblasennaht sich erhebt, und von dem ich nicht entscheiden will, auf welches von den umliegenden Geweben er genetisch zurückzuführen ist. Er enthält mehrere Gefäße (ich zähle vier), die Überbleibsel des bei den Stadien von 12 und 20 mm erwähnten, horizontalen Wundernetzes zu sein scheinen. Bedeutende Kaliberunterschiede weisen sie untereinander noch nicht auf — im Gegensatz zu ihrem Verhalten bei einem 8 cm langen Fisch, wo ich eines von ihnen ganz vorherrschend ausgebildet finde, welches wahrscheinlich zur definitiven „Arterie der Leiste“ wird. Ob dies wirklich der Fall ist, bleibt zu erforschen.

Um die wohl gar nicht so einfachen, genetischen bezw. morphologischen Verhältnisse der Derivate des erwähnten, vor der Sehnervenpapille dorsalwärts wachsenden Blindsackes zu dem definitiven „dorsalen Anhang der Leiste“ erwachsener Fische klarzustellen, ist eine Reihe von Rekonstruktionen aus den betreffenden Stadien — Setzlingen im ersten Jahre — erforderlich, die ich noch nicht besitze. Es wird also hierauf zurückzukommen sein.

Als Resultat der im vorstehenden gegebenen Arbeit kann ich kurz zusammenfassend folgendes bezeichnen:

Während der ganzen letzten zwei Drittel der Zeit, welche von der Befruchtung bis zum nahezu völligen Verzehren des Dottersackes verstreicht, findet sich im Glaskörper junger Forellen eine spezifische Blutgefässanordnung, deren erste Ausbildung noch zu erforschen ist.

Sie besteht aus einem eigenartig gestalteten Netz, welches den dorsalen Schenkel der primären Gefäßschlinge der inneren

Augengefäße aufsitzt. Das Netz besitzt im wesentlichen einen flächenhaften Charakter und seine weitere Ausgestaltung erfolgt nicht in der gewöhnlichen Weise der Blutgefäßneubildung, durch Sprossen, sondern durch seitliche Verschiebung vorhandener Gefäße in dem weichen Medium und durch Dehnung und Verziehung der Maschen. Ich vergleiche es deshalb mit einem Nierenglomerulus, weil, wie auch gerichtet man den Blutstrom sich denken mag, man stets zwischen zuführendem und abführendem Gefäß eine direkte Anastomose findet, die einem Teil des Blutes erlaubt, das verästelte Gebiet zu umgehen.

In frühen Stadien sind die Kaliberdifferenzen im Verlauf der Gefäße sehr erheblich, alle Mündungen des Glomerulus liegen dicht beisammen, und die zwischen ihnen bestehenden direkten Anastomosen sind kurz und weit; man kann sich demnach nicht wohl das Bestehen einer lebhaften Circulation in den Gefäßen, um so mehr aber das einer kräftigen Transsudation durch ihre dünnen Wandungen vorstellen.

Später ändern sich die Verhältnisse mehr zu Gunsten der Circulation: die Kaliberdifferenzen in den Gefäßen des Glomerulus werden geringer; seine verschiedenen Mündungen rücken mehr in zwei räumlich getrennte Bezirke auseinander, so dass man zwischen Zuflüssen und Abflüssen unterscheiden kann; ausserdem nimmt der Widerstand in den „direkten“ Anastomosen bedeutend zu: sie werden länger und enger, zugleich mehr gewunden und verästelt.

Dann beginnt der Glomerulus sich zurückzubilden: das durch die Ausgestaltung der direkten Anastomosen und durch weitere Gefäßsprossung entstandene, horizontale Wundernetz im Gebiete der Augenblasennaht scheint dessen ernährende Funktionen dem Glaskörper gegenüber interimistisch zu übernehmen. — Wenn es erlaubt ist, nach dem „Zweck“ dieser Einrichtung zu fragen, so kann man ihn darin finden, dass es ja für das Sehen des Fischchens gewiss vorteilhaft ist, die Gefäße aus dem

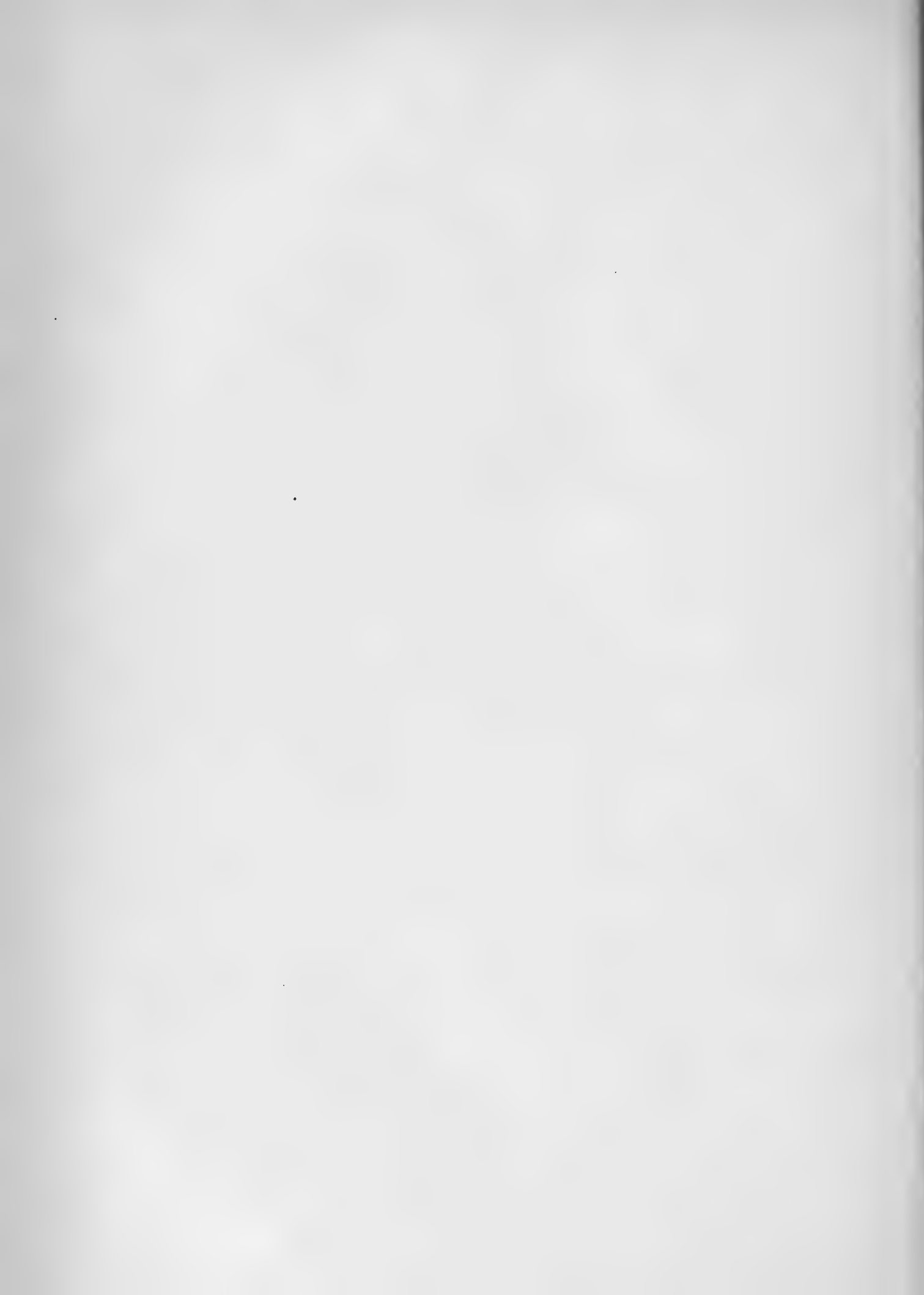
Inneren seines Glaskörpers loszuwerden. Thatsächlich fällt nun die Rückbildung der Glomerulusgefässe in dieselbe Zeit, in der der Dottersack völlig aufgezehrt wird, in der also das Tier anfangen muss, sich selber Nahrung zu suchen.

Die Funktionen des „horizontalen Wundernetzes im Gebiete der Augenblasennaht“ können nur vorübergehende sein, denn das ganze Gebilde besteht nur relativ kurze Zeit. Teile von ihm scheinen zu den definitiven Gefässen der betreffenden Gegend zu werden. In seiner ernährenden Thätigkeit mag es ein, aus seinem proximalsten Ende entstehender, neuer Gefässkomplex bald ablösen: dieser wächst in den Augen junger Setzfischchen an der medialen Wand des Glaskörperaumes entlang, nach oben und etwas caudalwärts gerichtet, und wird bald stark pigmentiert. Seine ausführliche Geschichte und insbesondere sein Verhältnis zum definitiven „dorsalen Anhang der Leiste“ erwachsener Fische zu erforschen, weiter auch ausführlich klarzustellen, wie das „horizontale Wundernetz im Gebiete der Augenblasennaht“ sich entwickelt, und wie es sich zurückbildet, so dass an seiner Stelle schliesslich nur die definitiven Gefässe der Leiste übrig bleiben, wird die Aufgabe weiterer, spezieller Untersuchungen sein.

Gerne genüge ich der Verpflichtung, an dieser Stelle Herrn Geh. Hofrat Professor Dr. W i e d e r s h e i m, sowie Herrn Professor Dr. K e i b e l meinen Dank auszusprechen für das rege Interesse, das sie an meiner Arbeit genommen haben.

Literatur-Verzeichnis.

1. Beer, Th. Die Accommodation des Fischeauges. Arch. ges. Phys. Bd. 58. 1894.
2. Fuchs, H., Zur Entwicklungsgeschichte des Wirbeltierauges: I. Über die Entwicklung der Augengefäße des Kaninchens. Anatomische Hefte. Merkel-Bonnet. 28. Bd. H. 83.
3. Haller, A. v., Opera anatomici argumenti minora. Tom. III. Lausanne 1768. (Nur im Referat mir zugänglich.)
4. Keibel, F., Zur Entwicklung des Glaskörpers. Arch. f. Anat. u. Phys. Anat. Abt. 1886.
5. Kessler, L., Zur Entwicklung des Auges der Wirbeltiere. Leipzig. 1877.
6. Nussbaum, M., Entwicklungs-Geschichte des menschlichen Auges. Handb. d. Augenheilk. Graefe-Sämisch. 2. Aufl. II. Bd. VIII. Kap.
7. — Die Entwicklung der Binnenmuskulatur des Auges der Wirbeltiere. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 58.
8. Rabl, C., Über den Bau und die Entwicklung der Linse. Zeitschr. f. wiss. Zool. 63., 65. u. 67. Bd.
9. Schwalbe, G., Mikroskopische Anatomie des Sehnerven, der Netzhaut und des Glaskörpers. Handb. d. Augenheilk. Graefe-Sämisch. I. Aufl. Bd. I. 1874.
10. Virchow, H., Über Fischeaugen. Sitz.-Ber. d. physik.-med. Gesellsch. z. Würzburg. 1881.
11. — Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Auges. Berlin 1882. (Habilitationsschrift.)
12. — Mitteilungen zur vergleichenden Anatomie des Wirbeltierauges. Tageblatt d. 58. Vers. deutscher Naturf. u. Ärzte. Strassburg 1885.
13. — Fächer, Zapfen, Leiste, Polster, Gefäße im Glaskörperraum von Wirbeltieren, sowie damit in Verbindung stehende Fragen. Anatomische Hefte. Merkel-Bonnet. II. Abt. Ergebnisse 1900.



DIE KEIMBLÄTTERBILDUNG

DES

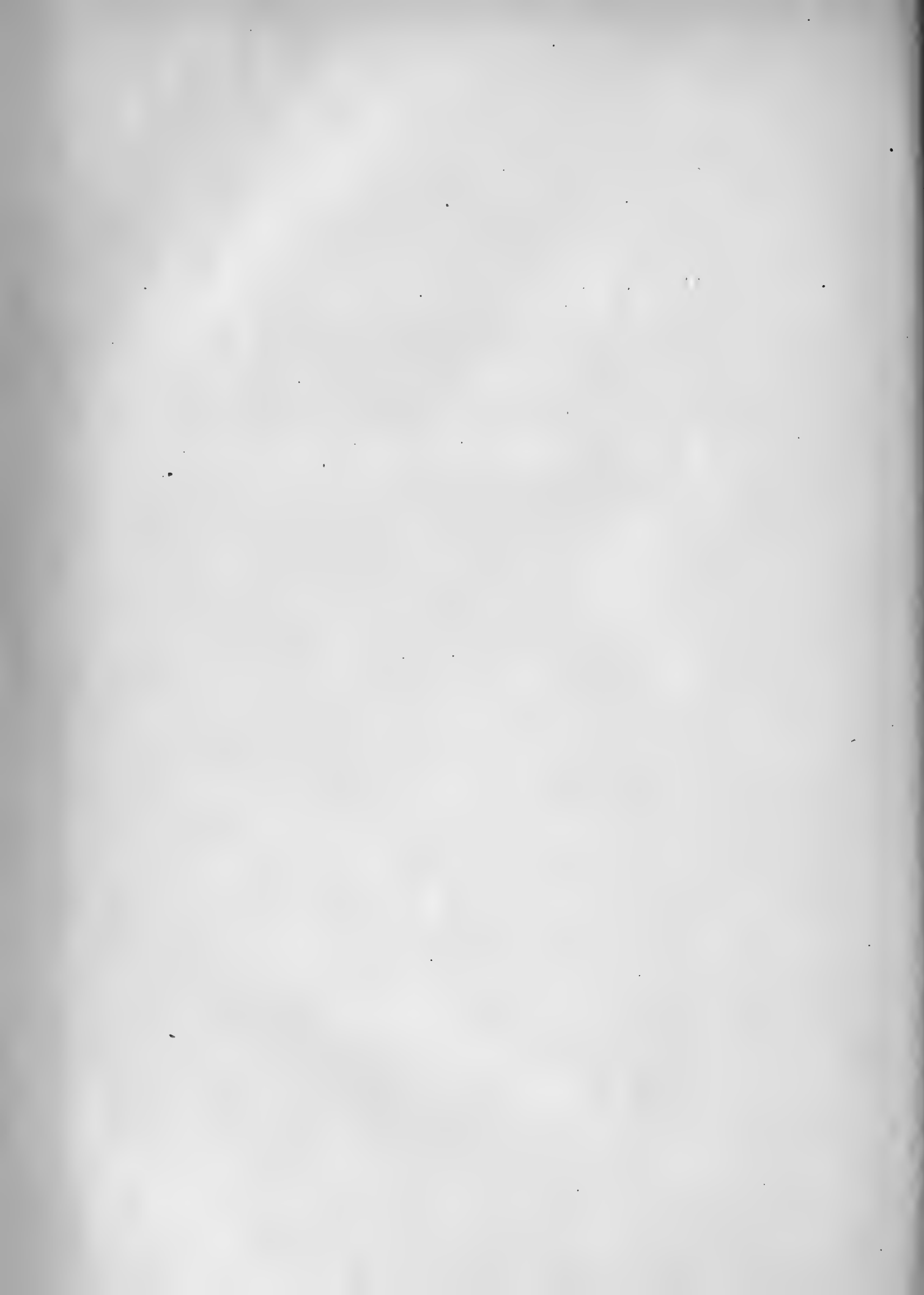
MEGALOBATRACHUS MAXIMUS-SCHLEGEL.

VON

Dr. DAN. de LANGE jr.,

AMSTERDAM.

Hierzu die Tafeln 31/34.



Meine unten folgenden Untersuchungen über die Keimblätterbildung des japanischen Riesensalamanders schliessen sich der Inaugural-Dissertation des Herrn L. P. de Bussy »Eerste entwickelungsstadien van *Megalobatrachus maximus*«, welche im 8. Bande des »Tydschrift der Dierkundige Vereeniging« veröffentlicht wurde, an. Ein etwas abgekürzte, von mir abgefasste deutsche Übersetzung dieser Arbeit ist seitdem im 28. Bande des Zoologischen Anzeigers erschienen. Für alle Tatsachen, die Eiablage, die eigentümliche Ausbildung der Eischnüre, oder die Furchung betreffend, verweise ich nach den genannten Publikationen, wo sich auch eine vollständige Übersicht der älteren Beobachtungen (Sasaki, Ishikawa, Kerbert), findet.

Da meines Wissens über die Keimblätterbildung des *Megalobatrachus* noch nie etwas veröffentlicht wurde, ist mir die Mühe erspart worden mit einer Literatur-Übersicht anzufangen.

Die Eier wurden in toto gefärbt, in Celloidine eingebettet und in 10 oder 15 μ dicke Schnitte zerlegt. Da die technischen Details der Celloidine-Einbettung von de Bussy ausführlich beschrieben worden sind, beschränke ich mich hier auf die Verweisung nach Seite 18—23 seiner zuerst genannten Arbeit.

Wie man aus meiner Beschreibung ersehen wird, zeigt die Entwicklungsgeschichte des japanischen Riesensalamanders auf sehr prägnanter Weise, dass die Gastrulation (nach dem Begriffe der älteren Autoren) in zwei Prozesse getrennt werden muss. Der eine Vorgang, die eigentliche Gastrulation im Sinne der älteren Autoren, von Hubrecht Cephalogenesis, von Ashton

Protogenesis genannt, ist die Bildung des Archenterons, welche sich hier dartut, als eine Umwachsung der Furchungshöhle von den dotterreichen Makromeren.

Der zweite Vorgang ist die Einstülpung des kleinzelligen Bildungsmaterials der Chorda und des Mesoderms, und wird von Hubrecht Notogenesis, von Assheton Deuterogenesis benannt. Das Lumen der dorsalen Einstülpung von den älteren Autoren unrichtiger Weise mit dem Urdarm identifiziert, veranlasst ja eine Vergrößerung der primitiven Archenteronhöhle, die eingestülpten Zellen aber bilden nur vorübergehend einen Teil der Darmauskleidung. Sie werden später von den Dotterzellen unterwachsen. Wir dürfen daher nur die ursprüngliche Öffnung des Archenterons als Blastoporus bezeichnen, da dieser Name sonst bei den Chordaten und den Evertebraten zwei verschiedene Begriffe decken würde. In diesem Sinne findet sich unter den Chordaten nur bei Amphioxus ein Blastoporus, es sei denn, man wolle den »blastopore virtuel« (Brachet) als einen solchen betrachten. Ich werde die Mündung der dorsalen Invagination mit Hubrecht Notoporus oder Rückenmund nennen und die Lippenbildungen ringsum den Dotterpfropf Notoporuslippen, obgleich mir diese Bezeichnungen nicht sehr munden, wird ja doch der grösste Teil der Bauchwand von der ventralen Rückenmundlippe gebildet. Mehr zutreffend scheinen mir Namen, wie Somatoporus oder Deuteroporus. Ich fühle aber kein Bedürfnis, die Klärung, welche sich in diesem Augenblicke in unsren Begriffen über die Keimblätterbildung vollzieht, durch die Einführung neuer Namen zu stören.

A. Beschreibender Teil.

Mein Untersuchungsmaterial umfasst 17 Eier, die vom 28. September bis zum 6. Oktober 1903 mit je eine Zwischenzeit von 24 Stunden konserviert wurden. Nur vom 4. Oktober steht mir kein Exemplar zur Verfügung, während ich von den Eiern des 7. bis 21. Oktobers nur einige kurze Mitteilungen den Enddarm und die Analgegend betreffend, machen will. Von den oben genannten 17 Eiern hatten sich nicht weniger als 8 auf abnorme Weise entwickelt, also 47 %.

Die Ursache dieser Erscheinung ist wohl darin zu suchen, dass die äusseren Umstände in einem Aquariumbassin so sehr abweichen von denen der natürlichen Brutstellen: der kühlen Gebirgsbäche Mitten-Nippons.

Zum besseren Verständnis der Entwicklungs-Vorgänge werde ich zuerst die Beschreibung der normal gebildeten Eier geben und lasse nachher meine Beobachtungen über die abnorm entwickelten Embryonen folgen. Bei den letzteren ist zu Anfang des betreffenden Abschnittes eine Zusammenfassung zu finden, während ich die Ergebnisse der normalen Entwicklung in einem besonderen Kapitel zusammenfassen werde.

Das Ei O (28. September, Alter = 208 Stunden).

Das Ei O ist schon im Besitz eines ziemlich grossen Rückenmundes, wiewohl es das jüngste Ei ist, wobei derselbe anwesend ist. In Anbetracht davon, dass der vorhergehende Embryo N 48 Stunden jünger ist, wird diese Tatsache sehr verständlich. De Bussy gibt 3 Abbildungen der äusseren Gestalt, und macht einige Bemerkungen darüber. Er sagt, die vegetativen Blastomeren haben sich in Bezug auf die des 24 Stunden jüngeren Eies N eher vergrössert, als verkleinert. Er schliesst daraus,

dass während der Notoporusbildung die Furchung in der unteren Eihälfte einhält, und man wird sehen, dass auch im weiteren Verlauf dieses Prozesses die Dotterzellen sich in einem Ruhezustande befinden. Weiter sagt er noch, dass der Urmund (Rückenmund) halbwegs zwischen dem Ei-Äquator und der vegetativen Ei-Pole gelagert ist. Meine Befindungen stimmen damit nicht ganz, da meine Rekonstruktion (Fig. 1, T 31) der dorsalen Einstülpung aus den Schnitten aufweist, dass der Rückenmund sich etwa 12° unter dem Äquator befindet. Auch die Abbildungen de Bussy's machen den Eindruck, dass der Notoporus ganz in der Nähe des Äquators gelegen ist. Ausserdem sollte sich der Rückenmund über den halben Umkreis des Eies erstrecken. Aus seiner Figur XVI A (Pl. VI) und aus meiner Rekonstruktion schliesse ich, dass seine Länge nur ein Viertel des Ei-Umkreises beträgt. Zur Bestimmung der wirklichen Länge habe ich das Maß des Rückenmundes aus meiner Rekonstruktion, welche als eine vertikale Projektion auf eine transversale Ebene betrachtet werden muss, auf der Mittellinie eines Kreises mit der Ei-Breite als Durchmesser ausgemessen, ebensoweit vom Umkreis entfernt wie in der Rekonstruktion selber. Indem ich nun in den beiden aufgefundenen Punkten senkrechte Linien aufrichtete, konnte ich den Teil des Umkreises bestimmen, der mit der wirklichen Länge des Rückenmundes übereinstimmte und dieser Teil war ein Viertel des Ei-Umkreises. Das Objekt ist nicht gut gehärtet; demzufolge ist die animale Eihälfte in der Furchungshöhle gesunken und die Decke der Höhle ist dabei schwer verletzt, wie die Schnitten-Serie zeigen wird (siehe Fig. 1 b und c, Pl. 32). Auch an der vegetativen Eipole befinden sich viele Spalten, während ich das weite Klaffen der dorsalen Notoporuslippe derselben Ursache zuschreibe. In der Rekonstruktion habe ich diese Öffnung durch eine etwas hellere Farbe vor der dunkel gefärbten dorsalen Invagination gekennzeichnet. Letztere ist noch sehr

seicht. Ihre grösste Tiefe beträgt ein Zehntel der Eihöhe. Oberhalb der Notoporuslippe kann man mit Ao 2 (Zeiss) keine Zellgrenzen mehr beobachten, während die Makromeren unterhalb derselben sehr gut ersichtlich sind.

Das Objekt wurde in toto in Parakarmin gefärbt, in Celloidine eingebettet und in sagittale Schnitte von 15μ Dicke zerlegt. Die Färbung ist schwach. Die Kerne und Dotterkörner sind nicht scharf kontouriert und die Zellengrenzen sind schwach sichtbar, während von einer Durchfärbung des Dotters nur in Bezug auf die Färbung der Zellengrenzen die Rede sein kann.

Für alle Eier, wo sich der Embryo noch nicht vom Dotter erhoben hat, gibt de Bussy als Mass des Durchmessers in den 3 Dimensionen 7 mm an. Wie man aus den folgenden, aus den Schnitten rekonstruierten Massen ersehen wird, schrumpfen die Eier bei der Färbung und Einbettung bisweilen beträchtlich und werden sie auch in die Richtung der Schnittführung verzerrt.

Da diese Serie 393 Schnitte von 15μ Dicke zählt, beträgt die Breite 5895μ oder 5,9 mm. Ein medianer Schnitt hatte bei einer Vergrösserung von $\frac{40}{3}$ eine Länge von 88 mm, die wirkliche Länge ist also $88 \times \frac{40}{3} = 6,6$ mm, während ich die Höhe aus der vertikalen Projektion auf 5,25 mm berechne. Bei der Schnittführung ist also das Ei der Länge nach gedehnt, während die Verkleinerung der Höhe eine Folge des Einsinkens der Furchungshöhle-Decke ist.

Die Furchungshöhle.

Nach diesen Bemerkungen über die äussere Gestalt des Eies u. s. w., können wir zur Betrachtung der Schnitte vorschreiten. In den ersten 17 Schnitten bauen sich diese aus ziemlich gleichmäfsig aussehenden Zellen auf, die wir am besten

mit dem Namen Zwischenblastomeren belegen, mit Rücksicht darauf, dass sie weder den Plasmareichtum des Mikromeren, noch die grossen Dotterkörner der Makromeren aufweisen. Die Dotterkörner dieser Zellen sind nie grösser als $10-12 \mu$, während in den Makromeren immer der grössere Teil der Körner ein Durchmesser von $14-17 \mu$ besitzt und in den meisten Mikromeren keine Körner vorkommen, grösser als 5μ .

In Schnitt 18 trifft man zuerst die Furchungshöhle, 6 Schnitte medianwärts kann man recht gut die aus animalen Zellen zusammengesetzte Decke von den vegetativen Zellen, welche den Boden der Furchungshöhle bilden, unterscheiden. Die Decke hat ein Durchmesser von 6 bis 7 Zellen, die Höhe des Bodens beträgt etwa das 4 bis 5 fache davon und dieser wird zum grössten Teil noch von Zwischenblastomeren aufgebaut, die in 15 Reihen geordnet sind. An der unteren Seite sieht man schon einige typische Makromeren. Diese vermehren sich in den medianwärts folgenden Schnitten, der Boden aber wird die ganze Serie hindurch von Zwischenblastomeren gebildet (Fig. 1 a, b u. c, T 32). In der Folge wird der grösste Teil der Decke von 2 bis 3 Schichten Mikromeren aufgebaut. Die Zellen sind epithelialartig geordnet und haben die Neigung ein Zylinderepithelium zu bilden, indem die Höhe der Zellen ihre grösste Dimension darstellt. Dabei greifen die Zellen zwischen einander, dem zufolge ist die Totalhöhe der Decke nur 166μ , die Höhe der einzelnen Zellen dagegen 90μ (Fig. 1 d, T 32). Länge und Breite der Zellen wechselt von $30-60 \mu$. Die Kerne besitzen einen Durchmesser von $12-18 \mu$. Die Dotterkörner, wiewohl bei stärkerer Vergrösserung nicht so gleichmässig verteilt wie man sich bei einer schwächeren denkt, bleiben in den meisten Zellen kleiner als 5μ . Man findet aber hie und da in der Zellschicht, welche die Furchungshöhle auskleidet, einzelne Zellen mit groberen Dotterkörnern ($10 \text{ à } 15 \mu$). Ihre Zahl vermehrt sich in medio-lateraler Richtung. Im Gegensatze mit der vorigen

Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 5b.

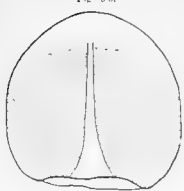


Fig. 6a.

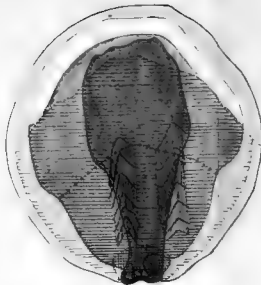


Fig. 8a.

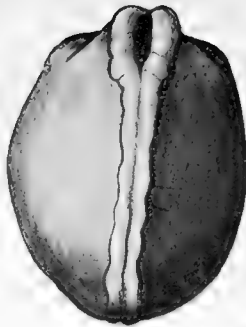


Fig. 8b.

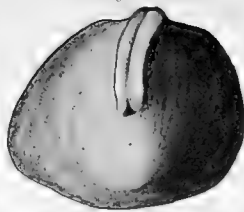


Fig. 11.

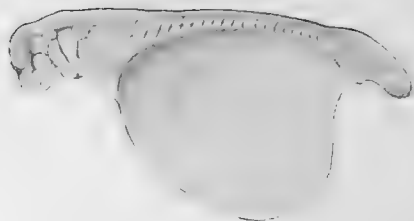


Fig. 3.



Fig. 4.

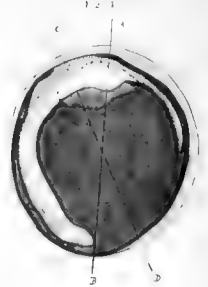


Fig. 5a.



Fig. 7.

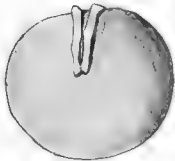


Fig. 9.

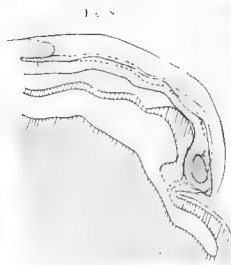


Fig. 9.

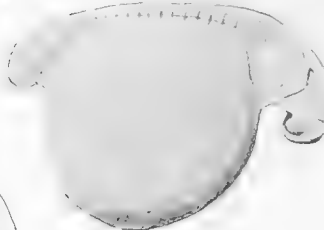


Fig. 12a.



Fig. 6.



Fig. 7.

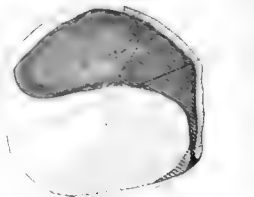


Fig. 7.



Fig. 21.

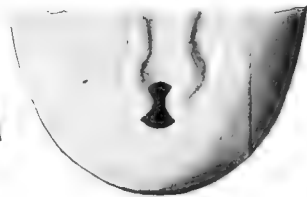


Fig. 10.

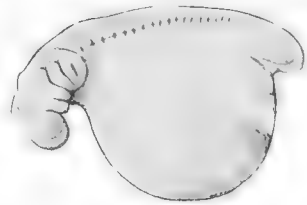


Fig. 12b.

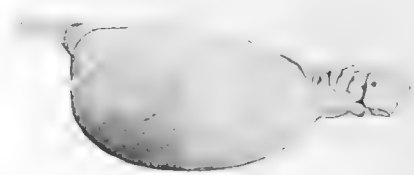


Fig. 5b und 7a. 8a und 8b. Du Rovey, del.
Fig. 1-12, D. DE JASSER, del.



Serie finde ich hier nirgends eine Stelle, wo die Decke nur 1 Zelle dick ist. Meistens trifft man beim Durchschneiden 3 Zellen, in vereinzelt Fällen 2 Zellen, im allgemeinen kann man aber behaupten, dass die Kerne in 3 Schichten angeordnet sind (siehe Fig. 1 d, T 32). Ich darf aber die Möglichkeit nicht verschweigen, dass im vorderen Teile der Decke, der schwer verletzt wurde, einzelne Stellen anwesend sein könnten, die nur eine Zellschicht zeigten. Mir kommt dies aber unwahrscheinlich vor, da in der folgenden Serie ganz gewiss einschichtige Stellen in der Decke erscheinen, dieselben aber stets im hinteren Teil gelagert sind.

Wir können also voraussetzen, dass die Decke der Furchungshöhle kurze Zeit vor der Notoporusbildung in der Mitte einschichtig war, bald nach Anfang der Einstülpung durch Teilungen senkrecht zur Oberfläche zwei- bis dreischichtig wird,¹⁾ um später infolge einer Umwachsung der Makromeren von den Mikromeren wieder einschichtig zu werden. Die dritte Phase dauert bis zur Anlage des Neuralstranges.

Die Kerne sind hier viel kleiner als beim Ei N, wo sie ausserdem gelappt sind, während sie hier einen kreisrunden oder elliptischen Durchschnitt haben. Die Grösse der Mikromeren dagegen hat sich nicht geändert.

Der aus Mikromeren gebildete, 3 Zellen dicke Deckenteil

¹⁾ Zum Beweis gebe ich hier die Zahlen der Kernteilungen, die in der Furchungshöhlerdecke von 65 Schnitten anwesend waren. Ich fand 22 Kernteilungsfiguren, von denen 4 der Oberfläche gleichläufig waren und 18 senkrecht zu ihr gerichtet waren. Hieraus folgt, dass die meisten Teilungen eine Verdickung der Decke verursachen werden und nur wenige der oberflächlichen Ausbreitung nutzen. Indem die Zellschichten der Decke nicht durch gradene Grenzlinien getrennt werden, die Zellen der verschiedenen Schichten aber ineinander greifen, ist es sehr verständlich, dass bei der weiteren Ausdehnung des Mikromerenblattes über die Dotterzellen dasselbe allmählich drei-, zwei- und endlich einschichtig wird.

erstreckt sich über 255 Schnitte (von Schn. 41 bis 296), die Furchungshöhle selbst über 351 Schnitte (von Schn. 17 bis 368).

Der dreischichtige zentrale Teil hat also eine Breite von $255 \times 15 \mu = 3825 \mu = 3,87 \text{ mm}$ und daneben findet sich zu beiden Seiten ein Streifen, wo die Auskleidung der Forschungshöhle von Makromeren gebildet wird. Dieser ist an der rechten Seite 72 Schnitte d. h. $1080 \mu = 1 \text{ mm}$, an der linken 24 Schnitte, d. h. 360μ breit. Dieser Unterschied ist die Folge der nicht genau sagittalen Schnittführung. In der Rekonstruktion (Fig. 1, T 31) wird im Umriss der Forschungshöhle die Mikromeren-Auskleidung durch $\cdot\text{---}\cdot\text{---}\cdot\text{---}\cdot\text{---}\cdot$, die Makromeren-Auskleidung durch ----- dargestellt. Aus dieser Figur stellt sich, wie gesagt, sogleich heraus, dass der Unterschied in dieser Hinsicht zwischen der linken und der rechten Seite von der einigermaßen schiefen Schnittführung verursacht worden ist. Die Seitenwände sind ganz von Makromeren gebildet, die Vorderwand ist es nur im unteren Teil. Diese Zellen zeichnen sich durch grössere Dotterkörner aus. In einzelnen Schnitten rücken die Makromeren des Furchungshöhle-Bodens an der Hinterwand empor, in anderen ist diese ganz frei von Makromeren. Wahrscheinlich ist dieser Unterschied eine Folge der unzureichenden Fixierung. Wenn eine Makromeren-Auskleidung der Hinterwand anwesend ist, trennt diese einen schmalen Spalt von der übrigen Furchungshöhle (siehe Fig. 1 b und c, T 32). Dieser ist der Notoporuslippe zugewendet und muss wahrscheinlich betrachtet werden als die »Clivage gastruléen«, die Brachet bei Rana und Axolotl als einen der Gastrulationsvorgänge beschrieben hat. Durch diese spaltförmige Höhle, die mit der Furchungshöhle in Verbindung steht, findet die Trennung zwischen den oberflächlichen Mikromeren und den darunter liegenden Dotterzellen statt. Die Ausbreitung dieser Höhle nach vorn und nach unten würde allmählich die Mikromeren von den Makromeren trennen und also eine zweiblättrige Keimblase herstellen.

Im Medianschnitt ist die Länge der Furchungshöhle 5,5 mm. Da dieselbe wie oben gesagt, eine Breite von 351 Schnitten = 5265μ = 5,3 mm aufweist, ist ihre horizontale Projektion fast ein Kreis. Die Decke ist allseitig gewölbt, während der Boden von vorn nach hinten gerade verläuft, von der linken nach der rechten Seite aber auch gewölbt ist, wie ein Blick auf Fig. 1, T 31 und auf Fig. 1 b und 1 c, T 32 verdeutlichen wird. Die Höhe der Furchungshöhle kann ich nicht genau bestimmen, da die Decke, wie schon gemeldet ist, verletzt wurde. Sie muss aber zumindest 1,2 mm gross gewesen sein, da dies das Höhemass der mehr seitlich gelegenen Partien ist. Infolge der ziemlich starken Wölbung des Bodens (siehe Fig. 1, T 31) ist die Höhe der Höhle etwas grösser in den ganz lateralwärts sich findenden Teilen, d. h. 1,5 mm.

Der Boden der Höhle wird, wie gesagt, von kleinen Makromeren (Zwischen-Blastomeren) gebildet, die in einem losen epithelialen Verbands angeordnet sind. An der Vorderseite sieht man eine mehr lockere Anordnung der Zellen mit ziemlich grossen Inter-cellulären, vielleicht die Andeutung eines bei etwas älteren Tieren vielfach erscheinenden Spaltraumes (Fig. 1 c, T 32). Die Grösse der Zellen wechselt von 70 bis 200 μ , bisweilen findet man einzelne Zellen von 400 μ . Die Körnergrösse ist ziemlich gleichmässig, sie variiert zwischen 12 und 16 μ .

Die Dotterzellen.

Im wirklichen Dotter finden sich Zellen von sehr verschiedener Grösse. Die grössten Zellen sieht man in der Mitte und an der unteren Seite, auch finden sich an der vorderen Seite im allgemeinen viel grössere Zellen, als an der hinteren, dem Rückenmund genäherten Seite. Eine der grössten Zellen hatte eine Länge von 0,75 mm und erstreckte sich über 76 Schnitte, was eine Breite von 1,14 mm ergibt. Die Region dieser grossen

Zellen ist 203 Schnitte (von Schn. 93 bis 296), d. h. 3,045 mm breit, während auf dem Medianschnitt die Länge 0,80 mm und die Höhe 0,57 mm beträgt. Der Durchschnitt der ausserhalb dieses Gebietes liegenden Dotterzellen wechselt von 0,24 bis 0,48 mm. In den grösseren Zellen haben die meisten Dotterkörner einen Durchmesser von 19 bis 20 μ , es finden sich aber auch viele Körner von 20—25 μ vor. In den kleineren Zellen wechselt die Körnergrösse von 12 bis 16 μ , zwischen diesen Dotterkörnern sieht man aber vereinzelt Exemplare, deren Durchmesser beträchtlich grösser ist.

Die Kerne der Makromeren sind von dotterfreien Kernhöfen umgeben. Diese fehlen den Mikromeren, deren Kerne unmittelbar von Dotterkörnern eingefasst werden. In letzterem Falle sieht man nur bei der Kernteilung ein dotterfreies Feld von der Gestalt des Kernspules. Zum besseren Verständnis gebe ich hier einige Masse von Kernhöfen:

Länge	107 μ	Breite	67 μ	Dicke	8 Schnitte =	120 μ
„	267 μ	„	267 μ	„	12 „	= 180 μ
„	93 μ	„	80 μ	„	9 „	= 105 μ

Rückenmund und dorsale Einstülpung.

Die ersten Ansätze des Rückenmundes weist Schn. 98 auf in Gestalt einer seichten Rinne, worüber sich eine leichte Anschwellung beobachten lässt. Diese Rinne ist 1330 μ von der vegetativen, 2800 μ von der animalen Pole und 1330 μ vom Boden der Furchungshöhle entfernt. Eine wirkliche Einstülpung zeigt sich eben erst 40 Schnitte weiter (Schn. 138). Da das Gewebe in ihrer Nähe einigermaßen zerrissen ist, konnte ich die Tiefe nicht genau bestimmen, im 155. Schnitt ist diese 267 μ . Dann wird sie bald grösser, im 198. Schnitt z. B. beträgt sie 500 μ . Die grösste Tiefe zeigt die Einstülpung vom Schn. 247 bis 261, wo sie 666 μ (= $\frac{2}{3}$ mm) beträgt (Fig. 1 c, T 32). Auch

an der andern Seite ist es schwer, genau zu erkennen, wo das Lumen der Einstülpung aufhört, da ein artifizierlicher Riss sich derselben anschliesst. In Schn. 344 ist die dorsale Invagination noch anwesend, in Schn. 351 fehlt sie bestimmt. Sie wird also in Schn. 347 oder 348 aufhören. Die sanfte Anschwellung der dorsalen Lippe setzt sich noch bis zum 367. Schnitte fort.

In weitester Fassung erstreckt sich die Notoporuslippe also über 259 Schnitte oder $3885 \mu = 3,9 \text{ mm}$, während die Breite des Eies 393 Schnitte oder 5895μ beträgt. Der invaginierte Teil nimmt die Breite von 210 Schnitten, d. h. $3150 \mu = 3,1 \text{ mm}$ ein.

In den medianen Schnitten rückt die dorsale Lippe nach dem Äquator empor. Ihre Entfernung vom vegetativen Pol ist hier 2060 bis 2080μ , während sie vom animalen Pol 2520μ und vom Boden der Furchungshöhle 1560μ entfernt ist. Das innere Ende der Notoporustasche ist in dieser Gegend 1050 bis 1125μ vom Boden der Furchungshöhle entfernt. Die Rekonstruktion gibt diese letztere Entfernung nicht genau an, da das hintere Ende der Furchungshöhle etwas mehr ventralwärts gelagert ist, als die Mitte des Bodens.

In der Rekonstruktion kann man trefflich die unbedeutende Tiefe der Invagination und die verhältnismässig starke seitliche Verbreitung der Notoporuslippe abschätzen (siehe Fig. 1, T 31).

Das Ei P (29. September, Alter = 2030 — 240 Stunden).

De Bussy hat mir keine Zeichnung der äusseren Gestalt dieses Eies, sondern nur einige kurze Notizen darüber überlassen.

Die meisten hier folgenden Angaben sind also aus den Schnitten rekonstruiert.

Zuerst bemerken wir, dass die Lagerung des Rückenmundes vielmehr dem vegetativen Pole genähert ist wie beim vorigen Ei (vergl. Fig. 1 u. 2, T 31). Aus der vertikalen Rekonstruktion

(auf einer transversalen Ebene) leite ich auf dieselbe Weise wie beim ersten Objekt her, dass der Rückenmund sich 50° unterhalb des Äquators, oder 40° hinter dem vegetativen Pol befindet. Die Notoporuslippe hat also im Vergleich mit O einen Weg von 38° ventralwärts über den Dotter zurückgelegt. Dagegen hat sich das innere Ende der Einstülpung, das in O 5° oberhalb des Äquators gelegen war, nur um 6 dorsalwärts verschoben und liegt also 11° oberhalb dieser Ebene. Die starke dorso-ventrale Verlängerung der dorsalen Einstülpung ist also nur zum kleinsten Teil von einer echten Invagination, der Hauptsache nach aber von dem Ventralwärtswachsen der dorsalen Notoporuslippe (mit oder ohne Konkreszenz der seitlichen Teile) verursacht worden.

Im Gegensatz zu diesen Tatsachen¹⁾ ist die seitliche Ausbreitung des Rückenmundes etwas kleiner als bei O. Die absolute Länge der Notoporuslippe ist fast $\frac{1}{5}$ der Äquator-Länge ($\frac{5}{26}$ drückt am genauesteten das Verhältnis aus) oder $\frac{1}{4}$ des Parallelkreises (genau $\frac{15}{62}$), auf welchen die Notoporuslippe gelagert ist.

Das Ei ward mit Boraxkarmin tingiert und in sagittalen Schnitten von 15μ zerlegt. Die Färbung ist viel besser, als die von O, ausserdem ward der Dotter sehr gut durchgefärbt.

Die Furchungshöhle.

Die Furchungshöhle wird hinten und an den beiden Seiten von einem schwammartigen Gewebe, das reichlich mit Inter-cellulären versehen ist, ausgekleidet. Dorsalwärts ist dieses

¹⁾ Eine Erklärung, dass die Invagination so viel tiefer, die seitliche Ausbreitung dagegen etwas kleiner geworden ist, ist vielleicht in einer starken Konkreszenz der seitlichen Teile der Notoporuslippen zu finden. Dadurch kann zugleich eine Vertiefung der Invagination und eine Verkleinerung der Lippe verursacht werden. Ich darf aber nicht verschweigen, dass ich von einer wirklichen Konkreszenz der axialen Teile in diesen Altersstadien nirgends etwas gesehen habe.

Gewebe scharf von den Mikromeren zu trennen, während es ventralwärts allmählich in die fest zusammengefügte Dotterzellen übergeht. Es wird von typischen Makromeren gebildet, welche zwar klein sind (ich habe einige dieser Zellen gemessen; bei einer war die Länge $140\ \mu$, die Dicke $90\ \mu$ und bei einer anderen war die Länge $200\ \mu$, die Dicke $90\ \mu$), aber ziemlich grosse Dotterkörner ($10\text{--}22\ \mu$) führen, während in den Mikromeren die meisten Körner einen kleineren Durchschnitt als $5\ \mu$ haben, wiewohl einzelne Körner von 8 bis $10\ \mu$ anwesend sein können. Dieses Gewebe beobachtet man schon in Schn. 11. Da die Intercellularräume mit der Furchungshöhle kommunizieren, ist es schwer, die seitliche Ausbreitung derselben zu bestimmen. In Schn. 26 findet sich eine zentrale Höhle ganz von den Makromeren umgrenzt. In Schn. 40 beteiligen sich in der Mitte des Daches einige Mikromeren an der Auskleidung der Höhle. Diese Lücke in der Makromeren-Decke vergrössert sich medianwärts, bis in Schn. 56 die ganze Decke nur aus zwei fest zusammenschliessenden Mikromeren-Schichten gebildet wird (Fig. 2 b, T 32). Der grösste Teil der vorderen Wand, die hintere Wand und der hintere Teil der Decke wird noch von Makromeren ausgekleidet und diese Beschaffenheit der Furchungshöhle-Auskleidung ändert sich auch in den mittleren Schnitten der Serie nicht. Da die Makromeren im hinteren Teile der Decke sehr lose zusammenhängen, ist das Gewebe infolge der Härtung geschrumpft, wodurch das Dach in einzelnen Schnitten ganz makromerenfrei daliegt, während es in den daneben sich befindenden Schnitten zum Teil von Dotterzellen unterwachsen ist. Infolgedessen war es mir nicht möglich, den Unterwachsungsgrad genau zu rekonstruieren, wie ich versucht habe. Doch werde ich anstatt dessen einige Zahlen geben. Auf einem Medianschnitte (198. Fig. 2 c, T 32) hat die Furchungshöhle eine Länge von $4500\ \mu$, während die Projektion der Makromerenauskleidung auf der Längsachse der Figur an der vorderen

Seite 340μ , an der hinteren 660μ beträgt. Der mittlere 3500μ grosse Teil der Decke wird also nur von Mikromeren gebildet. Die Sachlage bleibt mit einigen Schwankungen dieselbe bis zum 297. Schnitte; weiter lateralwärts fangen die Makromeren an, die Decke nach vorn zu unterwachsen. Nach 51 Schnitten (348) haben die Makromeren der vorderen und der hinteren Seite einander erreicht, die Furchungshöhle ist dann also ganz von Makromeren umwachsen. So bleibt es bis Schn. 372, darauf verschwindet die Furchungshöhle, während man das schwammartige Gewebe noch 6 bis 7 Schnitte verfolgen kann.

Wenn man die Sache genau betrachtet, so findet man, dass die Makromeren in der Mitte des Daches an der einen Seite im Schn. 55, an der anderen im Schn. 327 verschwinden. Man kann also behaupten, dass der mittlere, makromerenfreie Teil des Daches umlagert ist von einem ringförmigen Teil, der nicht nur von Mikromeren, sondern auch von Makromeren aufgebaut wird. Dieser Ring ist vorn 340μ , hinten 660μ , an der einen Seite 29 Schnitte = 435μ , an der anderen 25 Schnitte = 375μ breit. In der Rekonstruktion (Fig. 2, T 31) habe ich den makromerenfreien Teil wieder durch $\cdot\text{---}\cdot\text{---}\cdot\text{---}\cdot\text{---}\cdot$, den anderen durch ----- dargestellt. Der Unterschied zwischen den beiden Seiten ist sehr gut ersichtlich.

Indem sich nun die Furchungshöhle über 346 Schnitte = 5190μ erstreckt, besitzt der mittlere Teil also eine Breite von 4380μ , während die Länge, wie oben erwähnt, 3500μ beträgt. Das Inhaltsverhältnis dieser beiden Projektionen wird dann: Inhalt des mittleren Teils : Inhalt des Ringes = 2 : 1 (oder genau = 1543 : 788).

Da aber der makromerenfreie Teil der Decke der Projektionsebene gleich läuft, während der Ring mit dieser Ebene einen Winkel von 60° bildet, so muss die Grösse des letzteren Inhalts mit 2 multipliziert werden, wenn wir zum reellen Wert gelangen wollen.

Damit gelangen wir aber auch zur Schlussfolgerung, dass der von Makromeren unterwachsene Teil eben so gross ist wie der makromerenfreie Teil.

Die Höhe der Furchungshöhle ist nicht genau zu bestimmen in Anbetracht der von der Härtung verursachten Einsenkung derselben. Auch ist ein ziemlich unbedeutender Riss in der Furchungshöhlen-Decke anwesend (Fig. 2 a, T 32), der eine genaue Abschätzung der Höhe unmöglich macht, sie ist immerhin grösser als 1200μ .

Zum Vergleiche der Messungen der Furchungshöhle: Länge 4500μ , Breite 5190μ , Höhe 1200μ , gebe ich hier auch die Zahlen des ganzen Eies: Länge 6150μ , Breite (387 Schnitte) 5805μ , Höhe 4800μ . Während also die Länge des Eies bedeutend grösser war als die Breite, ist bei der Furchungshöhle die Sache gerade entgegengesetzt. Die Schrumpfung des Eies ist im allgemeinen ziemlich gleichmässig gewesen.

Die Mikromeren sind der Hauptsache nach in 2 Schichten geordnet. In Bezug auf die Grösse der Zellen und Dotterkörner ist dieses Ei sehr wenig vom vorigen verschieden. Die Dicke der Mikromerenbekleidung wechselt von 83 bis 166μ , die einzelnen Zellen haben eine Länge von 60 bis 100μ und eine Breite von 30 bis 60μ . Die meisten enthalten keine Körner grösser als 5μ , es gibt aber vereinzelte Zellen mit auffällig grossen Dotterkörnern (bis 16μ). Die ruhenden Kerne besitzen einen Durchmesser von 14 — 16μ . Es war mir aber sehr auffällig, dass hier neben den normalen rundlichen Kernen noch deutliche gelappte Kerne vorkamen. Man kann alle Bildungsphasen beobachten von Kernen mit schwachen Einkerbungen bis zu einer Anzahl frei neben einander liegender Bläschen. Es ist wunderbar, dass dergleichen Bildungen sich hier noch finden und dem jüngeren Eie O fehlen. Auch den späteren Entwicklungsphasen fehlen sie gänzlich. Zuletzt will ich die Aufmerksamkeit lenken

auf die Tatsache, dass es mehrere Stellen gibt, wo die Mikromerendecke einschichtig ist. Meistens erstrecken sich diese Stellen nur über wenige Zellen, es gibt jedoch auch solche von grösserer Ausdehnung. Ich habe zum Beispiel eins vom Schn. 75 bis zum Schn. 87 beobachtet, ihre Breite war also 13 Schnitte = 195μ , während die Länge 275μ betrug. Diese einschichtigen Stellen kommen nur in der hinteren Hälfte des Daches vor, die vordere Hälfte wird allenthalben von zwei Zellschichten gebildet. Ausserdem beobachtet man aber auch in der Mikromeren-Decke eine 450μ lange Strecke, 700μ von der hinteren Wand entfernt, die aus mehreren Zellenreihen aufgebaut ist. Diese erstreckt sich von Schn. 115 bis Schn. 212, hat also eine Breite von 97 Schnitten = 1455μ . (Siehe Fig. 2 d, T 32). Sie ragt deutlich in das Lumen der Furchungshöhle hinein und ihr folgt vielmals eine einschichtige Stelle. In Folge dessen bekommt man den Eindruck, dass es sich hier um eine Art Zellen-Reserve handelt. Sehr merkwürdig in dieser Hinsicht ist die spärliche Teilungsfrequenz der Mikromeren. In 100 Schnitten konnte ich nur 18 Teilungsfiguren finden, von denen 12 tangential, und 6 senkrecht zur Oberfläche gerichtet waren. Meines Erachtens zeigen diese Tatsachen, dass die Überwachsung des Dotter der Hauptsache nach durch Verschiebung der schon vorhandenen Zellen stattfindet, und dass die Teilung der Zellen dabei nur eine untergeordnete Rolle spielt. Am Notoporusrande habe ich gar keine Zellteilungen vorgefunden, was sehr gut in Einklang mit den oben erwähnten Tatsachen ist, dass die Überwachsung der oberen Notoporuslippe viel beträchtlicher ist, als die eigentliche Invagination. Der letztere Vorgang setzt doch eine Zellenvermehrung am Rückenmund-Rande voraus, während erstere nicht von einer derartigen Zellenvermehrung bedingt wird.

Am Boden zeigen die Makromeren ungefähr dieselbe Anordnung, und dieselbe Schwankungen der Grösse und des Dotter-

gehalts, wie beim Ei O. Ich habe Zellen von 100, 200, bisweilen von 300 μ beobachtet. Der Durchschnitt der Dotterkörner wechselt von 11 bis 16 μ . Unterhalb der gut aneinander schliessenden oberflächlichen Zellen sind die oberen Schichten der Dotterzellen ziemlich locker miteinander verbunden, zumal im hinteren Eiteile. Von dem »Clivage gastruléen«, wie von der schizogenen Höhle an der vorderen Seite der Furchungshöhle habe ich bei diesem Eie nichts aufgefunden.

Dotterzellen.

Wie aus den Fig. 2a, 2b und 2c (T 32) hervorgeht, ist die Furchung im Dotter hier weiter vorgeschritten, als beim Ei O.

Die Dotterzellen sind überhaupt kleiner geworden. Die sehr grossen Dotterzellen treten einerseits nirgends mehr an der Oberfläche zu Tage und bilden anderseits keine abgegrenzte Region mehr, sondern zeigen sich hier und da vereinzelt zwischen den kleineren Dotterzellen. Eine der grössten Zellen hatte eine Breite von 34 Schnitten = 510 μ und eine Länge von 857 μ . Eine mittelgrosse Dotterzelle hat aber nur eine Breite von 10 bis 11 Schnitten = 150 bis 165 μ und ist nicht länger als 250 à 275 μ . Der Mittelwert ist also bedeutend herabgesunken. Einigermassen in Widerspruch damit ist die Tatsache, dass die Dotterkörner dieses Eies ein grösseren Durchmesser haben als die von O. Die meisten Körner sind 20—25 μ gross, während solche von 30 μ nicht selten sind. Daneben finden sich naturgemäfs auch kleinere Körner.

Gerade ventralwärts von der Notoporuslippe sind die Zellengrenzen undeutlich, es mag sein, dass hier noch einige grössere Zellen an die Oberfläche treten. Mir kommt dies in Bezug auf die ziemlich beträchtliche Kernzahl, unwahrscheinlich vor.

Dotterfreie Höfe, jedoch ohne Kern, habe ich vielfach be-

obachtet; sie sind im allgemeinen kleiner, als die Kernhöfe des Eies O. Ich gebe einige Zahlen:

Länge	60 μ	Breite	60	Dicke (6 Schnitte)	90 μ
„	60 μ	„	60	„ (8 „)	120 μ
„	90 μ	„	70	„ (6 „)	90 μ

Rückenmund und dorsale Einstülpung.

Man beobachtet den Rückenmund zuerst im 76. Schnitt als eine seichte Rinne in hinteren Teile der Ventralseite gelagert. Sie bildet hier keine Grenze zwischen Mikromeren und Makromeren, sondern liegt in Mitte der Zwischenblastomeren (Fig. 2b, T. 32). An der dorsalen Seite des Notoporus messe ich Körner von 5 bis 10 μ , an der ventralen von 10 bis 16 μ . In Schn. 76 hat die Rinne eine Tiefe von 100 μ . (Fig. 2b, Pl. 32). Sie ist trichterförmig, gelangt in den medianwärts folgenden Schnitten allmählich an der hinteren Seite (vergl. dazu Fig. 2b mit 2a und 2c, Pl. 32) und bildet dann wirklich eine deutliche Trennung zwischen Mikromeren und Makromeren. In Schn. 105 zeigt sich zuerst eine spaltförmige Verlängerung des Trichters, die nur 125 μ lang ist, während der Trichter eine Tiefe von 350 μ besitzt. Diese Rückenmundspalte wird nur allmählich tiefer, z B.

in Schn. 125 Tiefe = 740 μ ,

„ „ 150 „ = 800 μ ,

im Median-

schnitt 199 „ = 1850 μ (Fig. 2c, Pl. 32),

in Schn. 228 (grösste Tiefe) = 2500 μ (Fig. 2a, Pl. 32)¹⁾

¹⁾ Da diese spaltförmige Höhle bis nahe dem schwammartigen Gewebe zu verfolgen ist und wegen der mangelhaften Fixierung mit einzelnen Intercellulären in Verbindung steht, ist diese Zahl schwierig, aber doch ziemlich genau zu bestimmen, da man in der dorsalen Einstülpung ein gefärbtes Gerinnsel beobachtet, das in den Intercellulären abwesend ist.

In den mittleren Schnitten zeigt die Einstülpung einen Unterschied in zwei Abschnitten. Der ventrale, der Mündung zugewendete Teil besitzt ein schmales, aber deutliches Lumen (12 à 13 μ). Derselbe ist ungefähr 1100 μ lang und seine dorsale Platte wird von 55 bis 66 μ grosse Mikromeren gebildet. Im zweiten Teil sind die Wände aneinander gepresst mit Ausnahme des keulenförmigen Endbläschens, das 40 μ breit ist. Die dorsale Platte wird hier von 55 bis 88 μ grossen Zellen aufgebaut. Die Dotterkörner weisen in beiden Teilen dieselbe Grösse wie am Notoporusrande auf d. h. 5 bis 10 μ . Die ventrale (vordere) Wand wird von 90 bis 140 μ grossen Zellen gebildet, welche bis 20 μ grosse Körner besitzen. Der nicht differenzierte Umschlagsrand ist in den Medianschnitten 400 μ breit, dann zeigt sich ein Unterschied zwischen den äusseren und den eingestülpten Zellen. 570 μ vom Rande beobachtet man einen Spalt, der das äussere Blatt von dem eingestülpten trennt. Das erstere ist zuerst 3 Zellen, weiter vom Notoporusrande entfernt 2 Zellen dick, dann ändert sich auch die Dotterbeschaffenheit, indem die Dotterkörner sich verkleinern. Das letztere bleibt 3 à 4 Zellen dick und zeigt dieselbe Dotterbeschaffenheit, wie der Umschlagsrand. Jenseits der Stelle der grössten Länge wird die dorsale Einstülpung bald kleiner.

Im Schn. 236 wird der obere Teil von dem unteren abgeschnürt. (Siehe Fig. 2, T 31). Im Schn. 260 ist der obere Teil geschwunden, der untere ist noch 600 μ lang. 10 Schnitte weiter kann man nur eine seichte Rinne beobachten, die man bis zum 294. Schnitte (25 Schnitte weiter) verfolgen kann. Man merke sich das baldige Verschwinden der Einstülpung an dieser Seite der grössten Tiefe (in 42 Schnitten oder 630 μ) im Gegensatz zur allmählichen Abnahme an jener Seite (in 142 Schnitten oder 2130 μ). Die Rekonstruktion (Fig. 2, Pl. 31) zeigt diese Asymmetrie sehr deutlich.

Zum Schluss werde ich einige Spalten erwähnen, die sich

an der einen Seite in derselben Ebene, wie die dorsale Einstülpung, finden und vielleicht zu deren Vergrößerung beitragen. Ich habe z. B. einen von Schn. 105 bis 112 beobachtet. Der Vergleich mit der Anordnung und Pigmentierung der Zellen vor der Archenteronbildung bei Amphibien (Assheton, Houssay, Brachet u. a.) liegt nahe. Einerseits trage ich Bedenken gegen einen derartigen Vergleich, weil es sich hier um die dorsale Einstülpung, da um die wirkliche Archenteronbildung (mit Ausnahme der Beobachtungen Brachets) handelt, andererseits spricht auch dagegen die Tatsache, dass die Spalten nur an der einen Seite auftreten. Ich muss aber hinzufügen, dass auch in älteren Stadien die Gestalt der Einstülpung oft asymmetrisch ist.

Die Eier Q (30. September, Alter = 11 Tage) und R' (1. Oktober, Alter = 12 Tage).

Dieses Kapitel wird von den Eiern Q und R' zu gleicher Zeit handeln, da diesen beiden Eiern das Einreissen der Wand zwischen der dorsalen Einstülpung und dem Archenteron eigentümlich ist, ohne dass durchgreifende Unterschiede anwesend sind. Nur ist die Ausdehnung des Notoporus des letzteren Eies grösser. Auf einige untergeordnete Differenzen werde ich schon bei der Beschreibung hinweisen. In beiden Fällen waren äusserlich an dem vegetativen Pol noch einige Zellgrenzen ersichtlich.

Beim Ei R' fand sich die Notoporuslippe an der hinteren Seite gerade unterhalb des Äquators. Die seitliche Lippe verlief ein wenig schief nach oben, infolge dessen war der vordere Teil der Lippe 12° oberhalb des Äquators gelagert. Äusserlich bekam man den Eindruck, dass der Dotterpfropf ganz vom Notoporusrande umschlossen war, wiewohl an der vorderen Seite nur eine sehr seichte Grube nach oben von einer schwachen Leiste begrenzt, als Andeutung des Notoporusrandes

anwesend war. In den Schnitten war dem aber nicht so. Die Notoporusrinne erstreckte sich nur über $\frac{3}{4}$ des Ei-Umkreises, während die beiderseitigen Leisten ein wenig weiter nach der vorderen Medianlinie vordrangen, aber einander doch nicht erreichten. Der letztere Teil des Randes ist von einer punktierten Linie dargestellt worden, während die Rinne mit einem Striche gezeichnet worden ist. (Siehe Fig. 3, T 31).

Der dorsale Notoporusrand beim Ei Q war etwa 30 à 40° unterhalb des Äquators gelagert, während die seitliche Ausbreitung nur den halben Ei-Umkreis einfasste. Die Überwachsung des Dotters von der dorsalen Lippe hatte also hier weitere Fortschritte gemacht als beim Ei R' und in dieser Hinsicht schliesst das Ei Q sich viel besser den Eiern P und O an. Die seitliche Ausbreitung des Notoporusrandes ist aber beim älteren Eie R' viel bedeutender.

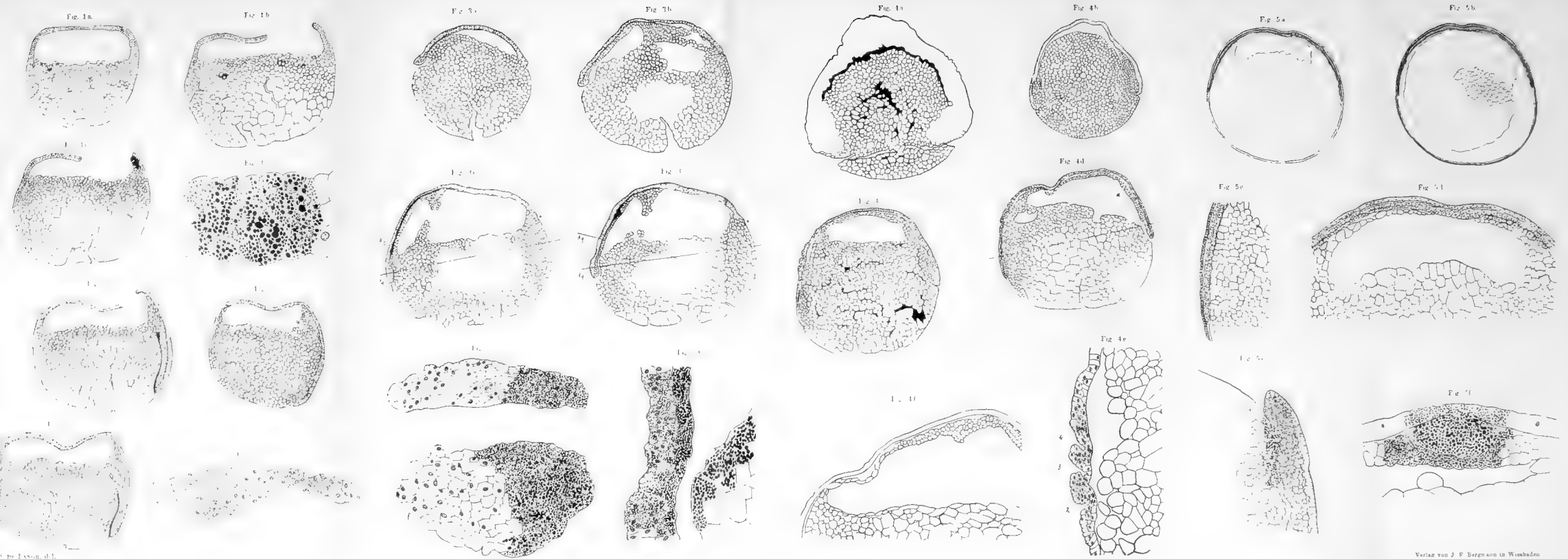
Dass beim Ei Q die Überwachsung viel weiter fortgeschritten ist als bei R', zeigt auch der Länge-Unterschied zwischen den dorsalen Einstülpungen dieser beiden Eier. Die des Eies Q ist 3,4 mm, die des Eies R' 3,1 mm lang und dieser Unterschied betrifft nicht den wirklich eingestülpten, erweiterten Abschnitt dieser Höhle, sondern nur den engen, durch Überwachsung entstandenen Endteil. Während die beiden ersteren Teile dieselbe Länge besitzen, ist der Endteil des Eies Q 1,14 mm, des Eies R' 0,85 mm und die letztere Differenz ist also offenbar die Ursache des Längen-Unterschieds der beiden Einstülpungen. Im hinteren Teil bildet die Rückenmundrinne oder Invagination eine deutliche Trennung zwischen den Mikromeren und den Makromeren. In der vorderen Hälfte des Eies R' ist dieses nicht der Fall, sondern liegt die Rinne unterhalb der Makro-Mikromerengrenze und innerhalb der Zwischenblastomeren. Da der Rückenmund des Eies Q sich noch nicht auf die vordere Eihälfte erstreckt, kann in diesem Falle davon nicht die Rede sein. Beim Ei R' befindet sich die Makro-Mikromerengrenze

25 à 30° oberhalb des Äquators, während der Rückenmund, wie gesagt, nur 12° oberhalb dieser Linie liegt.

Es ist in dieser Beschreibung einige Male vom Äquator die Rede gewesen. Dieser Begriff darf nicht morphologisch aufgefasst werden. Ich habe immer nur den horizontalen grossen Kreis der Eikugel in der normalen Position des Eies gemeint. In Erwägung aber, dass infolge der Bildung der dorsalen Einstülpung das Gleichgewicht gestört werden muss, wird sich das *Megalobatrachus*-Ei, wie die Eier anderer Amphibien gedreht haben. Die genaue Lage des morphologischen Äquators ist nur durch Experimente zu bestimmen, welche die Spärlichkeit des Materials mir nicht erlaubten. Indem ich aber annehme, dass der mittlere, zum Archenteron sich umformende Teil der Furchungshöhle an derselben Stelle bleibt, ist es mir möglich, die Drehung des Embryos auf 23° zu bestimmen. Die dorsale Lippe würde also beim Ei R' 32° unterhalb des morphologischen Äquators gelagert sein, da sie sich 9° unterhalb des scheinbaren befindet, während die vordere Lippe bis 35° oberhalb dieser Linie emporsteigen würde. In den Abbildungen der Schnitte (Fig. 3 c und 3 d, T 32) ist der morphologische Äquator von der Linie Aq, der scheinbare Äquator von der Linie Aq' hergestellt.

Selbst nach dieser Korrektur ist die dorsale Lippe bei R' noch 18° weniger ventralwärts vorgerückt als beim Eie P (32° und 50°), während bei Q die ventrale Ausbreitung etwas grösser ist als bei P (53° bis 63° und 50°).

Die wirkliche Einstülpung hat sich in beiden Fällen (Q und R') im Verhältnis zu den Eiern O und P stark vergrössert, wie die Tabelle zeigt.



	Das dorsale Ende der Einstülpung befindet sich oberhalb des Äquators	Unterschied mit O
Beim Ei O	50	00
.. .. P	110	60
.. .. Q	480	430
.. .. R'	480	430

	Die dorsale Rückenmundlippe be- findet sich unterhalb des Äquators	Unterschied mit O
Beim Ei O	120	00
.. .. P	500	380
.. .. Q	580 (530 à 630)	460 (410--510)
.. .. R'	320	200

Die Schnittendicke der Serie R' ist 15μ , die Fixierung und Färbung ist sehr gut gelungen. Die Fixierung des Eies Q ist schlecht gewesen. Infolgedessen sind viele Schnitte zerrissen, wiewohl ein Teil 20μ geschnitten ward. Das Ei zählt 210 Schnitte von 15μ und 130 von 20μ .

Furchungshöhle, Urdarm und dorsale Einstülpung.

Da die Furchungshöhlen-Reste, das fast ganz von Makromeren unwachsene Archenteron und die dorsale Einstülpung miteinander in offener Verbindung sind, werde ich sie zusammen beschreiben. In Anbetracht der verwickelten Verhältnisse muss ich notwendig eine kurze Übersicht ihrer Lagerung der genaueren Beschreibung vorausschicken und weise dafür auf Fig. 3, T 31 hin, eine horizontale Rekonstruktion dieser Bildungen beim Ei R' von oben betrachtet. Ungefärbt ist die Furchungshöhle und ein Teil der Urdarmdecke, der noch nicht von Makromeren

bedeckt ist. Man könnte dies auch in der Weise sagen, dass Höhlen ungefärbt geblieben sind, die nach aussen nur durch eine Mikromerenschicht begrenzt werden. Der übrige Teil des Urdarms ist gestrichelt, die dorsale Einstülpung dunkel gefärbt. Die von der Furchungshöhle bedeckten Teile des Urdarms und der dorsalen Einstülpung sind etwas heller gefärbt, als schimmerten sie ein wenig hindurch.

Die einheitliche Furchungshöhle der jüngeren Eier O und P hat sich in 2 nicht ganz getrennten Höhlen differenziert, eine mittlere rundliche, die zum Urdarm wird in Folge der Umwachsung der Makromeren, und 2 laterale Taschen, die an der hinteren Seite durch eine spaltförmige Höhle in der dorsalen Urmundlippe miteinander in Verbindung sind.

Der Furchungshöhlenrest hat also die Gestalt eines Hufeisens, dessen Konkavität nach vorne hin gerichtet ist. Der mediane Verbindungsteil der beiden Taschen ist natürlicher Weise, die hintere Hälfte des »Clivage gastruléen«, die auch in O anwesend war, aber in P fehlte.

Die beiden Taschen zeigen in ihrer medianen Wand vorne eine Öffnung, die eine Verbindung mit dem Archenteron bildet. An der linken Seite konnte ich diese Öffnung nicht in der Rekonstruktion zeichnen, da hier gerade einige Schnitte verletzt waren. An der vorderen Seite habe ich beim Ei R' keinen Furchungshöhlenrest beobachtet. Dem Ei Q fehlen gerade die lateralen Taschen, die ganz vom Archenteron verdrängt worden sind, während der »Clivage gastruléen« in der Rückenmundlippe und an der vorderen Seite sehr deutlich ist. An dieser Seite kann man also von einem »Blastopore virtuel« im Sinne Brachet's reden.

Unter dem medianen, hinteren Teile der Furchungshöhle, von dem sie nur durch die eingestülpte Dorsalplatte getrennt ist, findet sich die dorsale Einstülpung, bei der Mündung schmal, nach innen sich erweiternd. Sie drängt zwischen

Furchungshöhle und Urdarm vor und wird von letzterem durch eine Scheidewand mit einer Neigung von etwa 60° getrennt. Diese Scheidewand ist bei Q an mehreren Stellen durchlöchert und zeigt bei R' eine grosse runde Öffnung. In der Rekonstruktion ist die Höhe natürlicherweise stark verkürzt. Diese Lagerungsverhältnisse können noch von den Figuren 3a, b, c und d T 32 verdeutlicht werden. In Fig. 3a ist nur die eine laterale Tasche, der mediane Teil der Furchungshöhle und die Rückenmundrinne zu sehen. In Fig. 3b ist der mediane Spalt in der Rückenmundlippe von den beiden Höhlen, die zur lateralen Tasche gehören, getrennt. Unter diesen letzteren findet man den ganz von Makromeren umrandeten Urdarm, während die dorsale Invagination sich zwischen Urdarm und Furchungshöhlenreste eindrängt. Die Scheidewand zwischen Archenteron und dorsale Einstülpung zeigt noch keine Öffnung. In den mehr medianen Schnitten, die in Fig. 3c und d abgebildet worden sind, stehen dorsale Einstülpung und Archenteron in offener Verbindung. In diesen Figuren ist von der Furchungshöhle nur der Spalt in der dorsalen Rückenmundlippe übrig geblieben.

Betrachten wir jetzt die Schnitten-Serie R' etwas näher. Die ersten 6 Schnitte sind von 2 Teilen gebildet. Nach oben findet sich ein horizontales Mikromerenstäbchen durch einen Spalt von einem dreieckigen unteren Teil getrennt. Der Gipfel des Dreieckes ist nach unten gerichtet und zeigt einige Makromeren mit Dotterkörnern bis 20μ im Durchschnitt. Die nach oben gerichtete Basis ist von Mikromeren mit Dotterkörnern bis 5μ gebildet (Fig. 3c, T 32). Wir haben hier also mit tangentialen Schnitten durch die laterale Notoporusrinne zu schaffen. Der Spalt ist das Lumen der Rinne, das Mikromerenstäbchen, der oberhalb des Notoporusrandes sich findende animale Teil, die Dreiecke der unterhalb dieses Randes sich findende vegetative Teil des Eies. Da wir das Lumen in der Mitte bis an den

6. Schnitt beobachten können, besitzt die Rückenmundrinne seitwärts eine Tiefe von $6 \times 15 \mu = 90 \mu$. Die Breite im ersten Schnitte war 300μ . Wie aus dem Gesagten deutlich hervorgeht, bildet die Notoporusrinne seitwärts keine Grenze zwischen Makromeren und Mikromeren, sondern ist innerhalb der letzteren gelagert. An der vorderen Seite war sie innerhalb der Makromeren zu finden.

Wir dürfen aus diesen Tatsachen also schliessen, dass die Umwachsung des Dotters von den Mikromeren, nicht bloss von einer Epibolie verursacht wird, wie in den späteren Stadien der Fall ist, sondern dass im Anfange auch die Delamination der oberflächlichen, zerkleinerten Dotterzellen eine bedeutende Rolle spielt. Denn auf diese Weise können wir es erklären, dass die Rückenmundrinne bei ihrem ersten Auftreten innerhalb der Makromeren liegt, dass sie darauf durch eine rege Zellteilung der oberflächlichen Dotterzellen innerhalb der Mikromeren gelangt, um weiter nach hinten, als schon eine bedeutende Mikromeren-Invagination stattgefunden hat, eine Grenze zwischen Mikromeren und Makromeren zu bilden.

Im Schnitt 7 wird also die einheitliche Rinne in einer hinteren, 900μ langen und einer vorderen, 350μ langen getrennt. Die erstere verbindet sich später mit der dorsalen Einstülpung, die letztere bildet eine seichte Fortsetzung der Notoporusrinne nach vorne (Fig. 3 a—d, T 32). Die Stelle des vorderen Rückenmundrandes ist mit einem * markiert worden.

Weiter der Mediane zu nimmt die Tiefe der beiden Rinnen ab. Bei der hinteren liegt die Ursache darin, dass die Schnitte nicht mehr in der Länge, aber schräg zur Notoporusrinne verlaufen, bei der vorderen findet auch in absolutem Sinne eine Abnahme statt, wie die Rekonstruktion zeigt. In den Schnitten 38—40 ist die Invagination beiderseits am kleinsten, vorn 140μ hinten $250—260 \mu$. Im Schnitt 48 sehen wir, ausser der Rinne, welche senkrecht zur Oberfläche verläuft, den Anfang der dor-

salen Einstülpung, die mehr der Oberfläche gleichgerichtet ist. In der Folge beziehen sich die Längezahlen auf die vertikalen Dimensionen der dorsalen Einstülpung.

Im Schnitt 38 sehen wir zuerst die laterale Tasche der Furchungshöhle, als eine etwas nach vorn gelagerte Spalte. Sie verbreitet sich bald nach hinten. Der vordere Teil erweitert sich, der hintere der dorsalen Notoporuslippe zugewendete Teil bleibt spaltförmig und neigt etwas nach unten (Fig. 3a, T 32).

Nach dem 75. Schnitt kann man die Tiefe der vorderen Notoporusrinne nicht mehr ermessen, bis zum Schnitt 127 ist jedoch noch eine flache Grube zu beobachten. Oberhalb dieser Grube findet sich ein niedriger Leisten, den man bis zum 220. Schnitt verfolgen kann, ohne dass in den letzten 100 Schnitten noch eine wirkliche Grube sichtbar ist. Bei einer Vergrößerung von 13 à 14 ist es kaum mehr möglich den Leisten zu beobachten, ausserdem wird die Beobachtung sehr erschwert dadurch, dass an denselben Stellen auch einige artifizielle Falten anwesend sind. Von Schnitt 220 bis Schnitt 284 war auch keine leise Andeutung eines Leistens zu erkennen. Dann konnte man denselben wiedersehen, und nach 62 Schnitten (346) fand sich unterhalb desselben wieder eine seichte Grube, welche 8 Schnitte hinterher eine Tiefe von 8μ zeigte. Die Tiefe vergrösserte sich nicht um vieles und im Schnitte 392 erfolgte die Vereinigung mit der hinteren Notoporusrinne. In den letzten 3 Schnitten (392 bis 395) ist nur der dorsale Rand anwesend. Die Tiefe der Rinne ist hier also nur $45 \text{ à } 60 \mu$, während sie an der anderen Seite 90μ betrug. Dieser Unterschied ist teils eine Folge der nicht ganz sagittalen Schnittführung, teils ist er wirklich anwesend, wie aus der Rekonstruktion ersichtlich ist (Fig. 3, T 31).

Der hintere Teil der Notoporusrinne vertieft sich im Anfang nur ganz allmählich. In Schnitt 67 ist sie nur 850μ , in Schnitt 79 1280μ tief, dann aber erreicht die Tiefe in 5 Schnitten die doppelte Grösse, d. h. 2,4 mm. Das Lumen ist hier noch

ziemlich unregelmäßig gebildet. Im selben Schnitte sieht man den Anfang der Trennung der seitlichen Furchungshöhle in zwei Räume, indem Zellen der Decke und des Bodens einander entgegenwachsen. Im 92. Schnitte ist der vordere Raum, welcher mit der Archenteronhöhle kommuniziert, ganz vom hinteren getrennt. Der erstere hat eine Länge von 0,7 mm und eine Höhe von 0,3 mm, während der letztere an der vorderen Seite eine Höhe von 0,3 mm besitzt, sich nach hinten verschmälert und eine Länge von 2 mm besitzt. Ausserdem ist zwischen den beiden Blättern der Notoporuslippe ein 2,3 mm langer Spalten anwesend.

Schon im Schnitt 78 deuten einige Spalten im Dotter den Anfang des Archenterons an. Eine scharf abgegrenzte Höhle ist nur von Schnitt 97 an ersichtlich. Eine gute Darstellung der Lagerungsverhältnisse dieser Höhle gibt uns Fig. 3 b, T 32 (Schnitt 118). An der linken Seite sieht man die flaschenförmige dorsale Einstülpung, gerade oberhalb derselben der spaltförmige, mediane Teil der Furchungshöhle, der sich nach vorne zum hinteren seitlichen Raum erweitert. Etwas schräg nach vorne liegt der vordere Raum der seitlichen Furchungshöhle und unterhalb dieser beiden Räume findet sich der quadratische Urdarm, nur durch wenige Zellen von der dorsalen Einstülpung und vom vorderen Furchungshöhlen-Raum getrennt. In der hinteren Wand des Archenterons sind noch einige Spalten zu beobachten. Ich weiss nicht wiefern diese artifiziell sind, oder aber auf eine schizogene Erweiterung dieser Höhle weisen.

In Schnitt 110 zeigt sich eine Lücke in der Trennungswand zwischen Urdarm und dem vorderen Teil der Furchungshöhle; 26 Schnitte weiter ist die Wand ganz verschwunden und sind in der Archenterondecke eine Anzahl Mikromeren eingeschaltet.

Einige Schnitte nach dem 118. wird der hintere Raum der lateralen Furchungshöhle spaltförmig und wird dieser wahrscheinlich vom medianen Teil getrennt. Ich habe diesen Punkt

nicht mit Gewissheit bestimmen können. In Schnitt 141 ist aber jede Spur der lateralen Furchungshöhle verschwunden. Einige Schnitte zuvor (136) beobachtet man einige Spalten in der Trennungswand der dorsalen Einstülpung und des Archenterons; diese fließen in Schnitt 158 zusammen zu einer einheitlichen Öffnung, welche bis Schnitt 208 sichtbar ist. Einige Spalten lassen sich noch bis zu dem 213. Schnitt beobachten. Die wirkliche Öffnung hat also eine Breite von 50 Schnitten = 750μ , während die grösste Höhe 680μ ist. Sie ist also ein wenig breiter als hoch und liegt etwas mehr ventralwärts als dorsalwärts in der Trennungswand, was nicht aus der Rekonstruktion, aber sehr gut aus Fig. 3 d, T 32 zu ersehen ist. In dieser Figur habe ich die spaltförmige, mediane Furchungshöhle schwarz gefärbt. Die Decke des Urdarms besteht zum grössten Teil aus Mikromeren. Ihr schräger Verlauf ist eine Folge der Drehung des Eies während der Entwicklung.

Ich werde nun zum Vergleich einige Zahlen von dem Abmass einzelner Organe geben.

	Länge mm	Breite mm	Höhe mm
Das Ei	7,2	5,9	6,1
Archenteron	4,4	3,8	2
Makromerenfreier Teil der Urdarmdecke	2,25	3,4	—
Dorsale Invagination	3,1	3	0,8
Medianer Teil	2,8	5	—
Lateraler Teil			
Vorderer Raum			
		der Furchungshöhle	
	3,2	1,6	0,45
	0,8	0,78	0,4

Wie man aus der Rekonstruktion ersehen kann, hat der makromerenfreie Teil der Urdarmdecke eine ovale Gestalt; seine Längs-Achse ist quer zu der des Eies gerichtet und er ist

etwas nach vorne gelagert. Ich habe auf derselben Weise wie bei den ersten Eiern den Inhalt dieses Teiles berechnet, und komme zur Schlussfolge, dass $\frac{3}{5}$ der Decke von Makromeren ausgekleidet sind und $\frac{2}{5}$ nur aus Mikromeren gebildet wird. Die dorsale Einstülpung ist sehr asymmetrisch ausgebildet, wie die Rekonstruktion zeigt. Die linke Seite ist stark hervorgewölbt, während die rechte ziemlich gerade verläuft. Infolge der nicht ganz sagittalen Schnittführung, ist dieser Unterschied in den Schnitten noch grösser als in der Rekonstruktion¹⁾. Schon im Schnitt 185, d. h. noch 13 Schnitte diesseits des Medianschnittes ist die dorsale Invagination von seiner Mündung abgeschnürt (siehe Fig. 3 c, Pl. 32). Die Länge der abgeschnürten Höhle ist dann 2,3 mm. Sie wird in den nächsten Schnitten nur allmählich kleiner. In Schnitt 255 beträgt sie noch 1,5 mm, dann wird die Höhle rasch kleiner und ist im 300. Schnitt verschwunden.

Das Archenteron ist bis zum 300. Schnitt zu ersehen. Seine Breite beträgt also 240 Schnitte = 3,6 mm. Aus der Rekonstruktion ergibt sich eine etwas grössere Breite (d. h. 3,8 mm). Seine horizontale Projektion bildet ein Viereck mit abgerundeten Seiten. Der laterale Teil der Furchungshöhle ist wieder von Schnitt 275 an zu ersehen, da derselbe aber lädiert ist, werde ich keine Angaben darüber tun. Im Schnitt 385, d. h. 10 Schnitte oder 150μ vor dem Ende der Serie ist die Furchungshöhle ganz geschwunden. An der rechten Seite war die Entfernung von der Peripherie etwa 4 mal so gross.

Jetzt werde ich noch einiges mitteilen über die Auskleidung der verschiedenen Höhlen.

Die dorsale Decke des ganzen Eies, das Mikromerenblatt wird von ein oder zwei Schichten hochzylindrischer Zellen gebildet. Die Höhe beträgt 80—100 μ , die Breite 30—35 μ . In

¹⁾ Die sagittale Ebene ist in der Fig. 3, T 31 von einer punktierten Linie CD, die Schnitt-Ebene von einer ganzen Linie AB dargestellt.

den lateralen Schnitten sieht man naturgemäß immer mehrere Zellschichten. Von Schnitt 701 an wird ein vorderer zweischichtiger Teil und ein hinterer, einschichtiger beobachtet. Ersterer liegt oberhalb der lateralen Furchungshöhle, letzterer oberhalb des unpaaren Teils. Der einschichtige Teil verbreitet sich nach vorne, infolgedessen wird der zweischichtige Teil nach etwa 20 Schnitten auf den vorderen Raum der Furchungshöhle beschränkt. Auf diese Weise wird derselbe am Aufbau der Archenteron-Decke beteiligt.

In den Figuren 3 b, c und d T 32 sind diese zwei Teile durch ihre resp. Dicke zu unterscheiden. Die kleinen Linien und die Punkte haben nur die Bedeutung einer Arcierung. Indem die Archenteron-Höhle allmählich die Furchungshöhle nach hinten verdrängt, verbreitet sich der zweischichtige Decken-Teil wieder nach hinten. Oberhalb der dorsalen Einstülpung bleibt das Mikromerenblatt einschichtig mit Ausnahme einer $700\ \mu$ langen Platte in der Nähe des Notoporus-Randes.

In den ganz lateralen Schnitten ist der Unterschied in Zellen- und Dotterkörner-Grösse zu beiden Seiten der Urmundrinne klein. Weiter medianwärts vergrößert er sich bei der Mündung, am inneren Ende bleibt er klein. Im Schnitt 61 z. B. finde ich unterhalb der Rückenmund-Lippe Zellen eines Durchmessers von 100 bis $140\ \mu$, mit Dotterkörnern von 8 bis $16\ \mu$, die Lippe selbst zeigt Zellen eines Durchmessers von 30 bis $60\ \mu$ und Dotterkörner von 5 bis $8\ \mu$. In den mittleren Teilen der dorsalen Invagination ist ein augenfälliger Unterschied anwesend zwischen dem erweiterten Teil und dem verschmälerten Hals. (Siehe Fig. 3 f T 32). Ersterer, etwa $\frac{7}{10}$ des ganzen, wird von kleinen, grobkörnigen Zellen, letzterer, etwa $\frac{3}{10}$ des ganzen, von typischen Mikromeren ausgekleidet. Diese Tatsache spricht m. E. für die Betrachtungsweise von Brachet, welche die dorsale Invagination teilweise in Situ durch Auseinanderweichen der Makromeren, teilweise durch Überwachsung der

Makromeren entstehen lässt. Die Grenze zwischen den beiden Teilen ist ziemlich genau zu bestimmen (siehe Fig. 3 f, T 32). Ist diese Erklärung richtig, so müssen die Ziffern für die Überwachsung und die Einstülpung, die ich auf 32° und 48° bestimmt hatte, in 24° und 50° abgeändert werden. Die Drehung des Eies würde dann 15° und nicht 23° betragen. Die Trennung der Einstülpung in einer oberflächlichen Rinne und eine abgeschnürte Höhle findet eben an der Grenze dieser beiden Teile statt. (Siehe Fig. 3 c und d T 32). Der Unterschied in der Grösse der Dotterzellen mit den Eiern O und P ist wahrscheinlich unbedeutend. Da aber die Zellengrenzen in der Mitte des Dotters teilweise nicht genau bestimmbar waren, kann ich darüber keine genaue Auskunft geben.

Das Archenteron des Eies Q unterscheidet sich von dem des Eies R' dadurch, dass die Makromeren-Auskleidung beim ersteren Eie an den Seiten viel weiter medianwärts gewachsen ist, als beim letzteren. Bei Q ist die Decke an der einen Seite 76 Schnitte = 1,14 mm nur aus Makromeren gebildet, an der anderen 30 Schnitte = 0,60 mm. Bei R' sind diese Zahlen 0,40 und 0,15 mm. An der hinteren Seite ist die Unterwachsung dieselbe, an der vorderen Seite ist sie noch nicht so weit vorgeschritten. Dann zeigt die Trennungswand der dorsalen Einstülpung und des Archenterons 3 Öffnungen. Die erstere erstreckt sich von Schnitt 16 bis 85, die zweite von Schnitt 112 bis 136, die dritte von Schnitt 154 bis 239.

Ein wichtiger Unterschied zwischen den beiden Eiern bildet endlich die Mikromerendecke, indem diese beim Ei Q gerade über dem Archenteron einschichtig und über der dorsalen Einstülpung mehrschichtig ist.

Den einschichtigen Teil sieht man zuerst in Schnitt 60 in der Mitte des Archenterondaches. Derselbe wird bald grösser und von Schnitt 120 bis 250 ist auch der obere Teil der hinteren Mikromerenwand einschichtig. Von Schnitt 250 bis 305 ist der

einschichtige Teil wieder auf dem Archenterondach beschränkt. Dann aber wird die ganze Mikromerendecke wiederum zweischichtig. Die Dotterzellen des Ei Q sind ziemlich klein; in der Mitte des Dotters habe ich keine Zellen beobachtet grösser als 240 bis 300 μ . Nur an der Unterfläche zeigen sich einige grössere Zellen.

Das Ei S' (2. Oktober. Alter = 13 Tage).

Bei diesem Ei ist die Trennungswand des Archenterons und der dorsalen Einstülpung fast ganz geschwunden, nur an der einen Seite findet sich ein ganz kleiner Rest derselben (siehe Fig. 4 f T 32). Der Archenteron wird ganz von Makromeren ausgekleidet, nur scheint die Unterwachsung kurz vorher beendet zu sein, da der vordere Deckenteil von einer Schicht, in der Länge gedehnten, schmalen Makromeren gebildet wird. Der hintere, von den eingestülpten Mikromeren herkömmlische Teil der Decke wird gerade von mehreren Schichten polyedrischer Zellen gebildet, und macht einen viel festeren Eindruck (siehe Fig. 4 f T 32). Der Notoporusrand ist zu einem Ring geschlossen und umschliesst einen Dotterpfropf, der nur wenig von der Grösse des Äquatorunkreises abweicht. Äusserlich war der Äquator-Durchmesser 7 mm, der Dotterpfropfdurchmesser $6\frac{1}{2}$ mm gross. Die horizontale Rekonstruktion der Schnittenserie ergab dafür die Zahlen 6,6 und 6,1 mm. (Siehe Fig. 4 a T 31). Eine Invagination fehlt nur im vorderen Teil der Notoporuslippe (siehe Fig. 4 a T 31, 4 d T 32).

Der Rückenmundrand ist hinten 16° und vorn 24° unterhalb des Äquators gelagert, daher stellt die Rekonstruktion (Fig. 4 a T 31) eine Ansicht von unten dar. Während also die dorsale Lippe hier 16° weiter von dem vegetativen Pole entfernt ist, als beim Ei R' (32°), hat der vordere Umwachsungsrand den Äquator passiert und sich dem vegetativen Pole genähert. Im

Stäbchen grobkörniger Zellen von dem übrigen Teil des Schnittes durch die schmale Notoporusrinne getrennt. Hier bildet diese Rinne also im Gegensatz zum Ei R' die wirkliche Grenze zwischen Mikromeren und Makromeren. Unterhalb des Notoporus finden wir Körner bis 16μ , oberhalb desselben sind dieselben nie grösser als 5μ . Die Tiefe der Rinne ist 13 Schnitte oder 130μ , die Breite nur 40μ . In Schnitt 21 verteilt dieselbe sich in einer vorderen und einer hinteren. Die vordere ist im Anfang am tiefsten (860μ). Die Tiefe nimmt aber bald ab, teils infolge der mehr queren Stellung zur Schnittebene, teils weil sie wirklich seichter wird. In Schnitt 55 ist sie 200μ , in Schnitt 68 100μ tief. Dann vertieft sie sich von Schnitt 75 bis Schnitt 100 noch bis 130μ , um sich dann rasch zu verkleinern und in Schnitt 125 faktisch 0 zu werden. Der Umwachsungsrand ist vorn mehr der Mediane zu nur als eine leichte Erhebung ersichtlich. In Schnitt 217 beobachtet man wieder eine seichte Einkerbung.

Die Fig. 4a T 32 gibt uns eine Abbildung des 21. Schnittes. An der unteren Seite ist der linsenförmige Dotterpfropf ersichtlich, welcher durch 2 Zellen mit dem animalen Teil des Schnittes in Verbindung steht. Infolgedessen ist die schmale Notoporusrinne in einer kleineren, hinteren (700μ) und in einer grossen, vorderen Rinne (860μ) getrennt. Der hintere Teil findet sich zur rechten Seite. Der oberhalb der Notoporusrinne gelagerte Teil baut sich auf aus einer 5 bis 6 schichtigen Mikromerenhülle, deren Zellen nicht eingezeichnet worden sind. Dann folgt der spaltförmige Furchungshöhlenrest, der einen Halbkreis bildet. Innerhalb desselben findet sich eine hufeisenförmige Zellenmasse vor, welche von Zellen sehr verschiedener Grösse und Dottergehalts gebildet wird. Sie ist an der Rückenmundrinne mit der Mikromerenhülle verbunden und ist die erste Anlage des peripheren Mesoderms. In der Mitte sieht man endlich eine Zellenkugel, welche mit den Dotterzellen zusammenhängt und dessen Zellen

von ähnlicher Beschaffenheit, wie letztere sind. Sie sind vom Mesoderm durch einige undeutliche Spalten getrennt und gehören unzweifelhaft zu den Makromeren. An der Rückenmundrinne gehen diese Zellarten allmählich in einander über. In den folgenden Schnitten erweitert sich die Furchungshöhle. Das Mesodermband zerfällt in 2 Teile; in einen vorderen und einen hinteren und die Makromerenmasse breitet sich dorsalwärts aus. Die Furchungshöhle erreicht bald ihre Maximalhöhe (600 μ), welche sie während 10 Schnitten behält, dann verkleinert sie sich durch das Emporwachsen der Makromeren, während die Höhle sich nach den Seiten noch weiter ausbreitet. Fig. 4b T 32 (Schnitt 68) möge diese Lage verdeutlichen. Die vordere und hintere Notoporusrinne sind weit auseinander gerückt. Die letztere ist die tiefere (120 μ). Sie tragen beide einen dreieckigen Mesodermflügel. Der Dotterpfropf ist noch ziemlich niedrig, aber die Makromeren sind weit dorsalwärts emporgerückt und infolge dessen bildet die Furchungshöhle nur einen niedrigen Spalt.

In Schnitt 71 erscheinen einige Zellen der Archenteronwand. Zuerst liegen sie frei in der Furchungshöhle, dann vermehren sie sich und verbinden sich mit den übrigen Dotterzellen. Im Schnitt 83 sehen wir zum erstenmale das Lumen, das sich bald nach beiden Seiten erweitert. Das Archenteron verdrängt in der Mitte die Furchungshöhle fast ganz. Im allgemeinen ist die Ausbreitung der Furchungshöhle dieselbe, als die der Notoporusrinne. Sie bildet also eine kreisförmige Kuppe, die oberhalb des Archenterons gelagert ist. Nur an den Seiten und einigermaßen auch hinten und vorn zeigt sie eine deutliche Höhle, während sie in der Mitte faktisch verdrängt ist dadurch, dass die Makromerendecke des Archenterons und das Mikromerenblatt einander fast berühren. Ich habe dieselbe in der Rekonstruktion nicht eingezeichnet, aber ihr Umkreis deckt sich mit dem des Notoporusrandes. (Fig. 4a, T 31). Nirgends findet

sich mehr eine Verbindung der Archenteron- und Furchungshöhle. An der vorderen Seite wird die Abgrenzung des Mesoderms nach dem 188. Schnitte undeutlich. Es bleibt aber neben dem Notoporusrande eine Region ersichtlich, wo die Zellen- und Körnergrösse bedeutend kleiner ist als in dem wirklichen Dotter. Die Körner sind nur ausnahmsweise grösser als 8μ . In den mit Ao 4 gezeichneten Figuren ist dieser Unterschied nicht augenfällig. In der Rekonstruktion habe ich in diesem Gebiete die Striche der Ascierung etwas weiter auseinander gestellt.

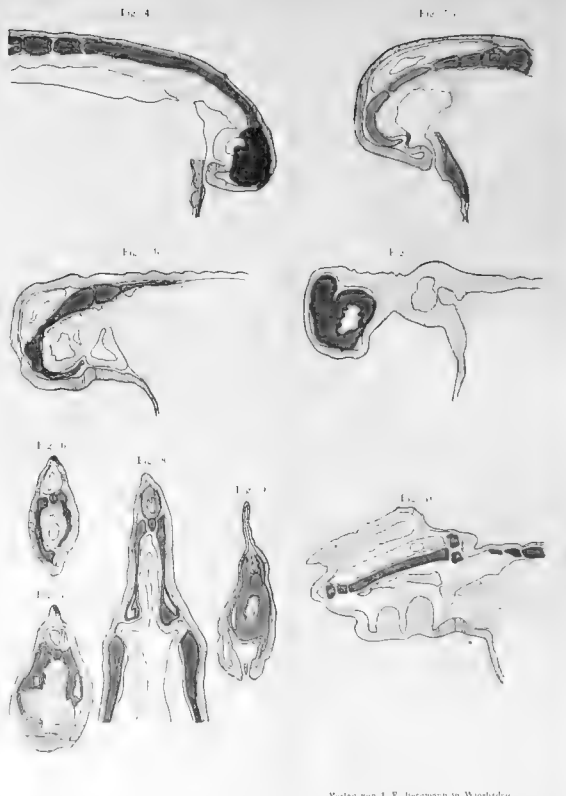
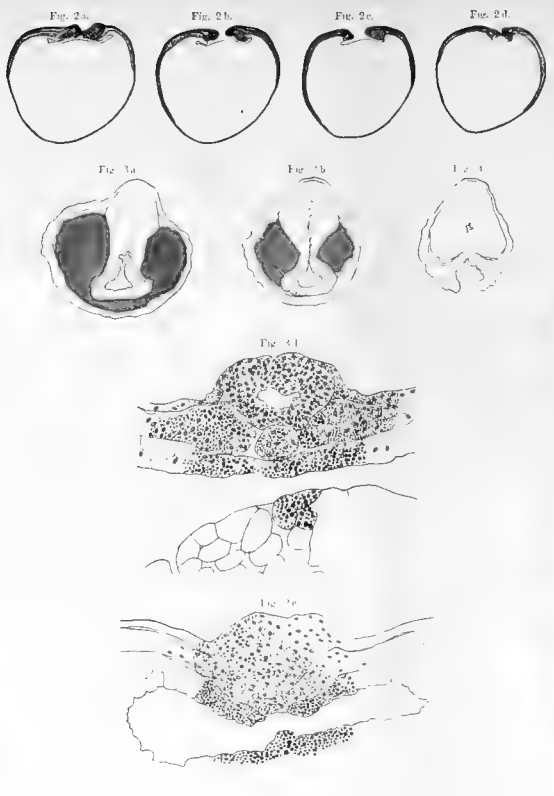
An der hinteren Seite ist die Grenze des Mesoderms bisweilen undeutlich. Dasselbe lässt sich aber doch etwa bis zum Schnitt 240¹⁾ verfolgen, wo es in der mehrere Zellen dicken Decke der dorsalen Einstülpung, in der dorsalen Platte verschwindet und erstreckt sich etwa 1,6 mm von der dorsalen Rückenmundlippe dorsalwärts. Wenn wir diese dorsale Grenze des Mesoderms als die vordere Grenze der dorsalen Platte betrachten, so würde diese letztere sich in Fig. 4a T. 32 beim Punkte a befinden. Wir werden sehen, dass sie sich wahrscheinlich weiter dorsalwärts erstreckt.

Bis zum Schnitt 150 ist die Archentenondecke überall zwei- oder mehrschichtig, nur ist die Höhe der Zellen vorn kleiner als hinten, dann erscheint aber vorn eine Stelle, wo die Decke einschichtig ist. Diese Stelle bleibt ziemlich klein. In Fig. 4d T 32 (Schnitt 251) ist die Länge 0,7 mm. Am längsten ist sie von Schnitt 319 bis 329, d. h. 1 mm. Fig. 4f T 32 gibt uns eine Abbildung des 326. Schnittes, und man sieht, dass der einschichtige Teil eine Länge besitzt von etwa 10 Zellen. Diese Zellen sind in die Länge gezogen, während sie sehr niedrig sind. Die Zellen des zweischichtigen Teiles dagegen sind polyedrisch gebildet. Von Schnitt 350 bis zum Ende der Serie (422) ist die

1) Einige Schnitte, bevor das Archenteron mit dem Notoporus kommuniziert.

ganze Decke wiederum zwei- bis mehrschichtig. Wahrscheinlich hat sich der einschichtige Deckenteil nur seit kurzem gebildet.

In der letztgenannten Figur sieht man ausser der einschichtigen Strecke noch eine Stelle, wo die Decke einen dreieckigen Vorsprung trägt. Dieser ist der Rest der Trennungswand der dorsalen Einstülpung und des Archenterons. Sie ist nur an der einen Seite von Schnitt 314 bis 339 ersichtlich. Lateralwärts ist noch in etwa 15 Schnitten der Unterschied zu ersehen zwischen den fest zusammengeschlossenen kleinen Zellen der dorsalen Platte und den grösseren, lose zusammenhängenden Makromeren. Hier können wir also die Länge der dorsalen Einstülpung bestimmen und diese ist 2,6 mm, das ist also viel grösser als wir aus der Mesodermausbreitung berechnet hatten (1,6 mm). Wahrscheinlich ist die Länge der Einstülpung in der Mediane noch grösser gewesen. Bevor der Urdarm nach aussen mündet (vom Schnitt 83 bis 240, siehe Fig. 4c T 32), hat er die Gestalt eines Vierecks und ist kein der Notoporuslippe zugewendeter Schlauch sichtbar. Vermutlich enthält er also hier noch keinen Teil der dorsalen Einstülpung, wofür auch die durchaus gleichmässige Makromeren-Auskleidung des Daches spricht. Diese Lage ändert sich, sobald der Urdarm sich nach aussen öffnet und das gastrale Mesoderm in dem hintern Teil der Urdarmdecke aufgegangen ist, dann müssen wir diesen hinteren Teil der Darmhöhle als die dorsale Einstülpung betrachten. Im allgemeinen sind die eingestülpten Mikromeren kleiner und fester aneinander gefügt, als die Zellen des vorderen Deckenteiles, und zeigen feineres Dottermaterial, allein die Grenze dieser beiden Teile ist nicht genau zu bestimmen. Nur wo der Rest der Trennungswand anwesend ist (von Schnitt 314 bis 339), kann dies der Fall sein. In diesen Schnitten zeigt das Archenteron eine mehr dreieckige Gestalt, welche aber von dem Einsinken des vorderen Deckenteiles verursacht worden ist. Wenn man sich die Falten geebnet denkt, bekommt das Archenteron des



Eies S dieselbe trapezoide Gestalt als beim Ei R (vergleiche dazu Fig. 4 d und 3 d T 32).

Während an der einen Seite die dorsale Einstülpung und die Ausmündung des Urdarmes etwa in dem Medianschnitt erscheinen, lassen sie sich an der anderen Seite bis nahe dem Ende der Serie verfolgen. In Schnitt 400, die sich der Figur 4 a T II ähnelt, beobachtet man in der Mitte der Makromeren eine kleine rundliche Höhle, der letzte Rest des Archenterons. Diese steht mittels einer schmalen Öffnung mit einem kleinen vier-eckigen Raum in Verbindung, der in der hinteren Notoporus-Rinne mündet. Das Mesodermband verschwindet in der hinteren Wand dieses Raumes, man darf ihn also als einen seitlichen Teil der dorsalen Einstülpung betrachten. Die erstgenannte Höhle ist im folgenden Schnitt verschwunden, die dorsale Einstülpung ist aber noch 6 Schnitte sichtbar (bis Schnitt 406). Sie hat also eine Breite von 166 Schnitte (von Schnitt 240 bis 406), d. i. $2409 \mu = 2,5 \text{ mm}$, während ihre Länge, wie oben gesagt, mehr als 2,6 mm misst. Die asymmetrische Lagerung des Urdarmkomplexes wird teils von der nicht ganz saggitalen Schnittführung verursacht, teils ist sie wirklich anwesend, wie die Rekonstruktion aufweist. Es ist eine ähnliche Erscheinung, wie wir auch bei der dorsalen Einstülpung des Eies R' beobachtet haben. An der linken Seite erstreckt sich die Notoporusrinne viel weiter medianwärts als an der rechten, wo ein Teil der Rinne wie in die Darmhöhle aufgenommen erscheint. Die Ausbreitung des peripheren Mesoderms von der rechten Seite der Mediane zu gibt uns einen Anhaltspunkt, wie weit die Rinne sich normaliter medianwärts erstrecken würde. Man bekommt den Eindruck, dass Zellenmaterial der Notoporusrinne schon an der Auskleidung der Darmhöhle teilnimmt, ohne dass die in normalen Fällen damit coïncidierende Konkreszenz stattgefunden hat.

Das Archenteron erstreckt sich also, wie oben gesagt, von

Schnitt 83 bis 400, d. i. über eine Breite von 4,1 mm, während ich die Länge auf 4 mm schätze. (In den Medianschnitten war die Grenze gegen die dorsale Einstülpung nicht bestimmbar.) Die Rekonstruktion gibt aber eine Länge des Archenterons von 3,75 mm und diese ist die rechte, da die Schnittführung nicht genau sagittal war und die Werte also nur mittelst einer Rekonstruktion genau bestimmt werden konnten

Wie aus den Figuren 4c und 4d zu ersehen ist, ist an der vorderen Seite unterhalb des Archenterons eine schizogene Höhle anwesend. Eine derartige Höhle werden wir auch bei den abnormen Eiern R'' und S finden. Ihre grösste Länge (in Schnitt 210) ist 1,4 mm, während ihre Breite sich von Schnitt 121 bis Schnitt 303 erstreckt (= 2,6 mm) und ihre Höhe 0,6 mm beträgt. In der Rekonstruktion ist diese Höhle nicht gefärbt und die Grenze wird von .+ .+ .+ . gebildet. Wie ersichtlich, ist ihre Lagerung nicht ganz symmetrisch zur Medianebene.

Von Schnitt 271 bis Schnitt 000 findet sich eine Verbindung mit dem Archenteron, die von einigen Spalten hergestellt wird. Diese Spalten mögen vielleicht Artefacten sein, dennoch spricht der Vergleich der Medianschnitte aus den Serien S, T und V' dafür, dass der Urdarm sich an der vorderen Seite schizogener Weise erweitert, denn bei diesen letzteren Eiern hat das Archenteronlumen nicht nur an der vorderen Seite bedeutend zugenommen im Vergleich mit dem des Eies S', sondern das vordere Ende hat sich dem Äquator genähert (vergl. dazu Fig. 4d T 32 mit den Fig. 5 T 31 und 1a und 1b T 33).

Vom Mesoderm kann ich nicht viel mehr erzählen. Im Schnitt 357 erscheint es an der hinteren Seite oberhalb des Archenterons, im Schnitt 368 auch an der vorderen Seite. Diese beiden Teile vereinigen sich im Schnitt 385. Bis zum Ende der dorsalen Einstülpung im 406. Schnitt fehlt an der dorsalen Notoporuslippe eine deutliche Differenzierung. Nachher erfüllen

die Mesodermzellen den ganzen Raum innerhalb der Mikromerenschicht bis zum 417. Schnitte. Dann erscheint die Spalte zwischen Mesoderm und Mikromerenschicht. Die letzten 5 Schnitte zeigen nur eine dicht zusammengedrückte Masse von Mikromeren.

Der Dotter lässt noch ziemlich grosse Zellen erkennen. Eine der grössten hatte eine Länge von $700\ \mu$ und eine Breite von 24 Schnitten oder $360\ \mu$. Die Durchschnittslänge und -Breite war etwa resp. $315\ \mu$ und $225\ \mu$. Ich habe viele körnerfreie Höfe, jedoch ohne Kern, beobachtet. In einem Falle war die Länge $114\ \mu$, die Breite $135\ \mu$, in einem anderen resp. $157\ \mu$ und $170\ \mu$.

Zum Schluss muss ich noch einige zusammenhängende Ektodermfalten erwähnen, die man an der vorderen Seite des Eies in der Nähe der soeben genannten schizogenen Höhle vorfindet. In Fig. 4b T 31, die vordere Ansicht des Eies, ist dieser Teil der Eioberfläche mit Punkten versehen worden. Das Faltengebiet hat eine Breite von 240 Schnitten oder 3,1 mm, während die Länge in der Mitte 1,4 mm ist. Die Fältchen ähneln in einigen Schnitten den späteren Gehirnfalten, aber diese Deutung ist gewiss falsch. Wenn man die Lagerung dieser Ektodermleisten mit derjenigen der Gehirnplatte der Eier V' und W vergleicht, zeigt es sich, dass die ersteren sich unterhalb des Archenterons vorfinden, während die Gehirnplatte der letzteren vom Boden des Archenterons noch durch die 1,5 mm lange Mundplatte getrennt ist. Ausserdem verlaufen die einzelnen Falten sehr unregelmässig, wodurch jedenfalls eine morphologische Deutung der einzelnen Falten auszuschliessen ist. Wahrscheinlich sind dieselben durch Schrumpfung der Mikromerenhaut bei der Fixierung, Färbung oder dem Einbetten verursacht worden. Fig. 4e T 32 zeigt einen Schnitt durch die Faltenregion, während dieselben auch in den Figuren 4c und 4d T 32, an der linken Seite der Figuren ersichtlich sind.

Das Ei T (3. Oktober, Alter = 14 Tage).

Äusserlich zeigte dieses Ei eine bilateral-symmetrische Gestalt. Die Länge war 7 mm, die Breite $6\frac{1}{2}$ mm. Der länglich-rechteckige Dotterpfropf hatte sich bedeutend verkleinert im Vergleich zum vorigen Ei. Seine Längsachse war senkrecht zur Längsachse des Eies gerichtet. Die Länge und Breite desselben war resp. $2\frac{1}{2}$ und 4 mm. Ausserdem war eine seichte Rückenrinne anwesend, die sich der Notoporuslippe zu verbreiterte (siehe Fig. 5 b T 31).

Das Ei wurde in horizontalen Schnitten (d. h. dem Notoporusstand gleich gerichteten) zerlegt und mit Boraxkarmin gefärbt. Die aus der Schnittserie rekonstruierten Zahlen stimmen nicht ganz mit den oben genannten. Die Breite des ganzen Eies hat sich beim Schneiden ausgedehnt, während gerade der Dotterpfropf in der Länge zugenommen hat. Die Länge, Breite und Höhe rekonstruiere ich aus den Schnitten als resp. 6 mm, 5,9 mm und 5,7 mm (378 Schnitte von $15\mu = 5670\mu$). Die Länge und Breite des Dotterpfropfes auf diese Weise berechnet, sind einander gleich und betragen 3,5 mm. Zum Vergleich folgt hier das Maß des Dotterpfropfes beim Ei R' und S'. Denkt man sich den Notoporusrand des Eies R' vollendet, dann hat der Dotterpfropf eine Länge von 6,5 mm und eine Breite von 5,7 mm. Beim Ei S' war er in den beiden Dimensionen 5,3 mm gross. Es hat also eine beständige Abnahme des Dotterpfropfumfanges stattgefunden infolge der Überwachung des Dotters von den Notoporuslippen.

Diese Schnittserie lässt sehr gut das allmähliche Eliminieren des denterogenetischen Zellenmaterials aus der Darmauskleidung beobachten. Die ursprüngliche Decke der dorsalen Invagination ist zum grössten Teil von Makromeren unterwachsen, nur noch in der Mediane begrenzen die eingestülpten Mikromeren das Darmlumen (siehe Fig. 5 d T 32). Dieser mediane Zellenstreifen

ist die Anlage der Chorda dorsalis und ihre Ausbreitung deckt sich ungefähr mit jener der Rückenrinne, wie diese verbreitert sie sich der dorsalen Lippe zu. Diese letztere war äusserlich etwa 5 mm lang, in den Schnitten konnte ich sie nur 2,7 mm (178 Schnitte) verfolgen. Die Stelle aber, wo die Chorda-Anlage noch in der Darmdecke aufgenommen erscheint, fängt mehr in der Nähe der dorsalen Lippe an und endet mehr nach vorn. Im ganzen ist dieselbe auch etwa 5 mm lang.

Wenn man das proximale Ende der Chorda-Anlage, wie das vordere Ende der dorsalen Platte betrachtet, so wird im Vergleich zu den Eiern R' und S' die Position des morphologischen Ei-Äquators, wie ich sie in Fig. 5 a T 31 angegeben habe. Diese Figur ist die Rekonstruktion eines Medianschnittes. Die dunkel gefärbte Höhle ist das Darmlumen, die einmal arciierte Partie die seitliche Ausbreitung des Mesoderms auf dem Median-Schnitt projiziert, der doppelt arciierte Teil der Darmdecke die dorsale Platte. Wofern die Bestimmung des Äquators richtig ist, befindet sich die dorsale Lippe 62° und die ventrale 50° unterhalb des Äquators. Die Überwachsung des Dotters von der dorsalen Lippe scheint sehr launisch vor sich zu gehen, während das Fortschreiten der ventralen Lippe eine gewisse Regelmäßigkeit nicht verkennen lässt, wie die hier folgenden Ziffern zeigen werden.

Beim Ei	O	P	R'	S'	T
Die dorsale Lippe befindet sich unterhalb des Äquators	12°	50°	32°	16°	62°
Unterschied mit O	0°	38°	20°	4°	50°

Beim Ei	R'	S'	T
Die ventrale Lippe befindet sich unterhalb des Äquators	— 35°	24° +	50°
Unterschied mit R'	0	59°	85°

Das Mesoderm ist seiner ganzen Länge nach mit der Chorda-Anlage verbunden und hat sich über die hintere und untere Eihälfte ausgedehnt, wie aus der Rekonstruktion ersichtlich ist.

Schon im vorigen Kapitel habe ich die grosse Ausdehnung des vorderen Teils des Archenteronlumens bei den Eiern T und W erwähnt, der hintere, nur seit kurzem gebildete Teil ist sehr niedrig, während die Breite sehr beträchtlich ist. Diese letztere ist in der Nähe der dorsalen Lippe eben so gross, wie jene des Dotterpfropf (d. h. 3,4 mm). Weiter dorsalwärts verschmälert sich das Darmlumen (2,4 mm) um sich dem erweiterten Teil zu wieder zu verbreitern. Die vorderen und seitlichen Notoporusränder zeigen keine nennenswerte Invagination, nur ganz hinten findet sich ein Rest der seitlichen Invagination. Ich habe denselben in der Rekonstruktion mit einer etwas helleren Farbe versehen, als das eigentliche Darmlumen (siehe Fig. 5 a T 31).

Wenn wir die Schnitten-Serie durchschauen, von der unteren Seite anfangend, sehen wir in den ersten 9 Schnitten nur den Dotterpfropf. Er ist vorn abgerundet und hinten abgeflacht. Im 10. Schnitt erscheinen seitlich einige Mikromeren, dem Dotter angelagert. Vor dieser Stelle ist von einer Invagination keine Rede, sondern nach einigen Schnitten ist die vordere Seite ganz von einer dünnen Mikromerenschicht eingehüllt. Leider ist diese Mikromerenhülle von Schnitt 42 bis Schnitt 150 an einigen

Stellen verletzt. Es ist sehr augenfällig, dass jenes Fehlen der Mikromerendecke keine natürliche Begebenheit ist, aber künstlich erzeugt ist.

Von Schnitt 22 an sieht man zwischen der einschichtigen Mikromerenhaut und den polygonalen Makromeren eine Schicht der Länge nach gedehnter Elemente erscheinen, das Mesoderm. Dasselbe ist bald von den Dotterzellen durch einen deutlichen Spalt getrennt, doch zeigen die Dotterkörner seiner Zellen im Anfang keinen beträchtlichen Unterschied mit denen der Makromeren. Es versteht sich, dass gerade am Notoporusrande und einigen Schnitten nachher die Mesodermdifferenzierung noch nicht sichtbar ist.

Die hinteren Zipfel der Mikromerendecke haben bald (von Schnitt 20 an) die typische Gestalt der Notoporuslippen. Sie sind abgerundet und heben sich ein wenig über dem Dotter empor, in dem 2 deutliche Gruben gebildet werden, die Reste der seitlichen Notoporusinvagination. In der Verlängerung dieser Gruben verläuft die Spalte zwischen den Makromeren und dem Mesoderm. Das letztere ist also deutlich zur Notoporusrinne gehörig und ist an der hinteren Seite von Anfang an von den Dotterzellen durch die Grösse seiner Dotterkörner unterschieden, wie Fig. 5 e T 32, der linke Notoporuszipfel des 35. Schnittes, zeigt. In der Nähe der hinteren Zipfel ist das Mesoderm fünf- bis sechsschichtig. Die Dicke nimmt aber nach vorne allmählich ab und an der vorderen Seite ist das Mesoderm nur einschichtig.

In Schnitt 39 fehlt dasselbe vorn. Das Aussehen der Schnitte bleibt nun bis zum 61. Schnitte dasselbe, nur ragen die Notoporuslippen allmählich mehr über dem Dotter hervor und heben sich die Mesodermzellen auch seitwärts besser von den Dotterzellen ab. Vorn endet das Mesoderm in zwei zugespitzte Zipfel. (Siehe Fig. 5 c T 32.)

In der Nähe der Notoporuslippen sind die Dotterkörner der Mesodermzellen im Durchschnitt 5μ gross, einzelne Körner

zeigen eine Grösse von 7 oder 8 μ . In den daneben sich befindenden Makromeren sind die Körner meistens 10 bis 15 μ gross.

Im 61. Schnitt ist die Entfernung des linken und rechten Notoporusrandes noch 2,6 mm, in den folgenden Schnitten verkleinert sie sich bedeutend. Im 65. Schnitt ist dieselbe 1,2 mm und im 78. Schnitt haben die Ränder sich vereint. Infolge dessen wird eine niedrige (7 μ) aber breite (3,4 mm) Höhle, die dorsale Invagination (eigentlich der hintere Teil der einheitlichen Darmhöhle) gebildet. Die Mikromerenschicht und das Mesoderm bauen die Decke auf. Seitwärts sind dieselben deutlich getrennt, in der Mitte aber sind sie zu einer drei- bis vierschichtigen Lamelle verwachsen. Die Zellen sind fast gleich gross und auch hinsichtlich der Grösse ihrer Dotterkörner zeigen sie nur unbedeutende Unterschiede. Jedoch sind die letzteren an der inneren Seite etwas grösser als an der äusseren. Äusserlich war diese Verwachsungsstelle als Anfang der Rückenrinne ersichtlich, wiewohl hier im Schnitte von einer Rinne keine Rede ist.

Die Spalten zwischen dem Mesoderm und den Dotterzellen finden sich in derselben Ebene wie die seitlichen Zipfel der dorsalen Invagination. Dieses Verhalten zeigt deutlich, dass das Mesoderm zum grössten Teil von der Mikromerenschicht abgeleitet werden muss, ebenso wie der Zusammenhang des Mesoderms mit dieser Schicht am Notoporusrande und mit der dorsalen Platte an der Decke der dorsalen Invagination dafür spricht. In den seitlichen und vorderen Teilen der Notoporuslippen mag dann vielleicht ein kleiner Teil des Mesoderms in Situ aus den Dotterzellen und nicht durch Invagination der Mikromeren gebildet werden.

In der Nähe der Ausmündung des Darmes (Schnitt 78) werden noch zwei Drittel des Ei-Umkreises vom Mesoderm eingefasst, im 100. Schnitt nur die hintere Eihälfte. Dieses Verhalten bleibt bis zum 195. Schnitte, etwa 10 Schnitte bevor das Arch-

teron S¹ ersichtlich ist, dann wird die Ausdehnung des Mesoderms rasch kleiner. Im 350. Schnitte ist auch an der hinteren Seite keine Spur des Mesoderms übrig. Die letzten 30 Schnitte enthalten also kein Mesoderm. Die Figuren 5 a und b T 31 geben ein sehr deutliches Bild der Mesodermausdehnung beim Ei T.

Wie in den vorigen Bildern wird die Ausdehnung des Mesoderms von einer einfachen Arcierung gekennzeichnet.

Der arcierter Teil ist fast die Hälfte der Ei-Oberfläche, während ihre Ausdehnung beim Ei S' weniger als ein Viertel derselben umfasste. Fassen wir nun die Auskleidung der dorsalen Invagination ins Auge, dann zeigt sich, dass die oben genannte Vewachungsstelle, die im Anfang 1,3 mm breit war, bald schmaler wird. Im 90. Schnitt ist ihre Breite noch 0,5 mm.

Vom 85. bis zum 119. Schnitte wird die Darmdecke hervorgewölbt von einer sehr grossen Zelle, die zwischen Ektoderm und Mesoderm gelagert ist. Sie enthält viel grössere Dotterkörner als die nächsten Mesodermzellen (bis 20 μ) und ist also eine typische Makromere. Sie besitzt eine Länge von 200 μ , eine Breite von 400 μ und eine Höhe von 35 Schnitten = 525 μ . Die Bedeutung dieser Zelle ist mir nicht klar geworden. Die Figur 5 f T 32 gibt ein Bild dieser Zelle und ihrer Umgebung.

Der Boden der dorsalen Invagination wird in der Mitte von sehr grossen Makromeren gebildet. Eine dieser Zellen war 1,4 mm lang und 0,8 mm breit. Der mittlere grosszellige Teil ist etwa 1,5 mm, jeder der beiden seitlichen kleinzelligen Bodenteile 0,5 mm breit. Diese letzteren enthalten Zellen von 60 bis 150 μ Länge. Die kleinen Makromeren zeigen viele grosse Körner (bis 20 μ), die aber nicht zusammenschliessen, während die grossen Makromeren verhältnismässig weniger grosse Körner enthalten, aber von dicht zusammengedrängten kleinen Körnern erfüllt sind.

Die Decke wird in der Nähe der Ausmündung nur von

Mikromeren gebildet, deren Länge von 40 bis 60 μ wechselt und deren Dotterkörner nur 5 bis 10 μ gross sind.

Im 99. Schnitte sehen wir, dass an der rechten Seite 4 kleine Dotterzellen, im 114. Schnitte, dass an der linken Seite deren 5 an der Auskleidung der Decke beteiligt sind. In letzterem Schnitte ist der makromerenfreie Teil 1,7 mm gross, während die Makromerenauskleidung zur rechten und zur linken Seite resp. eine Länge von 0,5 und 0,4 mm besitzt. Dorsalwärts nähern sich die Makromeren der Decke allmählich der Mediane. Im 160. Schnitte, wo die Darmhöhle am schmalsten ist, ist die Länge der makromerenfreien Teile noch 1 mm. In diesem Schnitt ist der 0,4 mm breite Primitivstreifen, wo Ektoderm und Mesoderm verwachsen sind, und die dem entsprechende Primitivrinne deutlich ersichtlich. Wie schon erwähnt, ist am dorsalen Notoporusrand selbst von einer Primitivrinne keine Rede. Die erste Andeutung finde ich 50 Schnitte dorsalwärts von demselben (im 137. Schnitte). Dieselbe ist im Anfang 1,3 mm breit und sehr seicht, wird aber schmaler und tiefer.

Zum besseren Verstehen möge hier die Beschreibung des 185. Schnittes folgen, der in den Figuren 5 a, c und d T 32 abgebildet worden ist. 5 a ist eine Totalansicht des Schnittes, 5 c und d sind Details desselben bei stärkerer Vergrösserung. Die Darmhöhle zeigt eine Breite von 3,3 mm, diese hat also von Schnitt 160 stark zugenommen. Die Höhe des Lumens vergrössert sich von der Mündung an stetig. An letztgenannter Stelle (Schnitt 80) ist sie 70 μ , 40 Schnitte weiter (120) 200 μ , an der schmalsten Stelle (160) 430 μ und hier im 185. Schnitte 750 μ .

An der rechten Seite ist 1,8 mm, an der linken 0,85 mm der Decke von Makromeren gebildet, während in der Mitte ein 0,65 grosser Teil ohne Makromerenauskleidung übrig bleibt. Derselbe entspricht hier fast ganz dem Primitivstreifen, der 0,6 mm breit ist und also wieder etwas zugenommen hat.

Wie aus Fig. 5 d zu ersehen ist, sind die Zellen der inneren Schicht des Primitivstreifens etwas grösser und mehr zylindrisch von Gestalt als die sich seitlich jener anschliessenden Mesodermzellen.

Man darf diese Zellenreihe als die Chorda-Anlage betrachten. Die Figur 5 d hat viel Ähnlichkeit mit den schematischen Figuren, welche Will in seiner Arbeit über die Keimblätterbildung bei den Amnioten von der Mesodermentwicklung des Geckos gibt. Nur ist die Deutung eine andere. Er betrachtet das Unterwachsen der dorsalen Platte als eine Faltenbildung der Urdarmdecke, welche zur Bildung des gastraln Mesoderms führt. Die äussere Zellschicht müsste dann von der dorsalen Platte, die innere von den Makromeren hergeleitet werden. Natürlicherweise würde dann die mittlere Chorda-Anlage aus einer Zellschicht aufgebaut sein. Dieses ist nun beim *Megalobatrachus* ganz und gar nicht der Fall. Der mittlere Teil der dorsalen Platte ist ebenfalls aus zwei Zellschichten aufgebaut, wiewohl bisweilen einzelne Zellen im Primitivstreifen sich von der äusseren Mikromerenschicht bis zur Darmhöhle erstrecken. (Siehe Fig. 5 d.) In der vorigen Schnittenserie S' können wir dasselbe beobachten. Die Unterwachsung hat hier noch nicht angefangen und dennoch wird die dorsale Platte allenthalben von mehreren Zellschichten gebildet. Ausserdem ist kein Unterschied in den beiden Zellschichten des Mesoderms in Anbetracht der Dotterkörner anwesend, während die Mesodermzellen und die Makromeren durch die Verschiedenheit des Dottermaterials scharf getrennt werden können. Weil die Dotterzellen prall von grossen Dotterkörnern erfüllt sind, konnte ich in diesen Zellen die Kerne nicht zeichnen, während dieselben im Mesoderm sehr gut zu beobachten waren (siehe Fig. 5 d T 32). Die Zellen des gastraln Mesoderms stammen also m. E. nur von der dorsalen Platte her, während die Makromeren nur die Bestimmung haben, die definitive Darmdecke zu bilden. Nur an den ventralen und

seitlichen Notoporuslippen mögen Dotterzellen an der Mesodermbildung beteiligt sein. In dieser Hinsicht ist es sehr bezeichnend, dass, während beim Ei S' die Zipfel der Mesodermflügel nicht deutlich von den Makromeren abgegrenzt waren, dieselben beim Ei T scharf von den benachbarten Dotterzellen getrennt sind, wie aus der Fig. 5 c zu ersehen ist. Beim Ei S' war aber noch fast kein gastrales Mesoderm gebildet. Die Rückenrinne des 185. Schnittes ist sehr deutlich; sie ist 1 mm breit und 100 μ tief. In Fig. 5 a ist der Dotter nicht gefärbt, das Mesoderm schwarz angestrichen und das Ektoderm einmal arciiert. Man sieht, wie das Mesoderm die hintere Eihälfte einfasst.

Im 196. Schnitt erscheinen einige Hohlräume zwischen den Dotterzellen, die zusammenfliessen und sich im 201. Schnitte mit der dorsalen Einstülpung vereinigen. Sie bilden den Anfang des Archenterons S. S.

An der linken Seite und in der Mitte bleibt der Archenteronboden noch bis zum 216. Schnitte ersichtlich. Infolge dessen zeigen die Schnitte an der linken Seite einen Auswuchs von Makromeren, die sich zur Mitte der Darmhöhle erstrecken (siehe Fig. 5 b T 32).

Vom 216. bis zum 220. Schnitte ist in der Mitte der Darmhöhle eine ganz von der Wand getrennte Makromereninsel anwesend; nachher verschwinden auch diese letzten Zellen des Archenteronbodens.

Die Schnitte zeigen nun bis zum 138. Schnitte dieselbe Gestalt. Den grösseren Teil des Schnittes bildet die Urdarmhöhle, die von einer Makromerenschicht und vom Ektoderm umlagert wird. An der hinteren Seite finden sich noch die 0,5 mm breiten Primitivstreifen und die 2 Mesodermflügel vor.

Die Makromerenauskleidung des Archenterons ist vorn und an der linken Seite etwas dicker als sonst wo. Vorn verschwindet diese dickere Stelle nur im 360. Schnitt, während dies an der linken Seite sich schon im 265. Schnitte ereignet.

Im 358. Schnitte ist kein Primitivstreifen mehr sichtbar; in den letzten 20 Schnitten wird also der Darmraum ganz von Makromeren begrenzt oder ist nur die Höhle des Archenterons S. S. anwesend, während jene der dorsalen Einstülpung nicht mehr zu sehen ist. Auch die Primitivrinne hört zu gleicher Zeit mit dem Primitivstreifen auf. In der Rekonstruktion wird der Primitivstreifen von einer doppelten Arcierung gekennzeichnet. Sie bildet etwas mehr als die Hälfte der Darmdecke.

Einige Schnitte zuvor (350) ist auch das Mesoderm geschwunden. Im 220. Schnitte umfasst es noch $\frac{3}{7}$ des Umkreises des Schnittes, dann aber nimmt die Verbreiterung schnell ab.

Die Ektodermhülle ist bei diesem Eie im Primitivstreifen am dichtesten (130 μ) und am dünnsten an der vorderen Seite (30 μ). Am Scheitel ist der Durchmesser des Ektoderms 45 μ . Neben dem vorderen Teile des Primitivstreifens vom 250. bis zum 332. Schnitte sind zwei 1,2 mm und 1,8 mm lange Ektodermleisten gelagert, welche vielleicht die Andeutung der Medullärfalten sein mögen. Im 315. Schnitte z. B., wo die Leisten sehr deutlich zu ersehen sind, ist der Durchmesser des Ektoderms am Primitivstreifen 14 μ und an den Leisten 200 μ .

Zum Schluss muss ich noch erwähnen, dass die Darmhöhle im 371. Schnitte nicht mehr ersichtlich, die Makromeren sind im 376. Schnitte geschwunden, das Ektoderm ist bis zum 378. Schnitte ersichtlich. Der Durchmesser des Entoderms ist hier also 75 μ , der des Ektoderms 45 μ .

Das Ei V' (5. Oktober Alter = 16 Tage).

Das sich dem Ei T anschliessende Ei V' ist in allen Hinsichten weiter entwickelt. Der Dotterpfropf ist geschwunden und der Notoporus hat sich in zwei Öffnungen, dem Canalis

neurentericus und dem Anus zerlegt.¹⁾ Ausserdem zeigt die Hirnanlage schon eine Zergliederung in 3 Abschnitten und ist das Mesoderm teilweise segmentiert. (Siehe Fig 6b und c T 32).

Der Anus hat die Gestalt eines V, welche mit der Öffnung nach hinten gerichtet ist. Die Medullarfalten hören gerade oberhalb des Anus auf. Am Ende der Medullarfurche ist die winzige äussere Öffnung des neurenterischen Kanals gelagert. Dieselbe ist von einer seichten Furche mit der Analöffnung verbunden. Äusserlich bekam man den Eindruck, dass die Trennung der beiden Öffnungen noch nicht vollkommen war, aus den Schnitten ist aber deutlich ersichtlich, dass die seitlichen Notoporuslippen verwachsen sind. (Vergleiche dazu Fig. 6c T 31 mit Fig. 1b und 1c T 33).

Wie gesagt, hat das Mesoderm angefangen sich in Ursegmenten und Seitenplatten zu differenzieren. Äusserlich habe ich 5 Ursegmente beobachtet, in den Schnitten stellt es sich aber heraus, dass es noch ein unter der Gehirnplatte verborgenes vorderes Segment gibt. (Vergleiche hierzu die Fig. 6b mit der Rekonstruktion 6a T 31).

Zur besseren Verständigung möge hier die Deutung der horizontalen Rekonstruktion vorangehen. Ich empfehle dabei dem Lesenden dieselbe (Fig. 6a T 31) mit der Figur 6b T 31 die äussere Gestalt des Eies V' von oben zu vergleichen. Die Rekonstruktion ist ebenfalls eine Ansicht der oberen Seite. In der Mitte findet sich die viereckige Gehirn-Anlage, wie die ganze Neural-Anlage dunkel gefärbt. Die Medullär-Anlage bildet die Fortsetzung derselben nach unten und wird allmählich schmaler. Unterhalb der Gehirnplatte sind zwei ektodermale Falten ersichtlich, eine Andeutung der Abhebung des Kopfes vom Dotter.

1) In dem nachher zu beschreibenden Ei V'' hat sich diese Trennung noch nicht ereignet. In dieser Hinsicht ist das Ei V'' also jünger als V'. Da aber die Färbung schlecht ist und die Schnitte verzerrt sind, lasse ich die Beschreibung des älteren Eies vorangehen.

Dieselben sind durch eine gestrichelte Linie vertreten. Zur Umgehung unnützer Ausführlichkeit habe ich das Relief der Gehirnplatte, welches in Fig. 6b T 31 sehr deutlich zu ersehen ist, fortgelassen. Die Verbreitung des Mesoderms wird von einer einfachen, horizontalen Arcierung dargestellt; seine vordere Grenze ist die Linie .—.—.—. Die Ursegmente dagegen sind vertikal arcirt worden, während die Stelle an der vorderen Seite des Notoporus, wo die drei Keimblätter noch nicht getrennt sind, von einer doppelten Arcierung angedeutet wird. Darin ist die ungefärbte äussere Öffnung des neurenterischen Kanals sichtbar. Da der Anus an der unteren Seite gelagert ist, konnte ich denselben nicht hineinzeichnen. Die Darmhöhle ist etwas heller von Farbe, als die Neural-Anlage. Nur der vordere Teil derselben, wo das Ektoderm und Entoderm zur Mundplatte verwachsen sind, ist nicht gefärbt worden.

Da sich das Mittelblatt allenthalben von den beiden anderen Keimblättern getrennt hat, nur die nächste Umgebung des Notoporus ausgenommen, und die Darmhöhle sonst überall von Makromeren ausgekleidet wird, ist es sehr schwer, genau die vordere Grenze der dorsalen Platte zu bestimmen. Reste der Trennungswand zwischen dem Archenteron und der dorsalen Einstülpung sind natürlicher Weise nicht anwesend. Doch glaube ich, dass es Andeutungen gibt, welche die Bestimmung der Grenze des deutero-genetischen und des proto-genetischen Eiteils ermöglichen. Die Stelle, wo Gehirn- und Medullar-Anlage ineinander übergehen und die vordere Seite des ersten Ursegmentes bilden in E. Punkte dieser Trennungslinie. Ausserdem trennt diese Linie die Darmhöhle in einen breiteren proximalen und einen schmälere kaudalen Teil. In Anbetracht dessen, dass dieser Unterschied zwischen dem proto-genetischen und deutero-genetischen Darmteil auch bei den Gymniophionen anwesend ist (vergleiche dazu Fig. 6a T 31 mit Brauers Textfig. H), glaube ich, dass man ruhig den schmälere Teil der dorsalen

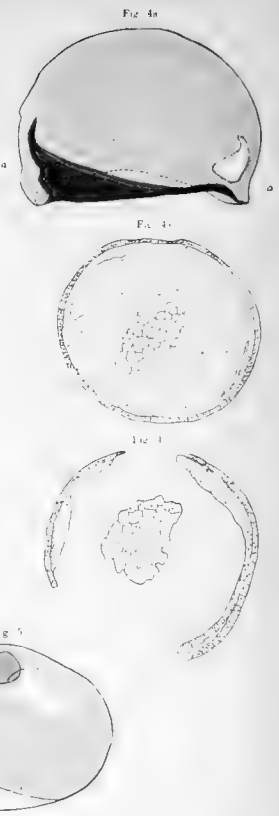
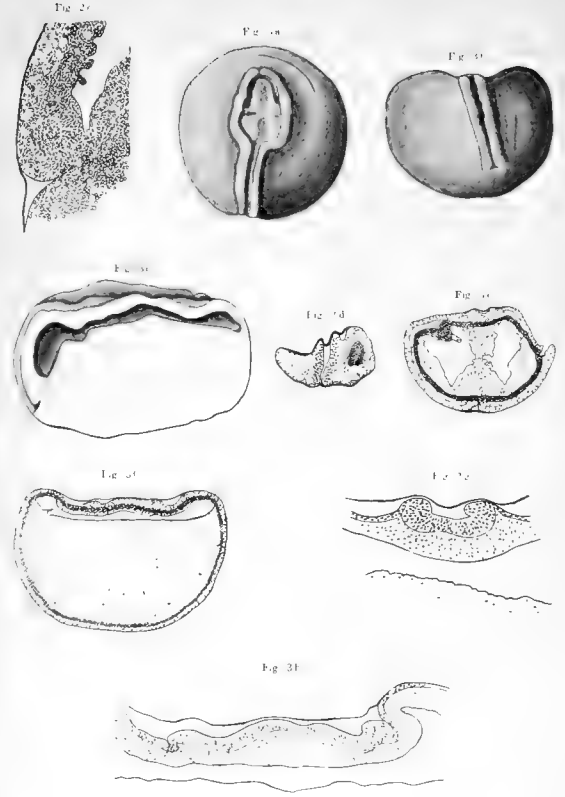
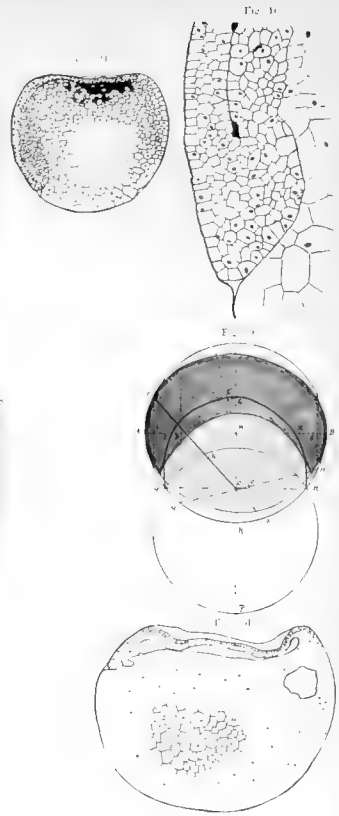
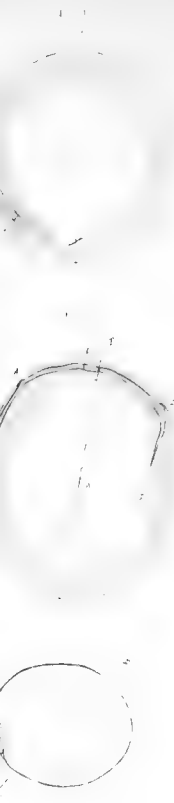
Einstülpung gleich setzen darf. In der Rekonstruktion ist diese hypothetische Grenze zwischen Protosoma und Deuterosoma von $\cdot + : + \cdot + \cdot$ angedeutet worden.

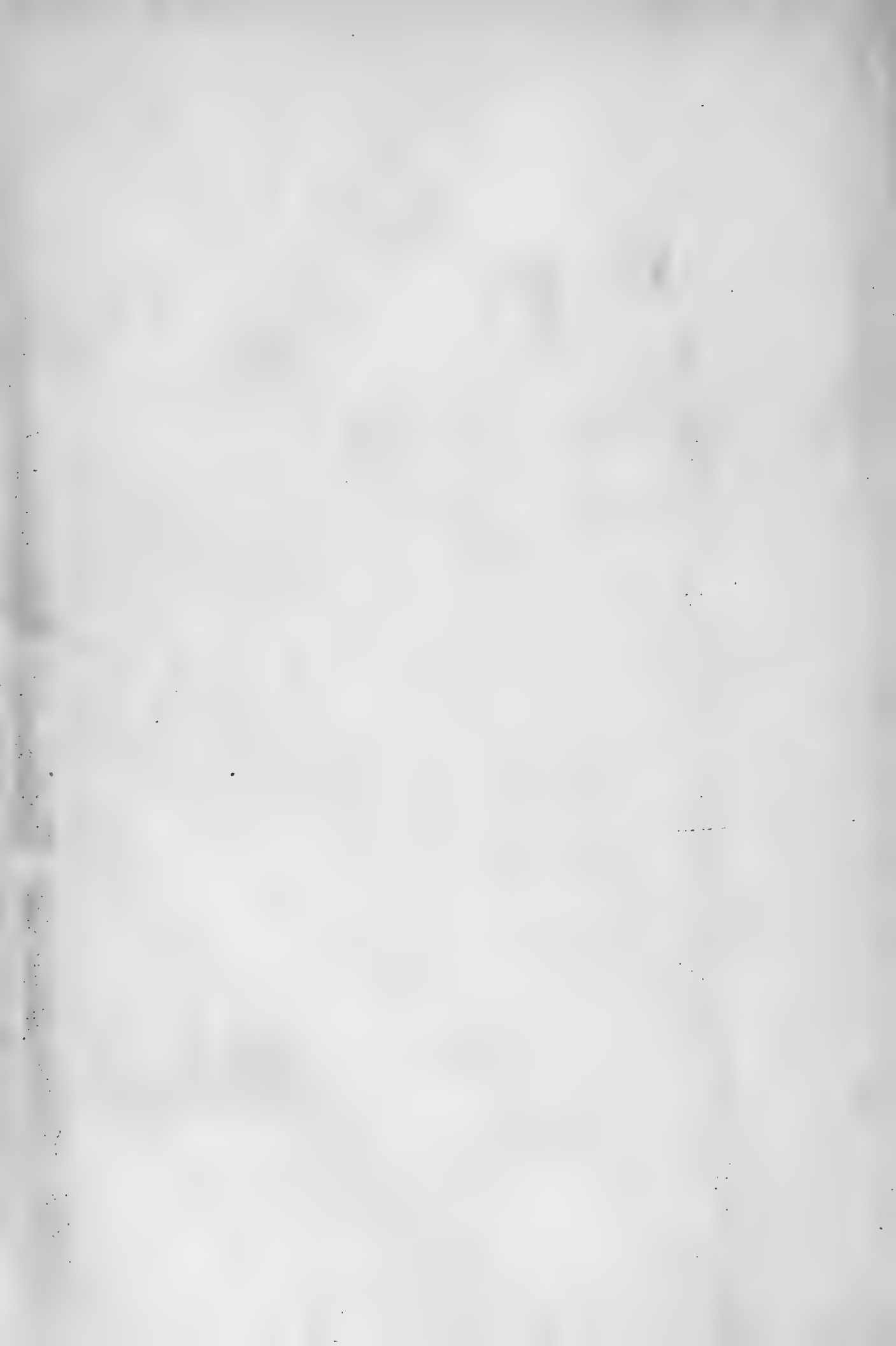
Sofern diese Annahme berechtigt ist und der Primitivstreifen sich nach dem Stadium T nicht weiter nach vorn verbreitet hat, wird die Lage des wirklichen Äquators von der schrägen Linie aq in die Figuren 1 a und b T 33 angegeben. Die Analöffnung findet sich dann 72° unterhalb des Äquators. Die dorsale Notoporuslippe ist also im Vergleich mit dem Ei T 10° ventralwärts gerückt. Die ventrale Lippe, die faktisch an derselben Stelle liegt, ist also 18° hinter dem ventralen Eipole gelagert. Da dieselbe sich beim Ei T 40° vor dem ventralen Eipole fand, hat sie also in 2 Tagen einen Weg von 58° zurückgelegt. Die nächstfolgende Tabelle möge eine Übersicht der Lage der Notoporuslippen bei den Eiern O bis V' geben.

Beim Ei	O	P	R'	S'	T	V'
Die dorsale Lippe befindet sich unterhalb des Äquators	12°	50°	32°	16°	62°	72°
Unterschied mit O	0°	38°	20°	4°	50°	60°

Beim Ei	R'	S'	T	V'
Die ventrale Lippe befindet sich unterhalb des Äquators	-35°	$24^\circ +$	50°	108°
Unterschied mit R'	0°	59°	85°	143°

Im ganzen hat also die dorsale Lippe einen Weg von etwa 72° , die ventrale Lippe dagegen einen von 143° , d. h. einen zweifach längeren Weg zurückgelegt. Man könnte aber be-





haupten, dass beim Ei R' von einer ventralen Lippe noch nicht die Rede sein kann, dass dieselbe zuerst beim Ei S' deutlich erscheint. In diesem Falle würde ihr Weg nur 84° , d. h. immer noch 12° länger als jener der dorsalen Lippe sein. Die Verbreitung des Mesoderms an der ventralen Lippe gibt uns noch einmal den Beweis, dass meine Schätzungen richtig sind. Die vordere Grenze des Mesoderms rückt nicht von der Stelle, dieselbe ist beim Ei T ebenso weit vom Boden des Archenterons entfernt, als beim Ei V'. In beiden Fällen liegt sie etwa 30° unterhalb des Äquators. Für dieses Maß konnte ich nicht den Medianschnitt benutzen, da derselbe gerade an der unteren Hälfte verletzt war (siehe Fig. 1b Taf. 33). Ich habe an dessen Stelle den ersten unverletzten Schnitt der linken Seite genommen, da die rechte Eihälfte auch an der unteren Seite etwas gelitten hatte, wie die Figur 1a T 33 zeigt. Das ventrale Mesoderm vergrößert sich also nur passive durch das Heruntersinken der Notoporuslippe. Der Anwuchs des Mesoderms vom Ei S' bis zum Ei V' gibt mir nun dieselbe Zahl, als die Lageänderung der ventralen Lippe in jenen Stadien.

Die doppelt arciierte Fläche gibt die grösste Ausdehnung der Neubildungszone an, d. h. an den proximalen und lateralen Rändern hat die Ektodermdifferenzierung schon angefangen, während Mesoderm und Entoderm noch vereinigt sind. Der scheinbare Widerspruch in der Rekonstruktion, dass die Neubildungszone sich weiter lateralwärts erstreckt, als das Darm-lumen, erklärt sich durch die grosse Dicke der Seitenwände der Darmhöhle.

Die Ursegmente sind noch sehr schwer gegen die Seitenplatten und gegen den mittleren Mesodermstreifen abzugrenzen, dennoch zeigen sie schon die bekannte Biegung, indem der obere Schenkel jedes Segmentes nach vorn, der untere nach hinten verläuft. Äusserlich ist diese Gestalt nicht ersichtlich, da der obere Schenkel von der Medullar-Anlage verdeckt wird.

Der mittlere Mesodermstreifen muss als Chorda-Anlage betrachtet werden. Diese Anlage ist ganz hinten in der Neubildungszone mit dem Darmepithelium verbunden, zum grössten Teil ist sie aber von demselben getrennt. Eine typische Anordnung der Zellen, wie sie schon im Chorda-Epithelium vom Ei T anwesend war, konnte ich hier nicht beobachten, aber die sagittale Schnittführung ist eo ipse viel weniger geeignet, den typischen Chorda-Aufbau hervortreten zu lassen, als eine Schnittführung quer zur Chorda-Achse, wie beim Ei T.

Das gastrale Mesoderm erstreckt sich nicht so weit vorwärts als die Gehirnplatte, sondern hört hinter der vorderen Hirngrube auf, wie man aus den reproduzierten Schnitten ersehen kann (siehe Fig. 1g, h und i T 33). Die vordere Grenze ist nicht genau zu bestimmen, da es proximalwärts noch nicht vom Entoderm getrennt ist. Etwa $\frac{5}{8}$ der Ei-Oberfläche sind von Mesoderm ausgekleidet, während dasselbe in $\frac{3}{8}$ fehlt. Der letztere Teil ist, wie man aus der Rekonstruktion und der Darstellung der Schnitte ersehen kann, an der vorderen Seite gelagert. Die Ausbreitung hat also im Vergleich mit T, wo die Hälfte von Mesoderm bedeckt worden war, nicht stark zugenommen. Der Zuwachs ist nämlich von der Überwachsung des Dotters durch die ventrale Lippe verursacht.

Die Hirnplatte (siehe Fig. 7b T 31) hat eine viereckige Gestalt und zeigt eine komplizierte Faltenbildung. Das Stadium der Zweiteilung des Archencephalons ist schon vorüber. Den hinteren, ohne bestimmte Grenze in die Medullär-Anlage übergehenden Teil können wir ruhig mit dem Namen Rhombencephalon belegen. Der ganze vordere Teil ist also Prosen-cephalon und Mesocephalon; die Grenze letzterer Gehirnteile ist aber sehr schwer zu bestimmen. Ich lasse darum eine namenlose Beschreibung der Deutung der einzelnen Teile vorangehen. Gerade vor dem Rhombencephalon ist in der Platte eine erhöhte Stelle sichtbar, die eine Art Brücke zwischen

den beiden lateralen Gehirnfalten bildet. Letztere sind im Verhältnis zur Differenzierung der übrigen Falten nur schwach entwickelt und die oben genannte Brücke unterbricht die Kontinuität der lateralen Gruben, die in den vorderen und hinteren Hirnteilen neben den lateralen Falten gelagert waren.

In der Brücke ist eine quere Furche ersichtlich, während eine Median-Furche hinter der vorderen queren Gehirnfurche anfängt und gegen die Medulläranlage aufhört. Die vordere Gehirnfalte ist sehr bedeutend und zeigt kein medianes Grübchen. Hinter ihr liegt die sehr tiefe vordere quere Gehirnfurche. (Siehe Fig. 1 h, i, k, l, T 33). Aus den medianen Schnitten ist zu ersehen, dass unterhalb der vorderen Gehirnfurche die Gehirnplatte und das Darmepithel einander berühren. Hinter der Furche werden dieselben durch das Mesoderm oder die Chorda-Anlage von einander getrennt, an der vorderen Seite findet sich ein dreieckiges Zellenhäufchen, das vom Entoderm her stammt und gerade den Raum zwischen Darmdecke und vorderen Gehirnfalte ausfüllt. (Siehe Fig. 1 k T 33). Diese Zellen müssen als die vordere Entodermtasche betrachtet werden und bilden später eine der Kopfhöhlen, wahrscheinlich nur die vordere oder prämandibuläre Kopfhöhle.

Die topographischen Verhältnisse sind also ungefähr dieselben, wie an jener Stelle, wo nach Miss Platt bei *Necturus* zuerst die Kopfbeuge erscheint. Diese Stelle, wo Entoderm und Gehirnplatte einander berühren, trennt das proximale Chorda-Ende von der vorderen Mesentoderm-Anlage (= Entodermtasche) und wird von Miss Platt als Rudiment eines früheren Mundes aufgefasst. Ich habe aber durch den Vergleich mit etwas älteren Stadien die Überzeugung bekommen, dass die beiden Stellen keine Homologa sind, sondern dass die vordere Gehirnfurche des *Megalobatrachus*-Eies die Anlage des Infundibulums und des Recessus opticus ist. Zuerst liegt die Furche bei *Megalobatrachus* vielmehr vorn wie beim *Necturus*. Bei diesem ist

sie in jungen Stadien etwa in der Mitte gelagert, bei jenem finden sich $\frac{6}{7}$ der Gehirnplatte hinter der Furche. Ausserdem ist bei *Necturus* die Einsenkung des Ektoderms unbedeutend, jene des Entoderms sehr bedeutend, während beim *Megalobatrachus* eine tiefe ektodermale Furche vorkommt und von einer Entoderm-Einsenkung nicht die Rede sein kann. Bei *Necturus* kann also eine kleine Verschiebung des Berührungspunktes die Kopfbeuge hervortreten lassen, und in unserem Falle erscheint dieselbe hinter der genannten Furche (siehe Fig. 1h T 33).

Bei dem einen Tag älteren Ei W (6. Oktober) hat sich die Gehirnanlage viel weiter entwickelt. Fig. 8c T 31 stellt einen rekonstruierten optischen Medianschnitt dar. Die angeschnittenen Wandteile sind schraffiert, die Darmwand schräg, das Gehirn vertikal. Die Medullärröhre hat sich geschlossen, in der Gehirngegend dagegen sind die lateralen Falten einander näher gerückt, aber in der Mitte noch nicht mit einander verwachsen. Infolgedessen haben sich zwei laterale Röhren beinahe abgeschnürt, während in der Mitte der Gehirnboden frei zutage liegt. In der Figur ist diese Höhle sehr hell gefärbt und sind ihre Konturen gestrichelt. Nach vorn münden diese Röhren in das schon geschlossene Vorderhirnlumen. Die Nahtlinie der Decke ist schraffiert, Die Darmdecke hat zuerst eine gleichmäßige Höhe. Vorn ist eine dünnere Stelle, bis zu dieser erstreckt sich die Chorda und verschwindet dann in dem undifferenzierten Gewebe an der vorderen Seite des Darmes. Aus dieser dickeren Stelle der Darmwand geht die Mandibulärhöhle hervor. Dann folgt der Berührungspunkt des Entoderms und des Gehirnbodens. Das Zellenmaterial der Mandibulärhöhle befindet sich also hinter diesem Punkte, während bei *Necturus* sich die beiden Kopfhöhlen aus dem vorderen Mesentoderm entwickeln. Unterhalb dieses Punktes hat die Höhe der Darmwand wieder zugenommen und man sieht die etwas nach hinten gelagerte vordere Entodermtasche. Sie ist zum Teil aus der vorderen Gehirnfalte durch

das stärkere Wachstum der Gehirnplatte verdrängt und ihre Stelle wird von der Hypophyse-Anlage eingenommen.

Das Homologisieren der verschiedenen Teile der Gehirnplatten ist nun ziemlich leicht. Die vordere Gehirnfurche ist die Anlage des Infundibulums und des Recessus opticus, die vordere Gehirnfalte der Boden des Prosencephalons vom Infundibulum bis zur Lamina terminalis, während die in der Mitte etwas erhöhte hintere Wand der Furche mit einer hervortretenden Stelle am kaudalen Ende das Homologon der Infundibulum-Decke und des Tuberculum posterius darstellt. Das Mesencephalon fängt also etwas mehr nach vorn an, als man a prima vista meinen sollte. Äusserlich wird diese Grenze gekennzeichnet durch den Anfang der Medianfurche. Die hellere Stelle vor dem proximalen Ende dieser Furche ist das Tuberculum posterius. Die Anlage des Mesencephalons wird also von einem nach hinten ansteigenden vorderen und von einem horizontalen hinteren Teil gebildet. Das letztere wird wiederum von zwei sich lateralwärts erweiternden Furchen in zwei Teile zerlegt. Den morphologischen Wert dieser queren Furchen habe ich nicht bestimmen können, vielleicht sind es die Anlagen der Lobi optici, vielleicht nur stark entwickelte Sulci intraencephalici posteriores. Ich konnte dieselben beim Ei W nicht wiederfinden.

Hinter dem Mesencephalon befindet sich das dreieckige Rhombencephalon, vom ersteren Hirnteile durch eine deutliche Falte, die Fissura rhombo-mesencephalica, getrennt. Hinter derselben ist eine undeutliche transversale Furche ersichtlich. Das Rhombencephalon geht zur rechten Seite allmählich in die Medullaranlage über, zur linken zeigt die Seitenwand eine fast geradwinkliche Biegung.

Das Rhomencephalon weist keine Neuromerie auf, bei der Medullaranlage ist aber etwas ähnliches ersichtlich. Im ganzen gibt es jederseits 6 Einkerbungen, welche zu 2 grösseren Falten vereinigt sind. Die ersten Einkerbungen alternieren mit den

letzten Intermyomeren. Der proximale Teil der Medullar-Platte und der Medullargrube ist ziemlich breit (resp. 1,2 und 0,5 mm), in der Nähe des Neurentischen Kanals ist das Maß resp. 0,6 und 0,12 mm. Zwischen dem Canalis neurentericus und dem Anus gehen die Medullar-Falten unmerklich in die verwachsenen Notoporuslippen über.

Die vordere Grenze der Mundplatte ist vor der Gehirnplatte als ein deutlicher Halbkreis ersichtlich.

Die Färbung des Eies mit Boraxkarmin war sehr gut, ebenso wie die Härtung mit Pikrinschwefelsäure von Kleinenburg. Demzufolge sind die Schnitte teilweise nur 10 μ dick. Bei der Beschreibung der Schnitte wird von den Abkömmlingen der 3 Keimblätter nach einander die Rede sein. Ich fange an mit dem

Ektoderm und seinen Abkömmlingen.

Die Neuralanlage und das angrenzende Gebiet ausgenommen, finde ich das Ektoderm allenthalben nur aus einer Zellschicht gebildet. Vorn und unten sind die Zellen niedrig (15 μ) und der Länge nach gestreckt, aber unterhalb des Notoporus und seitwärts von demselben sind die Zellen höher bis 60 μ . Diese Region ist etwa 4 mm breit und 1,5 mm lang. Rings um die Gehirnplatte ist das Epithel zweischichtig; jede Zellschicht an sich ist nicht höher als sonstwo. Die Breite dieses Halbringes ist vorn 0,9 mm, zur linken Seite 1,3 mm, zur rechten 1 mm, wenn man die Ektodermfalten unterhalb der Gehirnanlage hinzu zählt. Die mehrschichtige Medullar-Anlage dagegen geht lateralwärts plötzlich in das einschichtige, niedrige Ektoderm über.

Die schon genannten seitlichen Falten unterhalb der Gehirn-Anlage bilden an der Vorderseite eine seichte Grube, deren Boden in der Mitte etwa 4 oder 5 Zellen hoch ist. Diese Grube ist die vordere Kopffalte und die dreieckige, verdickte Stelle des Bodens wird die erste Andeutung der Hypophysis sein

(Fig. 1 k T 33), wie aus dem Vergleich mit dem nächstfolgenden Ei W deutlich hervorgeht (Fig. 8 c T 31). Die vordere Kopffalte ist hier aber viel tiefer, die Hypophysis-Anlage ist noch ziemlich unbedeutend. Beim Ei V' ist die Hypophysis-Anlage in etwa 100 Schnitten ersichtlich, d. h. ihre Breite misst 1,55 mm.

Die Gehirnanlage ist zuerst im 151. Schnitt ersichtlich, als ein längliches Zellenhäufchen, getrennt vom zweischichtigen Ektoderm. In den nächsten Schnitten wird der Unterschied zwischen dem hohen oberen und dem niedrigen unteren Teil desselben deutlich. Der letztere wird von ein bis zwei Schichten niedriger Zellen gebildet und stellt die Decke der seitlichen Kopffalte dar, der erstere dagegen wird von mehreren Schichten zylindrischer Zellen aufgebaut und ist der laterale Teil der Gehirnplatte. Fig. 1 e T 33 gibt uns eine Darstellung der Gehirn-Anlage des 158. Schnittes. Nur im Ektoderm sind die Kerne und womöglich die Zellengrenzen eingezeichnet. Die Gehirn-anlage ist noch durch einen engen Spalt vom übrigen Teil des Schnittes getrennt. Man merke sich den Unterschied zwischen dem hohen Epithel des Faltenbodens und dem Plattenepithel der Decke. Im 159. Schnitte verbindet sich das Ektoderm der Faltendecke mit jenem des Faltenbodens an der hinteren Seite. Demzufolge wird die Kopffalte in einen grösseren vorderen und einen kleineren hinteren Teil getrennt. In den nächsten 10 Schnitten bleibt zwischen diesen beiden Falten eine Verbindung übrig in der Gestalt eines Ektodermstreifens. Im 170. Schnitte aber (siehe Fig. 1 f T 33) ist diese Verbindung aufgehoben. Vom hinteren Teil ist nur noch eine dreieckige Ektodermleiste übrig, während der vordere Teil etwa zwei Drittel der Gehirn-anlage von dem übrigen Schnitteile trennt. Nach 3 Schnitten verbindet sich auch vorn das Epithel des Bodens mit jenem der Decke. In der Mitte aber bleibt noch bis zum 176. Schnitte das Lumen der Falte sichtbar. Spuren des Faltenektoderms sind noch im 177. Schnitte zwischen der Gehirnanlage und dem

Mesoderm zu beobachten. Das Lumen der Falte hat also eine Breite von 25 Schnitten = 0,38 mm, die ganze Ausbreitung des Ektoderms unterhalb der Gehirnanlage ist aber in 36 Schnitten = 0,54 mm zu sehen. Zu gleicher Zeit wird das Relief der Gehirnplatte ersichtlich. Schon in Fig. 1 f T 33 wird man hinten den Anfang der Rautengrube beobachten (vom 164. Schnitte an). Nach 2 Schnitten (172) erscheint auch in der Mitte eine undeutliche Einkerbung, die quere Furche des Mesencephalons. Im 178. Schnitte ist die vordere, quere Gehirnfurche sichtbar. Von der vorderen Gehirnfalte kann in diesem Schnitte noch nicht die Rede sein, denn die Gehirnplatte geht allmählich in das zweischichtige Ektoderm der Mundplatte über. Die Falte erscheint zuerst im 184. Schnitte und zeigt ihren typischen Bau vom 192. Schnitte an. Fig. 1 g T 33 gibt uns eine Darstellung dieses Schnittes. Die Länge der Gehirnanlage ist stark gewachsen. Die 3 genannten Furchen, zumal die vordere und die hintere sind sehr augenfällig, ebenso wie der erhöhte Teil des Mesencephalons. In dem Raum zwischen der vorderen Gehirnfalte und dem Darmepithel befinden sich einige Mesentodermzellen. Die Grenze zwischen Rhombencephalon und Mesencephalon bildet eine kleine Einkerbung des basalen Randes der Gehirnplatte, die *Fissura rhombomesencephalica*. Vor der sattelförmigen Erhebung des Mesencephalons befindet sich eine ähnliche Kerbe, die aber, wie aus den nächsten Schnitten hervorgeht, die Grenze zwischen den beiden Encephalomeren des Mittelhirns herstellt. Die hintere Wand der Rautengrube ist in der Figur ziemlich lang, weil dieselbe schräg getroffen wird, hinten geht sie plötzlich mit schroffem Abfall in das einschichtige Ektoderm neben der Medullar-Anlage über. Nach 4 Schnitten (196) wird auch der proximale, 0,9 lange Teil der Medullarfalte ersichtlich, und die hintere Wand des Rhombencephalon erniedrigt sich allmählich zu derselben. In demselben Schnitt habe ich zuerst die Grenze zwischen Prosencephalon und Mesencephalon beobachtet, eine

seichte Grube, die einen etwas höheren vorderen Teil von einem niedrigen hinteren trennt. Die Länge des Prosencephalons, Mesencephalons und Rhombencephalons in diesem Schnitt ist resp. 0,8, 0,7 und 1,8 mm. In den nächsten Schnitten nimmt die Länge der Medullar-Anlage zu. Infolge der Faltungen dieser Anlage wird immer zuerst eine freie Ektodermleiste beobachtet, welche sich nach einigen Schnitten mit dem proximalen Teil der Medullar-Anlage vereinigt.

In den medialwärts folgenden Schnitten verschwindet allmählich die hintere Wand des Rhombencephalons. Im 212. Schnitt ist nur der Boden dieses Hirnteils ersichtlich, von einer Grenze zwischen Medullar- und Hirnanlage ist natürlicherweise nicht mehr die Rede. Auch die transversale Grube des Mesencephalons ist hier verschwunden, während die Grenze des prosencephalen und mesencephalen Hirnteiles deutlicher hervortritt. Die Trennungsfurche ist zwar nicht bedeutend tiefer geworden, aber der Unterschied zwischen dem hohen vorderen und dem niedrigen hinteren Teil ist viel deutlicher. Gerade vor der Furche ist das Epithel der Hirnplatte am höchsten. Diese Stelle dürfen wir also dem *Tuberculum posterius* gleichsetzen.

Die Medullarfalte wird niemals ihrer ganzen Länge nach in einem Schnitte beobachtet. Wenn in der Nähe des Notoporus die Falte erscheint und kaudalwärts in dem nicht differenzierten Gewebe dieser Gegend verschwindet, wird proximalwärts nicht mehr die Falte getroffen, sondern die Medullar-Furche (im 215. Schnitte). Die Verhältnisse in der Notoporusgegend werden später eingehender erörtert.

Im 234. Schnitte wird die Medullar-Furche ihrer ganzen Länge nach getroffen. Deshalb zeigt die ganze Neuralanlage hinter dem etwas höheren Prosencephalon denselben Durchmesser (100—150 μ oder 3 Zellen). Fig. 1h T 33 ist eine Darstellung dieses Schnittes. Vorn erkennt man deutlich die vordere Hirnfalte und das ziemlich hohe Prosencephalon, die

anderen Gehirnteile und die Medullarplatte zeigen aber keinen deutlichen Unterschied, nur kann man die sattelförmige Erhebung des Mesencephalon mit dem Anfang der anderseitigen Transversalfurche erraten (vom 225. Schnitte an). In diesem Medianschnitte ist gerade die Grenzfurche zwischen dem Tuberculum und dem Mesencephalon nicht gut ersichtlich. Fig. 1k T 33 zeigt uns die vordere Gehirnregion desselben Schnittes etwas stärker vergrößert.

Die mittlere Medullarregion trägt 6 bis 7 schwache Erhebungen, die nicht korrespondieren mit den äusserlich beobachteten Einkerbungen der Medullarfalten. Vielmehr ahmen sie nur die Gestalt der unter denselben liegenden Ursegmente nach und sind von einer ungleichmässigen Schrumpfung letzterer verursacht worden.

Schon im 238. Schnitte zeigen sich wieder hier und da Teile der anderseitigen Medullarfalte, die Medullarfurche ist also nur in 4 Schnitten ihrer ganzen Länge nach sichtbar (siehe Fig. 1b und c T 33). Es ist überflüssig, eine ähnliche Beschreibung der linksseitigen Schnitte zu geben, da sie der Hauptsache nach dieselben Verhältnisse aufweisen, wie die rechtsseitigen. Nur möchte ich noch eine Furche zwischen Rhombencephalon und Mesencephalon erwähnen, welche aber an der linken Seite fehlt, wie wir schon bei der äusserlichen Betrachtung beobachtet haben (siehe Fig. 1i T 34, Schnitt 270).

Entoderm- und Mesoderm-Abkömmlinge.

Schon im 2. Schnitte finde ich einige Dotterzellen, die Ektodermdecke muss also da nur einen Durchmesser von 15μ haben. Bis zum 10. Schnitt bewahren die Schnitte dasselbe Äussere, d. h. einige Makromeren sind von einer sehr dünnen Ektodermhaut eingefasst. In dem 10. Schnitte trennt sich an der hinteren und oberen Seite ein dreischichtiger Mesoderm-

streifen vom Entoderm. Hinten ist die Trennung recht deutlich, vorn sind diese Gewebe noch mit einander verbunden. Nach 6 Schnitten wird auch die vordere Grenze deutlich. Das Ektoderm wird da ein wenig aufgehoben und bildet eine Art Schwelle. Der Unterschied zwischen Entoderm- und Mesodermzellen ist nicht augenfällig, aber doch genügend deutlich. Die Mesodermzellen schliessen fester zusammen und haben gerade Zellengrenzen, die Entoderm-Zellen sind lose zusammengefügt und zeigen vielfach abgerundete Zellengrenzen. Die Maximalgrösse der Dotterkörner ist für beide dieselbe (16μ), aber die Anzahl dieser grossen Körner ist bei den Dotterzellen viel grösser als bei den Mesodermzellen. Hinten ist der Unterschied grösser als vorn.

Im 53. Schnitte erscheint das Darmlumen unterhalb des Vorderendes des Mesoderms gelagert. Nach einigen Schnitten kann ich beobachten, dass der vordere Teil des Lumens nur vom Entoderm und Ektoderm (Mundplatte), der hintere Teil auch vom Mesoderm bedeckt wird. Die Breite der Mundplatte ist also jener des Darmlumens gleich, wie auch aus der Rekonstruktion hervorgeht. Dieselbe hat sogleich den typischen Bau, d. h. sie wird von einer Schicht hoher zylindrischer Entodermzellen und einer dünnen Ektodermhaut aufgebaut. Im mittleren Teil der Serie ist das Ektoderm der hinteren Hälfte zweischichtig, vorn ist dasselbe aber immer einschichtig.

Der übrige Teil der Darmdecke zeigt auch schon eine epitheliale Zellen-Anordnung. Ihre Zellen sind in der Mitte ziemlich niedrig, lateralwärts haben sie eine mehr zylindrische Gestalt. Der Darmboden aber besitzt noch immer eine schwammartige Konsistenz, eine epitheliale Anordnung der Zellen ist noch nicht anwesend.

Etwa im 154. Schnitte, zu gleicher Zeit mit dem Erscheinen der lateralen Gehirnfalte, sind die ersten Spuren der Mesomeren zu ersehen, d. h. das laterale Ende des 3. und 4. Ursegmentes. Nach wenigen Schnitten können wir alle die 6 Ursegmente

beobachten. Dieselben sind sehr undeutlich abgegrenzt und in einzelnen Schnitten, wenn die Dotterkörner etwas verschoben worden sind, ist es geradezu unmöglich, dieselben zu sehen. Ihre Stelle wird dann am besten bestimmt durch die wellenartigen Erhebungen des Ektoderms, welche von der Mesodermsegmentierung selbst hervorgerufen sind.

Die Mesomeren haben eine viereckige Gestalt und werden von 2 Zellschichten aufgebaut, welche einen schmalen Spalt umschliessen. Sie sind fast niemals ganz von einander getrennt, sondern ihre Grenze wird von einer leichten Einkerbung angedeutet (siehe Fig. 1 d T 33). Vor dem segmentierten Mesoderm findet sich ein 1,2 bis 1,3 mm langer nicht segmentierter Teil. Vom 168. Schnitte an ist das vordere Ende desselben mit dem Darmepithel verwachsen, wie aus dem Vergleich der Figuren 1 e und 1 f T 33 (resp. des 58. und 170. Schnittes) deutlich hervorgeht.

Demzufolge ist es schwer, die vordere Grenze des Mesoderms genau zu bestimmen. Dieser nicht segmentierte Teil ist lateralwärts zweischichtig, in der Mitte aber einschichtig.

Vom wirklichen Mesoderm getrennt ist innerhalb der vorderen Gehirnfalte die Anlage der vorderen Entodermtasche zu sehen. Im 157. Schnitte lösen sich einige Zellen vom Darmepithel (siehe Fig. 1 f T 33). Medianwärts nimmt ihre Anzahl zu und im 290. Schnitte, wenn die vordere Gehirnfalte deutlich sichtbar ist, wird dieselbe ganz von den Mesentodermzellen erfüllt (siehe Fig. 1 g T 33). Nach dem 215. Schnitte sinkt ihre Anzahl, die in einem Medianschnitte nur 3 oder 4 beträgt (siehe Fig. 1 h T 33 = Schnitt 234).

Nach dem 270. Schnitte hat die Anzahl wieder zugenommen. An der linken Seite ist die Anlage der Entodermtasche bis zum 322. Schnitte ersichtlich. Die Entodermtasche erstreckt sich also über 165 Schnitte oder hat eine Breite von 1,5 mm. Sie hat eine halterförmige Gestalt, indem sie in der Mitte etwas niedriger

ist als an den Seiten. Bei den Selachiern zeigt die vordere Entodermtasche eine ähnliche paarige Anlage. Bei etwas älteren Eiern wird dieses Zellenhäufchen infolge der starken Ausbildung der vorderen Kopfspalte und der Hypophyse nach hinten gedrängt und kann dadurch nicht mehr getrennt werden vom vorderen Teil des nicht differenzierten Mesoderms, aus dem sich die Mandibularhöhle bilden wird. Indem wir nach dieser Ausschweifung zu den Ursegmenten wiederkehren, bleibt uns noch übrig zu erwähnen, dass etwa im 200. Schnitte das 4^o-, 5^o- und 6^o-Segment allmählich in der unsegmentierten Chorda-Anlage verschwindet, während 20 Schnitte mehr medianwärts das 2^o- und 3^o-Segment mit ziemlich bestimmter Grenze, das 1^o ohne bestimmte Grenze gegen die Chorda-Anlage aufhört.

Im 256. Schnitte können wir schon wieder die linksseitigen Mesomeren beobachten. Die Chorda-Anlage ist also etwa 40 Schnitte = 0,6 mm breit.

Die Chorda-Anlage besitzt einen Durchmesser von 2 Zellen und ist vorn mit dem Darmepithel verbunden, ohne an der Bekleidung der Darmhöhle beteiligt zu sein, während sie kaudalwärts mit dem nicht differenzierten Gewebe der Notoporusgegend zusammenhängt. Eine typische Anordnung der Zellen habe ich gar nicht beobachtet.

Die schon bei der Rekonstruktion erwähnte Biegung der Mesomeren ist natürlicherweise in den Schnitten nicht ersichtlich. Infolge der nicht ganz vertikalen Schnittführung ist die Breite der linksseitigen Mesomeren nur 0,54 mm, während jene der rechtsseitigen 0,9 mm ist. Dieser Umstand gibt uns auch die Erklärung für die Tatsache, dass in der Rekonstruktion der laterale Schenkel der linksseitigen Mesomeren und der mediane Schenkel der rechtsseitigen der längere ist.

Betrachten wir nun auch einmal das Darmlumen. Bis zum 240. Schnitte zeigt es sich als ein ganz symmetrisches Kreissegment, dann kommt dazu noch eine ventro-kaudale Hervor-

wölbung. Im 137. Schnitte war die Länge der Darmhöhle 4 mm. Medianwärts nimmt die Ausbreitung des anderen, nach unten neigenden Teils zu und im 230. Schnitte ist nur die vordere Hälfte des Darmbodens horizontal gerichtet (2,6 mm), während die hintere (2,4 mm) etwas schief nach unten zeigt. Der erste Teil ist der ursprüngliche Archenteronboden, der letztere war einst der Boden der dorsalen Einstülpung. In der Notoporusgegend kommt noch hinzu ein schmaler, etwa 1,1 mm langer spaltförmiger Endabschnitt. Die Breite ist ungefähr 1,5 mm, da dieser Teil vom 195. bis zum 277. Schnitte ersichtlich ist, während die Höhe in einem Medianschnitte nur 20 μ beträgt. Die Länge des Darmlumens ohne den Endabschnitt ist 5,4 mm (mit demselben 5,8 mm), die Höhe 1,6 mm, während das Darmlumen sich über 347 Schnitte (vom 53. bis zum 399. Schnitte) erstreckt, also eine Breite von 5,2 mm besitzt.

Vor dem 190. Schnitt gibt es keine Grenze zwischen dem dorsalen und ventralen Mesoderm. In diesem Schnitt tritt dieselbe auf als eine verdickte Stelle des Mesoderms neben dem Notoporus, welche sich nach einigen Schnitten mit dem Entoderm verbindet (siehe Fig. 1 a T 33). Diese Verwachsungsstelle des Mesoderms und Entoderms ist der Anfang der Primitivregion. Dieselbe ist etwas länglich von Gestalt und hat gerade dieselbe Länge als der verschmälerte End-Abschnitt des Darmlumens, das wahrscheinlich nur seit kurzem durch Verwachsung der Notoporuslippen gebildet worden ist. Im 212. Schnitte, wenn die Medullar-Falten die Notoporusgegend erreicht haben, verwächst auch das erhöhte Ektoderm mit der eben genannten Primitivregion. Die Verwachsungsstrecke ist nur sehr kurz und wird nach der Mitte zu ein wenig länger, aber bleibt immer viel kürzer als die Verwachsungsstelle des Mesoderms und Entoderms. Im 214. Schnitte, als der neurenterische Kanal und die Analöffnung noch nicht ersichtlich waren, ist die erstere Strecke 0,8 mm, die letztere 1,2 mm lang. Diese ist also 0,4 mm länger als jene.

Im 218. Schnitte deutet eine Emporwölbung des Darmepithels den Anfang des *Canalis neurentericus* an und im 222. Schnitte eine Ektodermeinsenkung den Anfang der Analgrube. Die beiden Gruben vertiefen sich, letztere nähert sich dem Ende des Darmlumens und öffnet sich im 232. Schnitte in demselben, während erstere im folgenden Schnitt nach aussen durchbricht. Infolge dessen wird in den Medianschnitten ein dreieckiges Zellenhäufchen durch diese beiden Kanäle von den übrigen Teilen der Darmdecke getrennt (siehe Fig. 1 b und c T 33). Die Öffnung des *Canalis neurentericus* nach aussen ist nur in 9 Schnitten ersichtlich (die Breite ist also 0,135 mm). Schon im 242. Schnitte verschwindet sie wieder, die Emporwölbung des Entoderms kann man aber bis zum 272. Schnitte beobachten.

Der Anus bleibt bis zum 258. Schnitte geöffnet, dann endet er plötzlich ohne die Spur einer ektodermalen Grube.

Das nicht differenzierte Gewebe zwischen den beiden Abschnitten des Notoporus muss als die Anlage des Schwanzes, als Schwanzknoten betrachtet werden. In der Mitte ist derselbe ein wenig kürzer und schmaler (resp. 0,24 und 0,14 mm) als an den Seiten (resp. 0,4 und 0,5 mm). Die Breite des halterförmigen Schwanzknotens ist 0,81 mm.

Meiner Vermutung entgegen habe ich bei diesem Ei noch sehr grosse Dotterzellen beobachtet. Eine der grössten Zellen hatte eine Länge und Breite von 1,07 mm. Einzelne grosse Zellen sind auch am Aufbau des Darmbodens beteiligt. Im allgemeinen wird dieser aber von 200 bis 400 μ grossen Zellen gebildet. Eine Durchschnittsdotterzelle hatte eine Länge und Breite von 240 μ . An der Unterfläche des Eies sind die grossen Zellen nicht mehr zu sehen, dieselben bilden im Dotter einen zentralen, unregelmässigen Kern, welcher ungefähr eine Breite von 2,3, eine Länge von 2,9 und eine Höhe von 1,6 mm besitzt.

Das Ei V'' (5. Oktober. Alter = 16 Tage).

Die Gehirn- und Medullar-Anlagen dieses Eies zeigen im allgemeinen dieselbe Entwicklungsstufe als jene des Eies V', nur ist die Gestalt dieser Organanlagen bei der Fixierung etwas verzerrt. Infolge dessen eignet sich das Ei V'' nicht zu einer eingehenden Besprechung, weil ausserdem die Färbung (mit Boraxkarmin) schlecht ist. Ich werde mich also mit einigen Bemerkungen begnügen. Die Schnitfführung ist quer zur Notoporusgegend und zur Medullar-Anlage, daher etwas schief zur Gehirn-Anlage. Die Verzerrung ist von einer unregelmässigen Kompression verursacht worden, die Schnitte, zumal jene durch die Gehirnplatte, sind daher sehr asymmetrisch.

Die drei Teile der Gehirnanlage sind sehr gut zu beobachten. Das Prosencephalon ist sehr stark komprimiert und erscheint daher verlängert und viel schmaler als die weniger komprimierten Mes- und Rhombencephala, wie aus Fig. 7 a T 31 ersichtlich ist. Diese Figur ist eine Vorderansicht der Gehirngegend. Man beachte die deutlich hervortretende Medianfurche.

Aus den Schnitten ergibt sich, dass die vordere Kopffalte viel tiefer ist als beim Ei V' (15 Schnitte oder 225 μ und 100 μ beim Ei V'). Auch die Hypophysisleiste war zu ersehen, während die Grenze der vorderen Entodermtasche gegen den vorderen Teil des axialen Mesoderms verwischt war. Die seitlichen Kopffalten hatten dieselbe Tiefe als beim Ei V', sie waren aber viel kürzer.

Die Mesomerie war äusserlich ebenso wie in den Schnitten nicht gut ersichtlich. In Betracht der transversalen Schnitfführung und der schlechten Färbung ist diese Erscheinung verständlich.

Die Ausbreitung des Mesoderms hat keine Fortschritte gemacht im Vergleich mit dem Ei T. Selbst in den Schnitten durch die Notoporusgegend hat das Mesoderm die Dotterzellen

noch nicht ganz umwachsen, wie aus den Figuren 2 a, b, c und d T 34 hervorgeht. Die Darmhöhle ist nur vorn bedeutend erweitert (Archenteron S. S.), während das Lumen des hinteren Teiles sehr niedrig ist (dorsale Invagination). Dieser Teil hat eine Länge von 3 mm, jener eine von 3,9 mm. Beim vorigen Ei war die ganze Darmhöhle sehr geräumig und nur der 1 bis 1,5 mm lange Endteil war sehr enge. In den folgenden Stadien nimmt diese Differenzierung des Darmlumens noch zu und verlängert sich der enge Teil. Beim Ei X (7. Oktober) z. B. bildet der erweiterte Abschnitt nur ein Drittel der Darmlänge. Dieser findet sich unterhalb der Gehirnanlage, während der enge Abschnitt unterhalb der Medullaranlage gelagert ist.

Die Grenze der beiden Abschnitte bildet also zu gleicher Zeit jene des Protosoma (Cephalosoma) und des Deuterosoma (Notosoma) und ich glaube also berechtigt zu sein, den ersten dem Archenteron S. S. den anderen der dorsalen Einstülpung gleich zu setzen. Die Ursache der Verengung des notalen Abschnittes wird einerseits wohl dem Längewachstum des kaudalen Teils des Embryos beizumessen sein, andererseits wird die Differenzierung der Decke eine Verkleinerung der Auskleidung notwendig machen, die ihrerseits wiederum eine Verengung der Höhle veranlassen wird. Man bedenke, dass die ganze dorsale Platte aus der Darmauskleidung ausgeschaltet wird und dass auch die Medullarfaltung zur Verengung beitragen wird. Ausserdem ist von Anfang an das Lumen der dorsalen Einstülpung nicht so erweitert als jenes des Urdarmes. Die Primitivgegend hat beim Ei V'' eine viel grössere Länge als beim Ei V' (resp. 2,8 mm und 1,5 mm). Die schlechte Färbung hat aber vielleicht die Grenze zwischen dem Entoderm und Mesoderm verwischt. Der Notoporus hat sich noch nicht in dem neurenterischen Kanal und dem Anus getrennt, wiewohl dieser Vorgang schon angefangen hat. Fig. 7 b T 31 ist eine Rekonstruktion der Notoporusgegend. Der dunkel gefärbte

Notoporus zeigt in der Mitte eine Einschnürung, neben welcher die Medullarfalten aufhören. Der vordere, zwischen diesen Falten sich befindende Abschnitt ist also der Anfang des Canalis neurentericus, welcher mit dem hinteren, grösseren Abschnitt des Notoporus, dem Anus, durch eine weite Öffnung verbunden ist. Der anale Teil hat schon eine Tendenz um einen nach hinten sich öffnenden V zu bilden. Eine kleine Verschiebung der lateralen Lippen und der ventralen würde die Verhältnisse des Eies V' herstellen.

In diesem Bilde habe ich noch den Umriss der Darmhöhle eingezeichnet, damit man die kleine Invagination an der ventralen Lippe beachte.

Die Figuren 2 a, b, c und d T 33 sind einige Querschnitte der Notoporusregion. Fig. 2 a ist ein Schnitt gerade vor dem Notoporus in dem erweiterten Endabschnitte der Medullargrube; Fig. 2 b ist ein Schnitt durch die Einschnürung; Fig. 2 c ein durch den analen Teil, wo dieser am breitesten ist; Fig. 2 d endlich bildet ein Schnitt ab gerade hinter dem Notoporus, wo die kleine Einstülpung an der ventralen Lippe noch zu sehen ist. Man merke sich die Verwachsungsnaht. Diese Bilder geben uns zu gleicher Zeit eine gute Vorstellung der geringfügigen Mesodermausbreitung.

Das Ei W (6. Oktober. Alter = 17 Tage).

Die nun folgenden Stadien werde ich nicht vollständig beschreiben, aber nur einige Angaben über die Organe der Notoporusgegend machen. Die Organdifferenzierung ist schon so weit vorgeschritten, dass die Beschreibung dieser Teile nicht in einer Untersuchung der Gastrulation passt, sondern besser in der Entwicklungsgeschichte der einzelnen Organsysteme. Die Angaben über jene Organe haben also nur die Absicht, die Entwicklungsstufe des betreffenden Embryos zu kennzeichnen.

Wie schon gesagt (Seite 364) hat sich der Kopf vorn deutlich vom Dotter erhoben, das paarige Vorderhirn wird von zwei soliden Auswüchsen angedeutet und das unpaare Prosencephalon hat sich schon geschlossen, wiewohl die Nahtlinie noch deutlich zu ersehen ist. Im Mesencephalon und Rhombencephalon ist die Hirnhöhle noch nicht abgeschlossen, während 2 laterale Röhren von den Gehirnfalten umschlossen werden und vorn in dem Lumen des Prosencephalons, hinten in dem des Medullarkanals enden. (Siehe Fig. 8 c T 31).

Die Medullarfalten haben sich teilweise geschlossen, teilweise sind sie in der Mitte noch durch einen Spalt von einander getrennt. Der hintere Abschnitt der Medullaranlage ist solide. (Siehe Fig. 3 a und e T 33.)

Das Rhombencephalon zeigt einige (3) Einschnürungen, die Medulla besitzt deren 7. Diese Neuromeren (?) haben dieselbe Grösse. Das einzige Mesomer, das äusserlich zu ersehen war, war interneuromer gelagert. Die Mesomeren waren der guten Fixierung wegen äusserlich nicht gut ersichtlich (d. h. die Schrumpfung des Ektoderms bei einer schlechten Fixierung lässt die Mesomeren besser hervortreten).

Die Schnitte zeigen aber, dass auch die Mesodermdifferenzierung vorgeschritten ist. Die Chorda und die Mesomeren sind zum grössten Teil deutlich getrennt (siehe Fig. 3 d T 34); hinten (Primitivstreifen) und vorn (Mandibulärhöhlenanlage) enden beide in noch nicht differenziertes Mesoderm.

Das Myocoel ist deutlich zu beobachten und das Fehlen desselben lässt die Grenze zwischen den einzelnen Myotomen erraten. Es findet da auch eine schwache Einschnürung statt, aber die quere Schnittführung lässt dieselbe nicht deutlich hervortreten, wie verständlich. In Fig. 3 d T 33 ist an der rechten die Myotomhöhle, an der linken die Trennungswand zweier Myotome getroffen. Die Chorda ist ganz vom paarigen Mesoderm getrennt. Es fällt nun zunächst auf, dass die Primitiv-

gend hier eine so viel grössere Länge besitzt, als beim Ei V'. Dieselbe erstreckt sich hier über 130 Schnitte, was eine Länge von 2,5 mm ergibt. (Die Primitivgend wird unter einem Winkel von 45° getroffen.) Ausserdem ist ihre Zusammensetzung ganz verschieden, da das eigentliche Entoderm (die Makromeren) nicht an ihrem Aufbau beteiligt ist, während sie beim Ei V' der Hauptsache nach von Entoderm und Mesoderm gebildet ward. Die Figur 3 e T 33 möge dieses verdeutlichen. Die wirklichen Makromeren, die bedeutend grössere Dotterkörner führen als die Chorda-Anlage, hören plötzlich neben der Medianlinie auf. Infolge dessen ist die in einer Rinne gelagerte Chorda-Anlage noch teilweise an der Bildung der Darmdecke beteiligt.

Im allgemeinen führt beim Ei W der Teil des Primitivstreifens, der zur Chorda-Anlage wird, sehr feines Dottermaterial, während der Medullarteil bedeutend grössere Körner aufweist. Von einer Verwachsung des Entoderms mit dem Mesoderm in der Primitivgend, wie bei den Eiern V' und V'', ist hier nicht die Rede, allenthalben bleiben die beiden Keimblätter deutlich getrennt. Das Ei W schliesst sich also viel besser dem Ei T an, wie die in dieser Hinsicht weiter entwickelten Eier V' und V''. Ich will nicht verschweigen, dass diese Tatsachen die Meinung Brachets stützen, wofür dieser behauptet, der sogenannte Primitivstreifen der Amphibien sei eine ganz sekundäre Bildung, gar kein Rudiment des Notoporus, eine Art Neubildungszone zur Zeit, dass der Embryo sich streckt.

Der Embryo W zeigt schon einen kleinen Schwanzknoten. Die Analöffnung verschmälert sich zu einer seichten Rinne, welche sich an der unteren Seite dieses Schwanzknotens befindet. An der oberen Seite habe ich kein Rudiment einer Verwachsungslinie aufgefunden. Äusserlich ist der Canalis neurentericus verschwunden, in den Schnitten aber zeigt derselbe sich als eine ziemlich breite dorsale Ausstülpung des Darmlumens (siehe Fig. 3 a T 33), welche etwa in 10 Schnitten zu sehen ist.

Nachher wird diese Ausstülpung durch eine Nahtlinie, die einige Erweiterungen zeigt, mit einer kleinen, 9 Schnitte langen Höhle in der Medullar-Anlage des Schwanzknotens verbunden (siehe Fig. 3 b T 33). In dem letzten Schnitte, in welchem diese Höhle ersichtlich ist, sehen wir zuerst die breite Analöffnung erscheinen (Fig. 3 c T 33), welche sich weiter kaudalwärts verschmälert und zur oben genannten Rinne unterhalb des Schwanzknotens wird (siehe Fig. 8 b T 31). Die Analöffnung habe ich in 8 Schnitten beobachtet. Ihre Länge ist also 0,2 mm, während ihre Breite 0,34 mm ist.

Embryonen von 18 bis 35 tägigem Alter (7. bis 23. Oktober).

Die Embryonen vom 7. bis 10. Oktober haben mir eine magere Ernte von Tatsachen, die Notoporusabkömmlinge betreffend, eingebracht. Einerseits fanden sich viele Exemplare mit abnorm weit geöffnetem Notoporus vor, andererseits war vielfach das Schwanzende der Embryonen beleidigt. Im ersten Falle hatte der Notoporus sich noch nicht in den neurenterischen Kanal und den Anus getrennt und war die Schwanzbildung unterblieben. Dennoch glaube ich ein ziemlich vollständiges Bild der Vorgänge in der Rückenmundgegend herstellen zu können.

In den zugehörigen Figuren habe ich das Entoderm punktiert, das Ektoderm vertikal arziert und das Mesoderm und die Chorda dunkel gefärbt. Der Schwanzknoten ist durch eine doppelte Arzierung auf dunklem Grunde, die Medullar-Anlage durch eine horizontale Arzierung gekennzeichnet.

Der Embryo Y (8. Oktober, 19 Tage). Die Neural-Anlage hat sich vom Ektoderm abgeschnürt, ausgenommen bei dem Neuroporus und dem Schwanzknoten. Die Augenbläschen treten aus der Gehirn-Anlage hervor, während die Labyrinthbläschen als

solide Ektodermeinwucherungen anwesend sind. Das Riechepithel konnte ich noch nicht beobachten. Das Gehirn und der vordere Teil der Medulla besitzen ein Lumen, der kaudale Teil derselben aber nicht. Drei Kiementaschen und 18 Ursegmente haben sich entwickelt. Der Schwanz ragt deutlich hervor und der etwas breitere Schwanzknoten ist äusserlich ersichtlich.

Das ziemlich breite Darmlumen ändert sich kaudalwärts in einen schmalen Kanal (20 bis 30 μ), welcher eine Länge von 0,55 mm besitzt. In jenem Kanal beobachten wir in der Nähe der Analöffnung eine kleine Ausstülpung, den Rest des neurenterischen Kanals oder den Anfang des Schwanzdarmes.

Bis zu dieser Stelle ist die Chorda vollständig vom Entoderm getrennt. Weiter kaudalwärts ist das Ektoderm mit dem Mesoderm und dem Entoderm zum Schwanzknoten verwachsen, besser gesagt, haben sich die 3 Keimblätter noch nicht differenziert. Die Länge, Breite und Höhe des Schwanzknotens sind resp. 0,3, 0,5 und 0,7 mm. Ektoderm und Mesoderm sind etwas weiter nach vorn miteinander verschmolzen als Mesoderm und Entoderm. Die Analöffnung ist sehr eng und quer ausgezogen. Die Länge ist 120 μ , die Breite 30 μ .

Der Embryo **Z.** (9. Oktober, 20 Tage). Die Entwicklungsstufe entspricht jener des Embryo **Y**, nur sind die paarigen Vorderhirnbläschen mehr hervorgetreten und sind 4 Kiementaschen entwickelt.

Die Verhältnisse der Analgegend haben sich geändert infolge einer Proctodäumbildung. Die Grenze des ektodermalen und entodermalen Abschnittes des Enddarmes ist leicht zu bestimmen durch den Unterschied in der Dotterkörner-Grösse. (Siehe Fig. 4 T 33). Infolge der Einstülpung des Ektoderms wird unterhalb des wirklichen Schwanzdarmes eine ähnliche

Tasche gebildet; die beiden Bildungen sind aber sehr gut auseinander zu halten. Der Schwanzdarm ist mit dem Schwanzknoten verwachsen, die andere Tasche ist überall von diesem abgegrenzt. Ausserdem liegt letztere ganz im proctodäalen Darmabschnitt, ist also ausserhalb der primären Analöffnung gelagert, was für den Rest des neurenterischen Kanals undenkbar wäre. Der Schwanzdarm ist hier ein wenig länger als beim vorigen Embryo. Der Schwanzknoten besitzt eine Länge, Breite und Höhe von resp. 0,6, 0,66 und 0,65 mm. Der Anus hat dieselbe Lagerung und dasselbe Maß als beim Embryo Y.

Beim Embryo AA (10. Oktober), der schon 5 Kiementaschen und 21 Ursegmente besitzt, ist die Analöffnung verschlossen, wiewohl äusserlich eine transversale Grube sichtbar war. (Siehe Fig. 10 T 31). Man kann aber in den Schnitten eine Nahtlinie beobachten. Auch dem Schwanzdarm fehlt das Lumen, wahrscheinlich ist also das Ei AA besonders dotterreich gewesen. Bei einem zweiten Embryo desselben Datums war die Analöffnung nicht verschlossen, jener Fall ist also eine individuelle Abweichung.

Der Embryo CC (12. Oktober, 23 Tage). Die Neuralanlage ist allenthalben vom Ektoderm getrennt, die Medulla zeigt bis zum kaudalen Ende eine zentrale Höhle. Riechgruben sind anwesend. Das Labyrinthbläschen zeigt ein Lumen. 5 Kiementaschen und 26 bis 27 Ursegmente sind äusserlich sichtbar. Der Embryo ist längs geschnitten. Infolge einer Biegung des Schwanzendes ist der Endteil des Schwanzes fast quer getroffen worden, wie die Figur 5 c T 33 verdeutlichen wird. Wir sehen dort das punktierte Ende des Schwanzdarmes von dem doppelt arzierten Schwanzknoten umlagert. Dieser Abschnitt wird mit dem übrigen Teil des Schnittes durch einen breiten Ektodermstreifen verbunden, weil er so weit lateralwärts geführt ist, dass Chorda und Medulla nicht zu ersehen sind. Fig. 5 a T 33 gibt uns einen Medianschnitt; infolge der oben-

genannten Biegung des Schwanzes ist von diesem und vom Schwanzdarm fast nichts zu ersehen. Man beachte das Proctodäum mit der deutlich ersichtlichen Ausbuchtung. Letztere hat sich aber stark verkleinert im Vergleich mit jener des Embryo Y. Einige Schnitte lateralwärts erscheint der Schwanz und der Anfang des Schwanzdarmes. In Fig. 5b T 33 (etwa 8 Schnitte lateralwärts von Fig. 5a T 33) hat sich das Lumen des Schwanzdarmes wieder von der Darmhöhle getrennt. Die Länge des Schwanzdarmes ist 1,2 mm, die Länge seines Lumens 0,7 mm. Das Lumen erreicht nie eine grössere Länge. Der Schwanzknoten besitzt eine Länge von 0,4 mm, eine Breite von 0,6 mm und eine Höhe von 0,7 mm, also fast ganz wie beim Ei Y.

Die Embryonen **DD** und **EE** (13. und 14. Oktober, 24 und 25 Tage) zeigen ungefähr dieselbe Entwicklungsstufe (siehe Fig. 11 T 31). Sie werden gekennzeichnet durch den Anfang der Linsenbildung und durch 27 Ursegmente. Der Schwanz ist komprimiert. Infolge dessen hat sich die Höhe des Schwanzknotens vergrössert (1 mm), während dessen Breite sich stark verkleinert hat (0,35 mm). Die Länge hat sich am wenigsten geändert (0,48 mm). Die Länge des Schwanzdarmes hat ein wenig abgenommen und ist 0,8 mm, jene der Schwanzdarmhöhle beträgt 0,64 mm. Bei DD hat sich der Anus infolge der Fixierung geschlossen, bei EE ist er weit geöffnet. Im letzteren Falle ist die Länge 60 μ , die Breite 100 μ . Fig. 7 T 33 ist ein Schnitt durch den Embryo EE gerade hinter dem Anus, das Proctodäum ist sehr gut zu sehen. Fig. 6 T 33 gibt uns einen Schnitt durch den Schwanz des Embryo DD. Der punktierte Ring ist also die Wand des Schwanzdarmes. Eine weitere Erklärung werden diese Figuren nicht brauchen.

Beim Embryo **FF** (15. Oktober, 26 Tage), einem Stadium mit 29 Ursegmenten, ist der Schwanz stark gewachsen. Infolge dessen hat die Länge des Schwanzdarmes sich vergrössert zu 1,5 mm. Die Länge der Schwanzdarmhöhle ist aber 7 mm ge-

blieben, während die Breite und Höhe sich etwas verkleinert haben. Der Schwanzknoten ist nur 0,3 mm lang, 0,3 mm breit und 0,18 mm hoch. Die Schnittführung war horizontal.

Fig. 8 T 33 gibt die Abbildung eines Schnittes, welcher die ganze Länge des Schwanzdarm-Lumens getroffen hat. Weil das solide Ende des Schwanzdarmes einigermaßen ventralwärts gekrümmt ist, soll man sich die Länge des soliden Endabschnittes noch etwas grösser denken.

In den folgenden Tagen verkümmert der Schwanzdarm schnell. Die Länge bleibt noch immer ziemlich gross infolge des Längewachstums des Schwanzes, aber das Lumen schwindet, während auch seine Breite und Höhe sich verkleinern. Beim Embryo **HH** (17. Oktober) ist die Länge des ganzen Schwanzdarmes 0,75 mm, jene des Lumens nur 0,2 mm. Bei den Embryonen vom 21. Oktober, **MM** und **MM'** fehlt die Schwanzdarmhöhle ganz. Der solide Schwanzdarm hat in diesem Stadium eine Länge von 2,10 mm und einen Durchmesser von 0,1 mm. Fig. 9 T 33 gibt eine Abbildung eines Quer-Schnittes durch die Analgegend des Embryo **MM**. Unten sind die Analöffnung und das Proctodäum zu ersehen; in der Mitte des Schnittes ist ein Häufchen Entodermzellen als Rudiment des Schwanzdarmes anwesend. Letzterer ist also von Anfang an solide. Dieser Embryo besitzt noch einen Schwanzknoten mit einer Länge von 105 μ und mit einer Breite von 300 μ . Beim Embryo **MM'** dagegen konnte ich keinen Schwanzknoten mehr beobachten. Fig. 10 T 33 ist ein Sagittalschnitt durch die Schwanzgegend des Embryo **MM'**. Man würdige in dieser Figur die ziemlich grosse Länge und den geringen Durchmesser. Die Stelle des Anus in einem Median-Schnitte ist durch einen Stern gekennzeichnet. Bei älteren Eiern zerfällt der Schwanzdarm in einzelne Teilstücke und diese werden offenbar von dem umgebenden Gewebe resorbiert. Bei einem Embryo vom 28. Oktober war nichts mehr vom Schwanzdarme zu ersehen.

Die abnormen Embryonen.

Zum Schluss werde ich noch einige Bemerkungen der abnormen Embryonen **P'**, **R''**, **S**, **T''** und **V** widmen, da die Abnormitäten derselben von grosser Wichtigkeit sind für die theoretische Betrachtung des Gastrulationsprozesses. Die Eier **P'**, **R''** und **V** bilden eine Reihenfolge von Stadien, in welchen der Cephalogenese sich normaliter vollzieht, während der Notogenese unterbleibt oder wenigstens rudimentär ist. Infolge dessen finden wir beim Ei **V** keine Spur der notogenetischen Organe, wie Chorda und Mesoderm, während beim gleichalten Embryo **V''** das letztere schon eine deutliche Metamerie aufwies. Die Darmhöhle ist aber ganz von Makromeren ausgekleidet und hat auch keine bedeutend kleinere Länge-Ausdehnung als die anderen Embryonen. Nur die Höhe derselben ist viel niedriger. Diese Erscheinung wird aber der Hauptsache nach genügend von dem Einsinken der Decke erklärt, wie aus der Fig. 3 b und c T 34 ersichtlich ist. Auch die Umwachsung des Dotters hat normaler Weise stattgefunden. Wie verständlich fehlt mit der dorsalen Einstülpung auch die Analöffnung und der neurenterische Kanal. Im Gegensatz zu diesen 3 Eiern ist beim Ei **S** die Cephalogenese rudimentär geblieben, während Notoporus und dorsale Einstülpung anwesend sind (siehe Fig. 4 a T 34). Offenbar hat sich bei diesem Eie keine Furchungshöhle gebildet, vielleicht infolge eines abnormen Dotterreichtums der animalen Eihälfte. Dadurch war eine Auskleidung dieser Höhle von Makromeren unmöglich, während die beiden andern Gastrulationsmodi, die Bildung eines Schizenteron und die Umwachsung des Dotter normaliter erfolgt sind.

Diese abnormen Fälle ergeben also einen deutlichen Beweis dafür, dass die beiden Phasen der Gastrulation s. l. keine anderweitigen Äusserungen eines selben Vorgangs sind, sondern dass die Cephalogenese und Notogenese vollständig von einander

getrennt, erfolgen können. Von grosser Wichtigkeit ist auch die Tatsache, dass das Unterbleiben der Notogenesis beim Ei V die Darmbildung ganz und gar nicht hemmt, während die Mesodermalen-Organen ganz fehlen. Bei der Notogenesis wird also nur das kleinzellige Material zur Mesoderm- und Chordabildung von der Oberfläche nach innen verlagert.

Das Ei T'' (3. Oktober)¹⁾ nimmt eine Mittelstellung zwischen diesen beiden Abnormitäten ein, indem hier die beiden Vorgänge: Protogenesis und Deuterogenesis zum Teil rudimentär sind. Die Fig. 5 T 34 ist eine vertikale Rekonstruktion dieses Embryo. Das Archenteron und der Dotterpfropf sind nicht gefärbt, der von Mikromeren bedeckte Eiteil ist grau gehalten und die dorsale Einstülpung ist dunkel gefärbt worden. Wie aus der Figur ersichtlich, ist das Archenteron sehr klein und wird sich wohl als Schizenteron ausgebildet haben, wiewohl derselbe bedeutend grösser ist als beim Ei S (siehe Fig. 4 a T 34). Die dorsale Einstülpung ist ziemlich gross, hat sich aber noch nicht mit dem Archenteron vereinigt und ist dagegen vom Umwachsungsrand getrennt. Sie öffnet sich also nicht nach aussen und der Umwachsungsrand hat nicht den Wert eines Notoporusrandes. Er ist sehr niedrig und gar nicht aufgetrieben, wie die Notoporuslippen immer sind. Ausserdem bildet er kein Mesoderm, während beim gleichaltrigen Ei T der ganze Rand mesodermbildend ist. Dieser Fall ist, wiewohl interessant,

¹⁾ Das gleichaltrige Ei T' hatte sich nur teilweise gefurcht und war daher einem meroblastischen Eie ähnlich. In Anbetracht, dass dieser Fall nichts ergeben hat, die Gastrulation betreffend, werde ich nur einige Bemerkungen über dasselbe machen. Es glich den abnormen Eiern von Hertwig, in den Figuren 21—27, T. XX seiner bekannten Abhandlung „Urmund und Spina bifida“ abgebildet. Nur ein Viertel des Eies war durchgefurcht und zeigte einige Höhlen, der übrige Teil wies an der Oberfläche einige undeutliche Zellengrenzen auf, war aber zum grössten Teil eine ungeteilte Dottermasse.

theoretisch von geringerer Wichtigkeit, als die anderen Abnormitäten, von denen ich noch etwas eingehender handeln werde.

Das Ei **P'** (29. September, 10 Tage) wurde in Formol fixiert und mit salzsaurem Boraxkarmin gefärbt. Die Färbung ist sehr ungleichmäfsig. Das Innere des Dotters ist nicht gefärbt und wird von einem dunklen Ring (besser von einer Kugel) umlagert. Ausserhalb dieser Kugel nimmt die Farbe wiederum ab, während die Peripherie des Eies wiederum sehr stark tingiert ist. Der Durchmesser des letzteren Abschnittes ist 750μ . Diese eigentümliche Färbung ist von der Formol-Fixierung verursacht worden, denn dieselbe ist immer schlecht, wenn man das Objekt nicht vor der Tingierung in absolutem Alkohol verweilen lässt. Infolge dieser Färbung sind die Zellen der Mikromerenschicht scharf konturiert, während die Makromerengrenzen zum Teil nicht ersichtlich sind. Die Schnittführung ist vertikal, bildet aber einen Winkel von 45° mit der sagittalen Ebene (siehe Fig. 1a T 34). Die Länge, Breite und Höhe des Eies habe ich aus den Schnitten auf 6,150 mm, 6,075 mm und 4,857 mm rekonstruiert, während jedes dieser Masse äusserlich auf 7 mm bestimmt ward. Das Höhemafs ist gewiss zu gering, denn die Decke der Furchungshöhle ist ganz auf den Boden gesunken.

Die Rückenmundlippe befindet sich 30° unterhalb des Eiäquators und besitzt fast dieselbe Länge als die des Eies O, d. h. 4,5 mm. Relativ ist dieselbe etwas kleiner, $\frac{1}{3}$ des Eiäquators, oder $\frac{5}{18}$ des Parallelkreises. Sie zeigt aber fast keine Invagination, wie die horizontale Rekonstruktion (Fig. 1a T 34) und die Figuren 1b und 1c T 34 im Vergleich mit den Figuren 1a T 31 und 1b, T 32 der Eier O und P verdeutlichen werden. In der Rekonstruktion ist die invaginierte Rinne dunkel gefärbt und die Furchungshöhle farblos geblieben, während die Stelle, wo Mikromeren und Makromeren an der Notoporuslippe eine bestimmte Grenze zeigen, punktiert worden ist.

Diese Notoporusrinne hat nirgendwo eine grössere Tiefe, als 240μ . Von einer dorsalen Einstülpung kann also hier nicht die Rede sein, wie vielleicht am besten aus den Figuren 1b und c T 34 hervorgeht (vergleiche dazu Fig. 1b und c T 34 mit Fig. 1e und 2a T 32). In dem mittleren Abschnitt schliesst sich dieser trichterförmigen Grube noch eine Grenzlinie an, welche an der Notoporuslippe Mikromeren und Makromeren von einander trennt. Der Anfang dieser Linie ist senkrecht zur Oberfläche gerichtet, dann biegt dieselbe sich dorsalwärts und bleibt eine Strecke der Oberfläche gleich gerichtet (siehe Fig. 1b und 1c T 34). Das innere Ende dieser Linie ist nicht genau zu bestimmen, weil die Grenze zwischen Makromeren und Mikromeren allmählich undeutlich wird. Das Ganze sieht dem Umschlagsrand eines Teleostierkeimschildes sehr ähnlich. Der Grössenunterschied der Mikromeren und Makromeren zu beiden Seiten dieser Grenzlinie ist sehr beträchtlich (siehe Fig. 1c) und auch die Grösse der Dotterkörner in den Mikromeren weicht von jener der Makromerenkörner augenfällig ab (resp. $3-5 \mu$ bis höchstens 10μ und $15-16 \mu$ bis höchstens 22μ).

Die Tiefe der Notoporusrinne zeigt erhebliche Schwankungen (zwischen 130 und 240μ), ebenso wie jene der Mikro-Makromerengrenze. Die Maximaltiefe des Abschnittes senkrecht zur Oberfläche ist 440μ , der zweite Abschnitt besitzt gewiss nirgendwo eine grössere Tiefe als 880μ . Für die genaueren Zahlen verweise ich nach Seite 27 meiner Dissertation.

Die Länge des Notoporus-Abschnittes mit deutlicher Invagination ist $3,6$ mm, jene der Mikro-Makromerengrenze $2,4$ mm.

Dieses Stadium ist dem von einem »Blastopore virtuel« (Brachet) gekennzeichneten Stadium von Rana und Siredon sehr ähnlich. Auch die Anordnung des Zellenmaterials am Notoporusrand in zwei Blättern infolge der »Clivage gastruléen« hat schon angefangen (siehe Fig. 1c T 34). Nur kommuniziert dieser Spalt nicht mit der Furchungshöhle, dies kann aber eine

Folge der Fixierung sein, denn die Decke der Furchungshöhle hat sich an vielen Stellen dem Boden genähert. Wie beim virtuellen Blastoporusrand Brachets hat sich unterhalb desselben noch kein Hohlraum ausgeweitet, es sei denn, dieser bilde sich später durch Auseinanderweichen der Zellen oder durch Einstülpung.

Wie schon erwähnt, ist die Furchungshöhle infolge der Fixierung sehr niedrig. Die Unterwachsung der Decke von den Makromeren ist noch unbedeutend.

Das Ei **R''** (1. Oktober, 12 Tage) ward ebenfalls in Formol fixiert und mit Boraxkarmin gefärbt, die Dotterkörner und die Zellengrenze wurden fast nicht, die Kerne sehr dunkel gefärbt. Der virtuelle Notoporusrand besitzt hier etwas mehr als die halbe Äquatorlänge, was mit zwei Drittel des Parallelkreises übereinstimmt, wie aus den beiden Rekonstruktionen 2a und b T 34 zu entnehmen ist. Eine nennenswerte Einstülpung ist nicht anwesend, während sich die Archenteronbildung durch Unterwachsung der Furchungshöhlendecke von den Makromeren ganz vollzogen hat, ja es gibt unterhalb der vorderen Seite des Archenterons eine schizogene Höhle wie beim Ei **S'** (siehe Fig. 2a die mit $\cdot + \cdot + \cdot$ angedeutete Höhle und Fig. 2d T 34).

Zur besseren Verständigung werde ich einige Worte den beiden Rekonstruktionen widmen. Fig. 2a T 31 ist eine horizontale Rekonstruktion von oben betrachtet. Der oberhalb des Äquators liegende Teil des virtuellen Notoporusrandes ist von einer ganzen Linie gekennzeichnet, der unterhalb desselben sich vorfindende Teil ist punktiert. Ersterer ist also zwischen den Punkten A und B gelagert, während die beiden ventralen Endabschnitte mit AC und BD bezeichnet sind. Die rudimentäre Invagination ist dunkel gefärbt, während das Archenteronlumen von $\text{---}\text{---}\text{---}\text{---}\text{---}$ und die oben erwähnte schizogene Höhle von $\cdot + \cdot + \cdot$ begrenzt sind. Wie aus der Figur ersichtlich, ist die

Schnittführung nicht ganz sagittal gewesen, daher stimmt die Mittellinie der Figur nicht ganz mit der Medianebene des Eies überein.

Aus der Figur 2b, einer vertikalen Rekonstruktion von hinten betrachtet, geht hervor, dass die Schnittführung nicht nur von der sagittalen Ebene abgewichen ist, sondern auch, dass sie nicht ganz vertikal gewesen ist. Beim Rekonstruieren sind die Höhe (= 5,6 mm) und Breite (= 5,8 mm) gleich gross genommen. Der grosse Kreis AM ist der transversale Durchmesser des Eies. Indem ich auf dessen Mittellinie MD Abschnitte MD und ME (die mit MD und ME in der Figur 2a übereinstimmen) abgemessen habe, komme ich zu den Punkten G und H auf der ventralen Seite des Umkreises, wo der Notoporusrand dieser Transversalebene begegnet. Der Bogen AG misst 54° , der Bogen BH 26° . Also würde der Notoporusrand zur linken Seite mehr ventralwärts als zur rechten. Das ist eine Folge der nicht ganz vertikalen Schnittführung. Wir haben also G und H nur 14° zu verschieben, um die Vertikalebene der Figur mit jener des Eies zur Übereinstimmung zu bringen. Die auf diese Weise aufgefundenen Punkte G' und H' liegen $\frac{54 + 26^{\circ}}{2} = 40^{\circ}$ unterhalb des Äquators. Auf analoge Weise wird die höchste Stelle des Randes über dem Äquator L bestimmt (AC aus der Fig. 2b ist dann = EF aus der Fig. 2a) und kann man jeden Punkt des Notoporusumkreises bestimmen (z. B. J und K aus der Fig. 2b = B und A aus der Fig. 2a). Der Bogen AF, durch den der Punkt L vom Ei-Äquator entfernt ist, misst 23° . Wenn man nun den Kreis AM als den Median-Durchmesser des Eies betrachtet, so würde F den Schnidepunkt des Notoporusrandes mit dieser Ebene und O' den Schnidepunkt mit der Transversal-Ebene darstellen. Die Linie O'F ist dann die sagittale Projektion der Notoporusene, welche einen Winkel von 45° mit dem Äquator bildet. Auf diese Weise können wir den

Wert PF, die Mittellinie des Parallelkreises, welchem entlang der Notoporusrand verläuft, bestimmen. Indem wir also den Wert des Radius dieses Kreises wissen, können wir denselben durch die Endpunkte des Notoporus G und H konstruieren. In diesem Kreise N'P' stellt also G'P'H' die absolute Länge des Notoporusrandes dar. Dieselbe misst $\frac{2}{3}$ des Parallelkreises und $\frac{3}{5}$ des Ei-Äquators.

Zum Vergleich habe ich in diese Figur eine Abbildung der äusseren Gestalt derselben Vergrösserung eingezeichnet. Der animale Teil ist dunkel angestrichen, der Dotterpfropf ist fast nicht gefärbt. Beim Schneiden hat also die Höhe zugenommen, während die Breite sich fast nicht geändert hat. Das ventrale Ende des Notoporusrandes ist infolge dieser Verzerrung noch etwas mehr ventralwärts gerückt, der Dorsalpunkt hat sich gehoben.

Ich habe diesmal die Rekonstruktionsweise etwas ausführlicher erörtert, damit man wisse, wie ich im allgemeinen zu den rekonstruierten Zahlen und Abbildungen gerate und welche die Fehlergrösse dieser Methode ist.

Ich werde bei den abnormen Eiern keine ausführliche Beschreibung der ganzen Schnittserie geben, sondern nur einige Bemerkungen über dieselben machen mit Hinweis auf die Figuren (2c, d und e T 33). In den ersten 30 Schnitten ist nur die animale Eihälfte sichtbar, dann erscheint auch der Dotterpfropf als ein linsenförmiges Zellenhäufchen von der animalen Hälfte durch die Notoporusrinne getrennt. Fig. 2c ist die Abbildung eines Schnittes in der Nähe des Punktes B der Figur 2a. Die D. V. stellt eine Lotlinie dar. Zur linken Seite beobachtet man den kleinen Dotterpfropf und die Notoporusrinne, die sich bald in eine hintere und vordere zerlegen wird. Die wirkliche Tiefe der Notoporusrinne ist nirgendwo grösser als 250μ ; in dem Medianschnitte ist sie nicht am grössten, sondern wechselt zwischen 150 und 200μ . Die Entfernung des

kaudalen Endes der Darmhöhle von der Rinne ist nur 400μ , ja vom 238. bis 243. Schnitte sinkt dieselbe bis 280μ . Bei schwacher Vergrößerung könnte man glauben, dass ein Zusammenhang zwischen der Rinne und dem Archenteronlumen anwesend wäre. Dem ist aber nicht so, wie eine stärkere Vergrößerung zeigt. Fig. 2e ist eine Abbildung der Notoporusgegend des 240. Schnittes. Wie man ersehen kann, hat eine wirkliche Eröffnung der Darmhöhle nicht stattgefunden. Die kleine Spalte zwischen der Rinne und der Darmhöhle ist ein Artefakt. Die Darmhöhle hat infolge einer ringförmigen Einsenkung der Decke eine besondere Gestalt bekommen. Sie wird aus einer kreisförmigen zentralen Höhle und aus einer ringförmigen peripheren zusammengesetzt, welche Höhlen fast vollständig von einander getrennt sind. Infolgedessen beobachtet man an einem Median-schnitte drei hinter einander liegende Höhlen (siehe Fig. 2 a T 34), während der Urdarm in den lateralen Schnitten ein einheitliches Lumen aufweist. Bei allen abnormen Eiern hat sich die Dotterhaut von der Eioberfläche abgehoben und ist demzufolge deutlich sichtbar.

Das Ei V (5. Oktober, 16 Tage).

Bei der äusserlichen Betrachtung dieses Eies macht dasselbe einen ganz normalen Eindruck. Die Mundplatte, die Gehirn- und die Medullaranlage sind schon anwesend (siehe Fig. 3a und b T 34). Die Gehirnplatte hat sich noch nicht so weit differenziert, als bei den gleichaltrigen Embryonen V' und V'', doch sind hier die mediane Furche, die vordere quere Gehirnfurche und die Transversalrinne des Mesencephalons deutlich sichtbar.

Das Prosencephalon und Rhombencephalon haben sich aber noch ganz und gar nicht vom Mesencephalon abgegliedert.

Letzteres ist schon als eine sattelförmige Erhebung erkenntlich (siehe Fig. 3c T. 34), welche unmerkbar in die tiefer

liegenden Pros- und Rhombencephala überführt. Die seitlichen Hirn- und Medullarfalten stehen deutlich hervor, die vordere quere Hirnfalte ist aber unbedeutend und zeigt in der Medianlinie eine kleine Senkung, welche die Kontinuität der Hirnfalten unterbricht.

Die Medullarfurche besitzt an ihrem kaudalen Ende eine V-förmige Öffnung, die man anfangs für die Analöffnung halten könnte, während die Öffnung des neurentischen Kanals schon verschlossen sein würde. Dem ist aber nicht so, da diese erst erwähnte Öffnung in eine winzige Blindtasche führt, welche sich nicht in die Darmhöhle öffnet (siehe Fig. 3 c T 34 links unten).

Diese Tasche ist das Rudiment der Notoporusinvagination. Die dorsale Einstülpung fehlt also ganz, wiewohl das Darmlumen an der kaudalen Seite eine Ausbuchtung aufweist, die etwa an derselben Stelle liegt wie das Lumen jener, welche Ausbuchtung wahrscheinlich auf schizogene Weise gebildet worden ist und immer noch 0,7 mm von der Notoporus tasche entfernt ist. Die Umwachsung des Dotters ist vollendet, weshalb von einem Dotterpfropfe gar nicht mehr die Rede ist. Die Darmdecke, welche natürlicherweise schon ganz von Makromeren gebildet wird, ist nicht, wie wahrscheinlich in vivo der Fall war, gewölbt, sondern liegt der Decke ziemlich nahe an, wie auch bei den Embryonen P' und R'' der Fall war. In der Figur 3 c, welche einen optischen Medianschnitt dieser transversal geschnittenen Serie darstellt, ist die Urdarmhöhle dunkel schattiert. Wie ersichtlich, ist dieselbe zum grössten Teil niedrig, während die hintere Partie etwas geräumiger ist. Die durchgeschnittenen Teile sind nicht gefärbt, während die hinter der Schnittebene befindlichen Gehirn- und Medullarfalten ein wenig schattiert sind. Hinter denselben ist aber noch eine dunkel schattierte Falte ersichtlich. Diese ist infolge der Einsenkung der Urdarmdecke gebildet worden. Daher werden also die Gehirn- und Medullar-Anlagen von einer breiten Falte umlagert, wie am deutlichsten aus der Figur 3 b und f T 34 zu ersehen ist.

Weil die Dorsalplatte ganz und gar fehlt, ist es verständlich, dass auch die von dieser Platte herstammenden Organe, das Mesoderm und die Chorda, nicht anwesend sind. Sehr auffällig scheint es mir, dass die Medulla sich normaliter entwickelt hat, weil doch die Bildung dieses Organes in engster Beziehung zu den anderen notogenetischen Vorgängen steht. Betrachten wir doch meistens die Medulla als eines der axialen Organe, welches dem Notoporuschluss das Dasein verdankt. Und hier sehen wir nun, dass einerseits die Chorda- und Mesodermbildung unterbleibt, während sich die Medulla über eine Länge von 4 mm entwickelt hat, d. i. über eine grössere Strecke als beim gleichaltrigen, normalen Ei V'. Ausserdem zeigt der kaudale Abschnitt der Medulla 4 bis 5 ziemlich regelmässige Neuromeren (siehe Fig. 3 b T IV), während die damit korrespondierenden Mesomeren natürlicherweise fehlen.

Wie bei den vorigen abnormen Eiern werde ich von den Schnitten nur einiges hervorheben, Ausführlicheres lässt sich in meiner Dissertation Seite 85 bis 95 nachschlagen. Der Embryo wurde in Formol gehärtet und in Boraxkarmin tingiert. Infolgedessen sind wiederum nur die Kerne gefärbt. Es ist aber $150\ \mu$ von der Oberfläche entfernt eine kugelförmige, $100\ \mu$ breite Schicht anwesend, wo sich die Zellengrenzen und Dotterkörner sehr intensiv gefärbt haben. In meinen Figuren ist dieselbe von einer doppelten Arzierung gekennzeichnet. Die Schnittführung war transversal. Die Anordnung der Schnittserie ist von hinten nach vorn. Deshalb enthalten die ersten Schnitte nur die Medullarfalten durch die Medullarfurche getrennt. Fig. 3 d T 34 bildet den 13. Schnitt ab. In der Mitte befindet sich die Medullarfurche von den an der Anordnung ihrer Kerne erkenntlichen Medullarfalten begrenzt, während die beiden Teile des Schnittes von der Dotterhaut zusammengehalten werden. Im 14. Schnitte teilt sich die Furche in eine dorsale und in eine ventrale Hälfte. Letztere bildet sich an ihrem ventralen

Ende zur Notoporus tasche um (siehe Fig. 3 e T 34). Diese Tasche besitzt eine Tiefe von 0,3 mm, eine Länge von 0,3 mm und eine Breite von 0,75 mm, und macht also einen ganz rudimentären Eindruck. Die dorsale Hälfte der Rinne lässt sich bis zur Gehirnanlage verfolgen. Die Breite der Medullarfurche nimmt proximalwärts zu, sie wird von 0,2 mm bis zu 0,6 mm. Die Tiefe schwankt in den einzelnen Schnitten zwischen 0,13 und 0,2 mm. Die Figur 3 g T 34 stellt eine Abbildung der mittleren Medullarregion dar. Die Medullarplatte hat im allgemeinen einen Durchmesser von 3 bis 4 Zellen. Von der Gehirnanlage werde ich nur noch einiges mitteilen. Fig. 3 h T 34 ist die Gehirngegend eines Schnittes ein wenig hinter der höchsten Stelle des Mesencephalon. Die lateralen Gehirnfalten und der Anfang der sattelförmigen Erhebung des Mesencephalons sind deutlich sichtbar. Einige Schnitte weiter nach vorn sind die Lateralfalten faktisch verschwunden, wie aus der Fig. 3 i T 34, einer Detailzeichnung des 242. Schnittes, hervorgeht. In dieser Figur kann man auch die laterale Kopffalte beobachten, welche hier aber bedeutend kleiner bleibt, als beim Ei V'. Während der Durchmesser der Medullarplatte und der Medullarfalten fast gleich gross ist, zeigen die Falten in der Hirngegend einen erheblich grösseren Durchmesser als die Mitte der Platte, wie auch in der Figur 3 h zu ersehen ist. In der Hinterhirngegend z. B. messe ich jenen der Falten 0,3 mm und jenen der Platte in der Medianlinie 0,14 mm.

Das Ektoderm ausserhalb der Neuralregion ist zum grössten Teil einschichtig; letztere wird aber von einer zweischichtigen ringförmigen Zone umlagert, die an der vorderen Seite 0,3 mm breit ist, lateral sich von 0,4 mm vorn bis zu 0,9 mm hinten verbreitet und in der Notoporusgegend eine kreisrunde Platte mit einem Durchmesser von 2 mm bildet.

Die Decke der Archenteronhöhle ist im allgemeinen mehrschichtig und folgt dem Relief der Gehirnplatte, wie aus der

Rekonstruktion (Fig. 3c, T 34) hervorgeht. In der vorderen Gehirnregion aber wird dieselbe einschichtig unterhalb der lateralen Gehirnfalten und lateralwärts davon. Weiter nach hinten verschwinden diese einschichtigen Strecken (siehe Fig. 3h, T 34), doch zeigt der mittlere Abschnitt immer einen grösseren Durchmesser. Man würde diese Entodermleiste als den Rudiment der Dorsalplatte betrachten können, aber doch immer nur als ein Rudiment, denn die Entwicklungsstufe der Neuralanlage setzt eine viel grössere Differenzierung der von der Dorsalplatte herstammenden Organe voraus, als mit diesem dürftigen Zellenmaterial zu erzielen wäre.

Zum Schluss noch einiges über den Embryo S (2. Oktober, 13 Tage), der zufälligerweise ebenso wie die anderen abnormen Eier in Formol gehärtet ward. Fig. 4a, T 34 stellt eine sagittale Rekonstruktion dar. Die Schnittführung war horizontal, d. h. der Notoporsebene gleichgerichtet. Ich habe die dorsale Einstülpung und den von den Notoporuslippen umschlossenen Raum dunkel gefärbt, während das kleine Schizenteron an der vorderen Seite nicht gefärbt worden ist. Die Notoporuslippen bildeten einen geschlossenen Ring, die linke liegt hinter dem Zeichenplan und ist deshalb gestrichelt worden. Den Teil der Notoporusinvagination, der sich lateralwärts über den Dotterpfropf erstreckt, habe ich etwas heller gehalten. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass bei diesem Eie auch die ventrale Lippe eine deutliche Invagination zeigt. Ich habe das bei keinem anderen Objekt in der Weise beobachtet. Inwiefern die als Schizenteron bezeichnete Höhle wirklich den schizogenen Höhlen der Eier R'' und S' gleichzusetzen oder aber ein Rest der unwachsenen Furchungshöhle sei, wage ich nicht zu entscheiden. Die topographischen Verhältnisse sprechen für die erste Alternative. Ein Furchungshöhlenrest müsste mehr dorsalwärts gelagert sein, und nicht der ventralen Notoporuslippe genähert. Ausserdem ist die Entfernung von dem inneren Ende der dorsalen Ein-

stülpung, selbst in Anbetracht davon, dass letztere hier kleiner ist als bei den gleichaltrigen Embryonen, zu gross, um die zweite Deutung wahrscheinlich zu machen, denn dieselbe ist grösser als 180° (vergleiche dazu Fig. 3d, T 32 mit 4a, T 34).

Es ist m. E. nicht zu widersprechen, dass die Rekonstruktion den jüngeren Stadien einer Spina bifida, die Hertwig in seiner oben genannten Abhandlung »Urmund und Spina bifida« auf der XVI. Tafel Fig. 1 und 2 abbildet, sehr ähnlich aussieht. Nur fehlt die Differenzierung des Notoporusrandes. Die Querschnitte würden keine Medulla- oder Chordahälften zeigen; denn die Mesodermbildung hat bei diesem Eie noch nicht angefangen.

Wenn man die Figuren Hertwigs nur 180° dreht, stimmen sie ganz mit den meinigen. Die von Hertwig als Kopfdarm bezeichnete Einstülpung ist aber von mir dorsale Invagination benannt. Ich glaube dass der letztere Name die Bedeutung derselben genauer angibt als der erstere. Denn der Kopfdarm steht nie in topographischer Beziehung zur dorsalen Notoporuslippe, die dorsale Invagination um so mehr. Auch die Stelle der Kopfanlage der Hertwigschen Figuren dorsalwärts und vor der dorsalen Einstülpung stimmt ganz mit den theoretischen Voraussetzungen. In dieser Beleuchtung ist auch für die andren von Hertwig abgebildeten Fälle einer Spina bifida das Fehlen der Cephalogenestis, die Bildung des Archenterons S. S. bezeichnend. Die Bildung des Darms und seiner Anhangsorgane ist unterdrückt oder mindestens gehemmt, während die notogenetischen Organe wie Chorda und Mesoderm sich weit differenzieren, wiewohl dieselben halbiert sind. Ich glaube, dass in den genannten Fällen die Hemmung der Darmbildung die primäre Erscheinung ist und dass das Unterbleiben der Notoporus-schliessung als eine Folge davon betrachtet werden muss. Was die primäre Ursache der Abnormität anbetrifft, kann ich nur Vermutungen äussern. Vielleicht ist die Ursache eine

abnorme Anhäufung von Dottermaterial an dem vegetativen Pol, welche die Vorgänge dort hemmend beeinflusste. Vielleicht ist die Lagerung dem Sauerstoffwechsel nicht vorteilhaft gewesen und ist das Dottermaterial infolgedessen nicht genügend schnell resorbiert worden. Ich habe sehr viele Körner von 25μ in den Zellen dieses Eies beobachtet, während die Dotterkörner der gleichaltrigen nur selten 20μ gross waren. Eine bestimmte Schlussfolgerung ist aber diesen wenigen Tatsachen nicht zu entnehmen. Fast die Hälfte der Schnitte werden von einer soliden Masse Dotterzellen und einer einschichtigen Mikromeren-decke gebildet. Die letztere ist aber an mehreren Stellen infolge der ungeeigneten Formolfixierung verletzt, wie aus der Fig. 4 b T 34 hervorgeht. In den Schnitten durch die untere Eihälfte erscheinen aber einander diametral gegenüber zwei Höhlen. Eine derselben ist ganz von Makromeren ausgekleidet, besitzt eine ziemlich grosse Höhe (etwa $0,7\text{ mm}$) und wird nicht breiter als $2,9\text{ mm}$. Dieselbe ist das oben erwähnte Schizenteron, in der Figur 4 c - T 34 links oben anwesend. Die andere, die dorsale Einstülpung bleibt bis in der Nähe der Mündung ziemlich niedrig (200μ). Die Decke wird von mikromeren-artigen Zellen aufgebaut, während der Boden von typischen Makromeren gebildet wird. In der Figur 4 c wird dieselbe von der engen Spalte an der rechten Seite dargestellt. Weiter ventralwärts breitet sie sich längs des ganzen Eiumkreises aus, während das Schizenteron schwindet (siehe Fig. 4 d T 34). Auf diese Weise wird der Dotterpfropf zuletzt ganz frei von den Notoporuslippen, welche zu gleicher Zeit an zwei Stellen durchbrochen sind (siehe Fig. 4 e T 34). In den letzten Schnitten sind nur einige Reste des Notoporusrandes ersichtlich, welche weiter ventralwärts hervorstehen als der Dotterpfropf.

Zusammenfassende Übersicht.

Ich werde hier nur die Tatsachen zusammenfassen, welche die Untersuchung der normalen Eier O bis W ergeben hat. Bei den Eiern X bis MM ist dies überflüssig wegen der Kürze der Beschreibung (siehe Seite 383—387) und bei den abnormen Embryonen geht die Zusammenfassung der Beschreibung voran (siehe Seite 388).

Die Gastrulation S. S. d. h. also die wirkliche Archenteronbildung (Cephalogenese oder Protogenese) hat etwa am 28. September angefangen und hatte sich schon am 2. Oktober vollzogen. Die Dauer dieses Vorgangs war also nur 4 bis 5 Tage. Die Notogenese oder Deuterogenese, welche wir wiederum in zwei einzelne Vorgänge in die dorsale Einstülpung und den Urmundschluss trennen könnten, hat vielleicht schon um einen Tag früher angefangen (27. oder 28. September) und bis zum 6. Oktober gedauert. Dieselbe hat also eine Dauer von 8 oder 9 Tage gehabt. Die dorsale Einstülpung war in etwa 3 Tagen fertig (vom 27. oder 28. bis zum 30. September). Dann erfolgte schon der Durchbruch in die Darmhöhle, während der Urmundschluss 5 Tage erforderte (vom 1. bis zum 6. Oktober).

Am Ende dieser 8 oder 9 Tage hat der Notoporus sich in den Anus und den neurenterischen Kanal getrennt und letzterer war schon verschlossen. Spuren des Schwanzdarmes waren bis zum 25. Tage (dem 22. Oktober) zu beobachten.

Das Ei O.

Bei dem jüngsten Gastrulationsstadium, das sich vorfand, beim Ei O (28. September) hat die Cephalogenese eben angefangen. Die Seitenwände und ein kleiner Streifen an der Decke ($\frac{3}{4}$ mm breit) sind von Makromeren ausgekleidet (siehe Fig. 1 T 31), der grösste Teil der Decke (4 mm breit und 5 mm

lang) wird nur von Mikromeren gebildet, während die vordere und die hintere Wand fast keine Makromeren aufweisen. Die dorsale Einstülpung ist noch nicht tief ($\frac{2}{3}$ mm), die Rückenmundlippe erstreckt sich aber schon über ein Viertel des Eiumkreises. Dieselbe liegt 12° unterhalb des Äquators, das innere Ende der dorsalen Einstülpung nur 5° oberhalb desselben.

Das Ei P.

Bei dem Ei P (29. September) ist der Umwachsungsprozess an der vorderen und hinteren Wand vorgeschritten, indem letztere ganz und erstere zum Teil von Makromeren bedeckt ist (Fig. 2 a und c T 32). An den Seiten hat die Umwachsung keine Fortschritte gemacht (siehe Fig. 2 T 31). Die Länge der dorsalen Einstülpung hat stark zugenommen (2,5 mm, d. h. im Vergleich mit O ist dieselbe um 1,8 mm länger geworden), die Ausdehnung der Rückenmundlippe ist aber kleiner geworden, sie ist $\frac{1}{5}$ der Äquatorlänge (oder $\frac{1}{4}$ des Parallelkreises). Die axiale Konkreszenz der Lippen übertrifft also beim Ei P die laterale Ausbreitung derselben. Die dorsale Lippe liegt 50° unterhalb des Äquators, also 38° weiter ventralwärts als jene des Eies O, während das innere Ende der Einstülpung nur um 6° dorsalwärts gerückt ist (11° oberhalb des Äquators). Durch Einstülpung oder Auseinanderweichen ist nur $\frac{1}{7}$, durch Konkreszenz $\frac{6}{7}$ dieser Längezunahme verursacht worden.

Das Ei Q.

Bei dem Ei Q (30. September) ist die Gastrulation so weit vorgeschritten, dass ein vorderer und hinterer Furchungshöhlerest noch nicht ganz vom Archenteron getrennt ist. Beide Teile der Furchungshöhle sind spaltförmig. Der hintere Spalt trennt die beiden Blätter der Decke der dorsalen Invagination,

der vordere ist halbkreisförmig und trennt die oberflächlichen Mikromeren von den darunter liegenden Dotterzellen. Derselbe muss also als der «Clivage gastruléen» Brachets betrachtet werden, welcher der Bildung der vorderen Notoporuslippe vorangeht. Der makromerenfreie Teil der Archenterondecke besitzt eine Länge von $2\frac{1}{2}$ mm und eine Breite von 3 mm. Der Rückenmundrand ist 40° unterhalb des Äquators gelagert, d. i. also 10° mehr dorsalwärts als beim Ei P. Im Einklang damit hat der durch Überwachsung oder Konkreszenz gebildete Teil der dorsalen Platte (gekennzeichnet von feinerem Dottermaterial) nur eine Länge von 1,14 mm, während der durch Einstülpung oder Auseinanderweichen sich bildende Teil 2 mm misst. Die Trennungswand zwischen dorsale Invagination und Archenteron ist an 3 Stellen durchlöchert.

Das Ei R'.

Das Archenteron des Eies R' (1. Oktober) ist ungefähr in derselben Lage als jenes des Eies Q. Nur hat die Unterwachsung an den Seiten weniger und vorn und hinten mehr Fortschritte gemacht, als beim letzteren Ei. Der makromerenfreie Teil misst 2,25 und 3,4 mm. Der vordere Rest der Furchungshöhle fehlt und dieses Fehlen des »Clivage gastruléen« hängt vielleicht mit der Bildung der ventralen Rückenmundlippe zusammen. Dagegen sind ausser dem unpaaren, hinteren Teil noch zwei seitliche Rudimente anwesend, die mit ersterem und mit dem Urdarm kommunizieren (Fig. 3 T 31). Der Rückenmundrand ist fast ganz geschlossen, $\frac{3}{4}$ oder $\frac{18}{19}$ des Eiumkreises wird von demselben eingefasst.

Die Rückenmundlippe ist hinten 32° unterhalb des Äquators, vorn 35° oberhalb desselben gelagert. Die Überwachsung oder Konkreszenz hat also viel weniger Fortschritte gemacht, als bei den Eiern P und Q. Der durch Invagination gebildete Teil

der Dorsalplatte misst 2,1 mm, hat also ungefähr dieselbe Länge als die des Eies Q (2 mm). Der durch Überwachsung gebildete Teil dagegen ist nur 1 mm gross, das ist bedeutend kleiner als beim vorigen Ei (1,4 mm). Im Vergleich mit den Verhältnissen des Eies P überwiegt beim Ei R' die seitliche Ausdehnung der Notoporuslippen noch viel augenfälliger die Konkreszenz derselben als beim Ei Q der Fall war.

Die Wand zwischen dem Urdarm und der dorsalen Invagination zeigt eine grosse rundliche Öffnung.

Das Ei S'

Beim Ei S' (2. Oktober) ist die Bildung des Archenterons vollendet worden. Die ganze Decke wird von Makromeren hergestellt. Die Stelle der Decke, wo die Umwachsung gerade zuvor stattgefunden hat, wird noch von einer Schicht niedriger, der Länge nach gedehnter Zellen gebildet. (Fig. 4 f T 32.) Die Trennungswand der Darm- und Rückenöhle, ein kleines Rudiment zur linken Seite ausgenommen, ist ganz geschwunden, weshalb die Grenze des cephalogenetischen und des notogenetischen Deckenteiles schwer zu bestimmen ist. Die Dorsalplatte ist aber zuminst 2,6 mm lang gewesen. Der Furchungshöhlerest umfasst die animale Eihälfte mit einer spaltförmigen Höhle. Die untere Grenze wird von der Notoporuslippe gebildet, in der Mitte ist die Höhle vom Archenteron verdrängt, weshalb dieselbe ringförmig ist.

Der Rückenmundrand ist ganz geschlossen. Die ventrale Lippe weist keine Invagination auf und liegt 24° unterhalb des Äquators, also 59° mehr ventralwärts als beim Ei R'.

Die dorsale Lippe findet sich nur 26° unterhalb des Äquators. Die Konkreszenz ist also verschwindend klein gewesen, während die periphere Ausdehnung des Rückenmundes beträchtlich ist, d. h. den ganzen Eiumkreis umfasst.

Der durch Überwachsung gebildete Teil der Dorsalplatte ist deshalb nur 0,6 mm gross, während der invaginierte Teil mehr als 2 mm misst. (Vergleiche dazu Pag. 68.)

Längs des Notoporusrandes bildet sich schon allenthalben das Mesoderm. Infolge der geringen Konkreszenz ist die Ausdehnung des axialen Mesoderms noch sehr gering.

Das Ei T.

Das Ei T (3. Oktober) wird gekennzeichnet durch die Ausdehnung des Mesoderms über die halbe Oberfläche des Eies und durch die Anwesenheit eines Primitivstreifens. Derselbe ist 5 mm lang und findet sich in der Medianlinie der Dorsalplatte (siehe Fig. 5 a T 31). Letztere ist schon teilweise von den Makromeren unterwachsen und längs des Primitivstreifens ist die Dorsalplatte (die Chorda-Anlage) noch an der Darmhöhlen-Auskleidung beteiligt. Äusserlich ist eine seichte Primitivrinne ersichtlich. Das Ektoderm ist in dieser Gegend höher als anderswo, doch ist es allenthalben nur einschichtig.

Der Dotterpfropf ist beträchtlich kleiner geworden ($3\frac{1}{2}$ mm = der halbe Eidurchmesser); das Zusammenziehen des Notoporusrandes geht also vor sich. Die dorsale Lippe liegt 62° unterhalb des Eiäquators (also 12° mehr ventralwärts als beim Ei P), die ventrale Lippe 50° unterhalb desselben (d. i. 26° mehr ventralwärts als beim Ei S'). Trotz dem schnellen Vorrücken derselben weist die ventrale Lippe keine Invagination auf. Diese ist auf der hinteren Hälfte der seitlichen Notoporuslippen beschränkt (siehe Fig. 5 a T 31).

Die Eier V' und V''.

In den beiden Eiern des 5. Oktobers V' und V'' ist der Dotterpfropf ganz geschwunden oder mit anderen Worten die Zusammenziehung des Rückenmundes ist vollendet. Die Neural-Anlage, die dem Ei T fast ganz fehlte, zeigt hier eine starke

Differenzierung (vergl. dazu 6 b und 7 a T 31), während das Mesoderm des V' schon 6 Segmente aufweist, welche Mesomerie dem Ei V'' noch fehlt. Auch in einer anderen Hinsicht zeigt sich das Ei V'' jünger als das Ei V'. Die Trennung des Notoporus in dem Anus und dem neurenterischen Kanal hat beim Ei V'' eben angefangen, während dieselbe sich beim Ei V' ganz vollzogen hat (vergl. dazu Fig. 6 c und 7 b T 31).

Beim Ei V'' umfasst das Mesoderm noch nicht die Hälfte der Eioberfläche, beim Ei V' $\frac{5}{8}$ derselben.

Vor der Gehirnanlage ist bei den beiden Eiern eine halbmondförmige Region anwesend, wo das Entoderm und das Ektoderm miteinander verwachsen sind. Das Entoderm dieser Platte wird von einer Schicht hoher, zylindrischer Zellen gebildet. Der Primitivstreifen des Eies V' besitzt nur eine Länge von 1,5 mm, die des Eies V'' eine von 2,8 mm. Proximalwärts von der Primitivgegend hat sich die Chorda vom Entoderm gelöst, nur ganz vorn ist dieselbe wiederum mit dem Entoderm verwachsen (siehe Fig. 1 h T 33). Die Unterwachsung der dorsalen Platte ist also fast vollendet. Der notogenetische Teil der Darmhöhle hat eine Länge von 3,8 mm (siehe Pag. 361). Die Analöffnung liegt 72° unterhalb des Äquators, die dorsale Lippe ist also nur 10° weiter gerückt im Vergleich mit dem Ei T, während die ventrale Lippe einen Weg von 58° zurückgelegt hat.

Im ganzen ist der Weg der ventralen Lippe (seit dem Stadium R') 140° , während jener der dorsalen Lippe 72° ist. Vielleicht ist es richtiger, den zurückgelegten Weg der ventralen Lippe vom Stadium S' an zu bestimmen. Dann ist die Grösse nur 84° , dieselbe muss aber mit 22° vermehrt werden, da sich das Mesoderm schon 22° oberhalb der Lippe ausdehnt. Also muss die Grösse dann auf 100° bestimmt werden, das ist noch das anderthalbfache des Bogens, der von der dorsalen Lippe zurückgelegt wird. Der Name Notogenesis für die zweite Phase der Gastrulation ist deshalb nicht ganz bezeichnend.

Das Ei W.

Bei dem letzten Ei W (6. Oktober) ist der neurenterische Kanal fast verschwunden, während sich ein deutlicher Schwanzknoten gebildet hat. Die Gehirnfalten haben sich im Prosencephalon aneinander gelegt, in der übrigen Gehirnanlage liegt der Gehirnboden frei zu Tage. Der Medullarkanal ist schon teilweise verschlossen, während derselbe im kaudalen Teil der Medullar-Anlage fehlt.

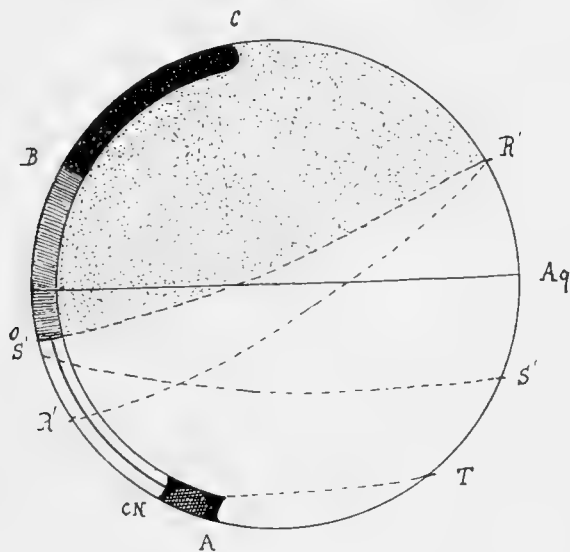
Die Chorda-Anlage ist zum grössten Teil vom übrigen Mesoderm getrennt. In dem typischen Primitivstreifen aber, der hier eine Länge von 2,5 mm aufweist, sind Chorda- und Medulla-Anlage mit dem Mesoderm verschmolzen, während das Entoderm deutlich von diesem noch nicht differenzierten Zellenstreif getrennt bleibt. Die Chorda-Anlage ist längs des Primitivstreifens noch nicht von den Makromeren unterwachsen. In dieser Hinsicht bilden die Eier T, V'' und W eine Entwicklungsreihe, indem die Länge des Streifens in diesen Stadien sich allmählich vermindert (5, 2,8 und 2,5 mm).

In den nächstfolgenden Stadien ist die Chorda-Anlage ganz aus der Darmdecke geschaltet. Die drei Keimblätter hängen nur im Schwanzknoten zusammen. Es bildet sich an der Stelle des neurenterischen Kanals der Schwanzdarm, welcher eine beträchtliche Länge bekommt. Zuletzt verschwindet das Lumen, die solide Zellenmasse fällt in einzelnen Teilen auseinander und wird resorbiert.

Zum Schluss noch einiges über die Dotterzellen und die Mikromerendecke. Die Furchung des Dotters befindet sich in einem Ruhe-Stadium. Die Zahl der sehr grossen Dotterzellen sinkt ein wenig, zumal an der vorderen Seite, während die Zahl der mittelgrossen Zellen im Dotter etwas zunimmt. Das Mass der einzelnen Exemplare dieser beiden Zellarten ändert sich aber nicht, wie aus der nächstfolgenden Tabelle hervorgeht.

	des Eies O	des Eies V'
Eine mittelgrosse Dotterzelle . . .	0,24—0,48 mm	0,20—0,40 mm
Eine sehr grosse Dotterzelle . . .	0,75 und 1,14 mm	1,07 und 1,07 mm

Die Mikromerendecke der Furchungshöhle des Eies O ist zwei- oder dreischichtig. Dieselbe wird beim Ei P an mehreren Stellen einschichtig. Beim Ei Q ist der, den Archenteron deckende Teil des Mikromerenblattes einschichtig, der Teil oberhalb der dorsalen Platte ist zweischichtig. Das Ei R' zeigt das umgekehrte Verhältnis. Das Mikromerenblatt der Eier S' und T ist die Nähe des Notoporusrandes ausgenommen allenthalben einschichtig. Bei den Eiern V', V'' und W ändert sich die Lage, indem die Neuralanlage zwei- bis fünfschichtig ist und von einem zwei- bis dreischichtigen Ektoderm-Ring umlagert wird.



Die hierneben abgedruckte Tabelle und Textfigur geben zuletzt noch eine kurze Zusammenfassung der Gastrulationsvorgänge des *Megalobatrachus* auf derselben Weise, wie Eycleshymer sie für *Necturus* und andere Amphibien gegeben hat.

Die punktierte Region ist die Mikromerendecke beim Anfang der Notoporusbildung. Der Buchstabe O deutet an, dass an der Stelle die dorsale Notoporuslippe des Eies O zuerst erschien. R' deutet dieselbe Stelle für die dorsale und ventrale Lippe des Eies R' an. Die gestrichelte Linie R'R' ist also die Stellung des Notoporusrandes beim Ei R', ebenso sind S'S' und CNT dieselben bei den Eiern S' und T. Man beachte die Tatsache, dass die dorsale Lippe des Eies R' weiter ventralwärts liegt als jene des Eies S'. Der Streifen C, B, O, CN, A ist eine schematisierte Darstellung der Embryonal-Anlage. Der dunkel gefärbte Teil CB ist das in situ gebildete Protosoma (Gehirnanlage und Kopfdarm). Der gestrichelte Teil BO hat sich durch Einstülpung gebildet; dem gehört der vordere Abschnitt der Dorsalplatte an. Der nichtgefärbte Teil OCN ist durch den Notoporuschluss, also durch Überwachsung oder Konkreszenz der Notoporuslippen hergestellt. CN ist der neurenterische Kanal, A der Anus. Die doppelt arzierte Insel zwischen A und CN ist die Schwanzanlage. Die dorsale Lippe hat also den Bogen OA, die ventrale den Bogen R'A zurückgelegt.

Beim Ei	O	P	R'	S'	T'	V'
befindet sich die dorsale Lippe unterhalb des Äquators	12°	50°	32°	16°	62°	72°
Unterschied mit O	0°	38°	20°	4°	50°	60°

Beim Ei	R'	S'	T	V'
befindet sich die ventrale Lippe unterhalb des Äquators	— 35°	24° +	50° +	108° +
Unterschied mit R'	0°	59°	85°	143°

Beim Ei wird von der Dorsal- platte gebildet	O	P	Q	R'	S'	T'	V'
durch Invagination . . .	$\frac{2}{3}$?	1,4mm	2,0mm	2,1mm	> 2,0mm	2,5mm	2,5mm
durch Konkreszenz . . .	0?	1,1mm	1,4mm	1,0mm	0,6mm	2,5mm	3,0mm
Totallänge der Dorsal- platte	$\frac{2}{3}$ mm	2,5mm	3,4mm	3,1mm	> 2,6mm	5,0mm	5,5mm

B. Vergleichender Teil.

Bevor ich anfangen, die Ergebnisse meiner Untersuchungen über die Gastrulation beim Megalobatrachus mit denen anderer Autoren über diesen Vorgang bei Anamnioten Wirbeltieren zu vergleichen, werde ich hervorheben, dass es meine Absicht nicht sein kann, eine vollständige Zusammenfassung der ausgedehnten Gastrulationsliteratur zu geben, weil ich diese Mühe in Anbetracht der ausgezeichneten zusammenfassenden Übersicht von G. Born im zweiten Bande und von F. Keibel im zehnten Bande der Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte überflüssig erachte. Ausserdem findet man in der 12. bis 15. Lieferung des Handbuches der vergleichenden und experimentellen Entwicklungsgeschichte von Oskar Hertwig eine ziemlich vollständige Zusammenstellung der zur Zeit bekannten Tatsachen über den Gastrulationsvorgang. Leider werden die theoretischen Anschauungen über denselben, soweit sie der Hertwigschen Anschauungsweise widersprechen, nur sehr beiläufig erwähnt. Ich werde mich also darauf beschränken.

die Tatsachen zusammenzustellen, die im Einklang stehen mit dem Entwicklungsmodus des *Megalobatrachus* oder einen charakteristischen Unterschied mit demselben aufweisen. Wie schon im Vorwort erwähnt worden ist, stimmt meine theoretische Anschauungsweise der Hauptsache nach mit der *Hubrechtschen* überein und verweise ich dafür auf die logische Auseinandersetzung der Gastrulationsfrage von diesem Autor in seinen Arbeiten: »Die Gastrulation der Wirbeltiere« und »Furchung und Keimblattbildung bei *Tarsius spectrum*«.

Meines Wissens haben *P. und F. Sarasin* zum ersten Male die Ansicht verteidigt, dass die Gastrulation *S. S.*, d. h. also die Bildung der zweiblättrigen Keimblase von dem späteren Einwuchs der oberflächlichen Blastodermzellen prinzipiell getrennt werden muss. Und obgleich im Einzelnen die Ansichten sich geändert haben — ich weise auf die Meinung hin, die Makromeren wären ganz und gar nicht am Aufbau des Embryo beteiligt — müssen die Namen dieser Wegbereiter der modernen Anschauungsweise des Gastrulationsproblems hier an erster Stelle genannt werden.

Mit einigen Abänderungen von untergeordneter Wichtigkeit sind *Lwoff, Keibel und Assheton* derselben Meinung, während *Brachet* einen anderen Standpunkt vertritt. Der letztere Autor unterscheidet bei der Gastrulation drei zeitlich nicht getrennte Vorgänge. In der ersten Phase spaltet sich das Ektoderm von den Dotterzellen ab (*Clivage gastruléen*). Nur in dieser Phase kann von einer zweiblättrigen Keimblase die Rede sein. Die zweite Phase, die Blastoporusbildung weist zwei prinzipiell verschiedene Vorgänge auf, die Bildung des Archenterons durch Auseinanderweichen der Dotterzellen in der Nähe des Blastoporusrandes (= Bildung des invaginierten Teils der Dorsalplatte) und den Blastoporuschluss. Im beschreibenden Teile habe ich mehrere Male darauf hingewiesen, dass auch

beim *Megalobatrachus* der proximale Abschnitt der Dorsalplatte invaginiert wird, während der kaudale Abschnitt dem Notoporuschluss das Dasein verdankt. In Anbetracht aber der Tatsache, dass sich in beiden Abschnitten der Dorsalplatte einheitliche oder serial homologe Organe bilden (Chorda und Mesomeren), glaube ich, dass wir dieselben nicht so prinzipiell trennen dürfen.

Den Bedenken Asshetons über den Namen und den Begriff Notogenesis kann ich teilweise beistimmen, denn auch ich bin der Meinung, dass bei dem genannten Prozess nicht nur dorsale, sondern auch laterale und ventrale Teile des Körpers gebildet werden. Die sonstigen Streitpunkte sind meines Erachtens nicht von prinzipieller Wichtigkeit. Immerhin ist auch Assheton der Meinung, dass die Keimblätterbildung in zwei Vorgängen, Protogenesis und Deutero-genesis getrennt werden soll. Überdies gibt er dieser Trennung nicht eine rein deskriptive Bedeutung, sondern eine von phylogenetischer Wichtigkeit.

Für weiteren Aufschluss über diese theoretischen Erörterungen weise ich hin auf die darauf Bezug habenden Arbeiten Hubrechts, Keibels, Asshetons und Brachets im 26. und 27. Band des Anatomischen Anzeigers.

Amphiumidae.

Über die Keimblätterbildung der nächsten Verwandten des *Megalobatrachus*, der Amphiumidae (*Menopoma* und *Amphiuma*) ist in diesem Zeitpunkte noch nichts bekannt, das einen Vergleich ermöglichen würde.

Gymnophionen.

Über die Entwicklungsgeschichte der Blindwühlen liegen die ausgezeichneten Arbeiten der Sarasins (*Ichthyophis glutinosus*) und Brauers (*Hypogeophis rostratus* und *alternans*) vor.

Da die beiden erstgenannten Autoren sich in den ersten Entwicklungsstadien zum grössten Teil nur mit der äusseren Gestalt beschäftigt haben, werde ich mich auf die letztgenannte Arbeit beschränken.

Infolge des verhältnismässig grösseren Dotterreichtums der Hypogeophis-Eier verspätet sich die Erscheinung des Notoporus.¹⁾ Demzufolge gibt es schon eine deutliche Neural-Anlage, wenn die Notoporuslippe noch sehr klein ist, und ist dieselbe nicht imstande um den ganzen Dotter herum zu wachsen, wie bei unserem Objekte in den Stadien R' und S', wo der Rand einen grossen Kreis bildet. Der Rückenmund bleibt immer klein und schliesst auf einer Weise, welche jener der Reptilien ähnelt. (Siehe Taf. 34). Dadurch sind die Änderungen der äusseren Gestalt des Megalobatrachus-Eies denen des Hypogeophis-Eies sehr unähnlich. Umsomehr überrascht uns die Übereinstimmung der Bildung des Archenterons und des Verhältnisses desselben zur dorsalen Einstülpung dieser beiden Amphibien.

Am Ende der Furchung zeigt das Hypogeophis-Ei einen zum grössten Teil ungefurchten Dotter und eine Blastodermhaube, die etwa ein Drittel der Ei-Oberfläche misst. Dieselbe wird aufgebaut von einer oberflächlichen epithelialen Schicht animaler Zellen und von einer inneren spongiösen Masse vegetativer Zellen. Hinten faltet sich die animale Schicht ein und bildet eine Tasche, welche oben von animalen Zellen (Dorsalplatte), unten von Makromeren ausgekleidet wird. Offenbar ist diese Tasche die Dorsal-Invagination.²⁾ Die spongiöse Zellen-

1) Das Ei des *H. rostratus* hat einen Durchmesser von 7 bis 8 mm und ist also der Grösse des *Megalobatrachus*-Eies gleich, während das Ei des *H. alternans* nur 4 bis 5 mm misst. Das Verhältnis der Blastodermhaube und des Dotters ist aber ungünstiger (siehe die Textfig. A).

2) Die dorsale Notoporuslippe ist in Brauers Figuren bei dem Erscheinen 30° bis 40° oberhalb des Äquators gelagert und ist niemals unterhalb desselben sichtbar. Brauer gibt aber keine Zahlen.

masse ordnet sich allmählich zur Bildung der Archenteronwand. Bevor dieser Vorgang sich aber ganz vollzogen hat, öffnet sich die Dorsalinagination in der noch von mehreren Spalten gebildeten Urdarmhöhle. Die animalen und vegetativen Zellen der Darmdecke sind aber leicht von einander kenntlich; der Unterschied ist viel grösser als beim *Megalobatrachus*. Infolge dessen ist selbst bei älteren Stadien noch immer die Grenze zwischen dem notogenetischen und deuterogenetischen Teil in dem Medianschnitt bestimmbar, während bei *Megalobatrachus* die Grenze dieser Teile sich bei sagittaler Schnittführung bald verwischt. In der Folge wachsen die Makromeren einander unterhalb der Dorsalplatte entgegen. Dadurch werden die eingestülpten Zellen aus der definitiven Darmdecke geschaltet und können zur Bildung der Chorda und des Mesoderms benutzt werden.

Der Notoporuschluss stimmt ganz und gar mit jenem des *Megalobatrachus* überein. Es bildet sich eine doppelte Öffnung. Die vordere, der neurenterische Kanal, schliesst sich bald, die hintere ist die bleibende Analöffnung. Der Unterschied in der Keimblätterbildung dieser beiden Urodelen liegt also der Hauptsache nach darin, dass beim *Megalobatrachus* das Archenteron und die Dorsal-Invagination sich später vereinigen, und demzufolge eine höhere Entwicklungsstufe zeigen, während beim *Hypogeophis* die Vereinigung der beiden Höhlen sehr früh stattfindet, der Unterschied der animalen und vegetativen Zellen aber viel grösser ist. Die Grösse und Formverhältnisse des Archenterons und der Dorsalinagination sind einander ähnlich, wie aus dem Vergleich meiner Figur 6 a T 31, die Horizontalprojektion des Eies V' und der Brauerschen Textfigur H (Handb. Hertwig Seite 749 Fig. 300¹⁾) hervorgeht.

¹⁾ In der Folge werde ich beim Hinweis nach den Figuren des Hertwigschen Handbuches die Buchstaben HH vorangehen lassen.

Zum Vergleich der Chorda- und Mesodermbildung eignet sich meine Fig. 5d T 32, ein Querschnitt des Eies T und die Brauersche Figur 61 T 37.

In den beiden Fällen ist eine seichte Rückenrinne anwesend, während das Chorda-Epithel noch nicht von den Makromeren unterwachsen worden ist, sondern noch an der Darmauskleidung beteiligt ist.

Necturus.

Wiewohl mehrere wichtige Arbeiten über einzelne Teile der Entwicklungsgeschichte des *Necturus maculatus* erschienen sind und Eycleshimer eine Reihe experimenteller Untersuchungen an diesem Objekt angestellt hat, lässt sich eine mehr oder weniger vollständige Arbeit über die Gastrulationsvorgänge dieses interessanten Tieres noch immer ersehnen.

Ich werde hier nur einige Bemerkungen machen über 2 Mitteilungen Eycleshimers im Anat. Anz.: The Formation of the embryo of *Necturus* (1902) und bilateral symmetry in the Egg of *Necturus* (1904). In der letzteren Arbeit ist für uns nur von Wichtigkeit, dass am Ende des Blastula-Stadiums 2 Zentra intensiver Zellteilung erscheinen, das eine an dem animalen Pole, wo später der Kopfabschnitt gelagert ist, das andere an der hinteren Seite, wo die dorsale Notoporuslippe erscheinen wird. Die Linie zwischen diessn beiden Stellen ist die Länge-Achse des Embryos. Bei unserem Objekte habe ich so etwas nicht beobachtet. Vielleicht fehlt mir gerade das betreffende Stadium, weil zwischen dem letzten Blastula- und dem ersten Gastrula-Stadium ein Zeitraum von 48 Stunden liegt.

Die Übereinstimmung mit den »primary« und »secondary centres of growth«, die Assheton bei *Rana* unterscheidet, ist augenfällig. Jedenfalls ist also der Unterschied zwischen Cephalogenesis s. Protogenesis und Notogenesis s. Deuterogenesis beim *Necturus* anwesend.

Die erstere Arbeit beschäftigt sich mit der Ortsbestimmung der Embryonal-Anlage auf dem Dotter. Die Schemata der Lokalisation der Embryonal-Anlage, auf derselben Weise hergestellt, wie meine Textfigur, sind dieser letzteren sehr ähnlich. Mit Hinweis nach dem auf Seite 409 gesagten werde ich hier nur hervorheben, dass E's Experimente zeigen, die vordere Hirnfalte liege hinter dem animalen Pol, und es finde eine deutliche Invagination und Konkreszenz statt. Der in situ gebildete Teil, das Protosoma, ist beim *Megalobatrachus* kleiner als beim *Necturus*, während der invaginierte Teil grösser ist. Die Grösse der Konkreszenz ist in beiden Fällen dieselbe. In meiner Figur ist ausserdem noch der neurenterische Kanal, der Schwanzknoten und der Anus eingezeichnet worden.

Amblystoma.

Unter den Salamandridae ist *Amblystoma* das Objekt zahlreicher Untersuchungen über die Gastrulationsfrage gewesen. Ich nenne z. B. jene von Bellonci (1884) Houssay und Bataillon (1888), Houssay (1889, 1890, 1895), Lwoff (1894), Eycleshymer (1895), Kopsch (1895) und die sehr genaue Arbeit Brachets (1902).

Ich werde anfangen mit den Ergebnissen der Arbeiten Houssays und Bataillons.

Der Blastoporus erscheint als eine Zickzacklinie. In Sagittalschnitten sieht man von dieser Rinne einen pigmentierten Streifen in den Dotter hineinragen, die Stelle wo sich später die Archenteronhöhle bildet. Die Pigmentierung deutet auf eine rege Tätigkeit der betreffenden Zellen. Der Blastoporus wird hufeisenförmig, schliesst sich zu einem Ringe und zeigt an seiner dorsalen Lippe eine kleine Einstülpung, welche sich mit der gleichzeitig gebildeten Archenteronhöhle vereinigt. Letztere wird durch Auseinanderweichen der pigmentierten Zellen und nicht

durch Umwachsung der Furchungshöhle von den Makromeren gebildet. Das Schicksal der Archenterondecke ist sehr merkwürdig:

»Ces cellules de la paroidorsale, qui avaient d'abord
 »une apparence identique aux cellules vitellines, puis, qui
 »ont acquis une forme voisine de celle des éléments épi-
 »blastiques vont de nouveau perdre cet aspect, acquérir de
 »nouveau grande taille et gros granules, en passant de
 »l'état d'activité, qui préside à la formation de l'intestin,
 »à l'état de repos, où elles demeurent tant que dure la
 »formation du système nerveux.« (Houssay 1890 Seite 70.)

Diese sonderbaren Abänderungen in der Darmdecke geben mir Anlass zu dem nächstfolgenden Erklärungsversuch. Der Urdarm bildet sich durch Auseinanderweichen der Dotterzellen. Die Decke wird dann im Anfang von grossen, pigmentlosen, dotterreichen Zellen aufgebaut. Nach der Erscheinung der dorsalen Einstülpung, die sogleich mit der Urdarmhöhle kommuniziert, wird der hintere Teil der Darmhöhle von kleinen, pigmentierten Epiblastzellen ausgekleidet, welche wiederum allmählich von den Dotterzellen unterwachsen werden. Infolge davon finden wir in diesem dritten Stadium zum anderen Male eine von Dotterzellen gebildete Decke. Das Mesoderm trennt sich durch Delamination von der Darmdecke und von dem Hypoblast in der Nähe des Blastoporus. Nachher findet die Differenzierung der medianen Chorda und der seitlichen Mesodermflügel statt. Houssay möchte für alle diese Vorgänge eine mechanische Ursache angeben, welche ja doch keine wirkliche Erklärung geben kann. Die Stelle der späteren Neuralanlagen zeige schon sehr früh eine rege Tätigkeit. Infolge dessen vermindere sich der Druck auf den unter dem dorsalen Ektoblast liegenden Dotterzellen, welche dadurch zur grösseren Aktivität angeregt werden. Dieselben können sich hervorwölben und die Archenteronhöhle bilden und die Decke derselben kann sich in zwei Schichten

das Mesoblast und das dorsale Hypoblast trennen. Als die Neuralanlage wirklich erfolgt, wächst dieselbe sekundär mit der Chorda-Anlage zum Primitivstreifen zusammen. Eine Verteidigung oder Bestreitung dieses weitläufigen Erklärungsversuches halte ich für überflüssig.

Endlich geben die genannten Autoren an, dass der Blastoporus zum Anus werde und dass der neurenterische Kanal fehlt. Alle späteren Autoren haben aber beobachtet, dass der sogenannte Urmund sich in dem sich bald verschliessenden neurenterischen Kanal und dem bleibenden Anus trennt.

Lwoff teilt auch mit, dass der Urdarm durch Auseinanderweichen der Dotterzellen gebildet wird. Seine Ansichten über die Bedeutung der Vorgänge sind aber ganz andere. Die Umwachsung der Dotterzellen von den Mikromeren betrachtet er als die wirkliche Gastrulation. Dieselbe findet teils durch Epibolie, teils durch Delamination statt. Als etwa $\frac{2}{3}$ der Oberfläche von Mikromeren bedeckt ist, erscheint an der hinteren Seite des Mikromerenfeldes eine Zelleneinwucherung, die Dorsalplatte. In dieser Zeit ist die Furchungshöhle von Makromeren umwachsen worden. Die Höhle wird aber nicht zur Archenteronhöhle, welche mehr kaudalwärts auf schizogener Weise gebildet wird. In einzelnen Fällen vereinigen sich die beiden Höhlen, wie auch Eycleshymer meint,¹⁾ in den meisten Fällen verschwindet aber die erstere. Die Verhältnisse sind also denen des *Megalobatrachus* entgegengesetzt. Da wird die Furchungshöhle zur Archenteronhöhle und dieselbe breitet sich vielleicht auf schizogener Weise aus, hier bildet sich die Darmhöhle durch Auseinanderweichen der Dotterzellen und in einzelnen Fällen vergrössert sich der Raum, indem die Furchungshöhle mit auf-

¹⁾ The thin anterior wall of the mesenteron, as well as the communication often found between the two, lead one to infer that a part of the segmentation cavity may often become continuous with that of the archenteron (Eycleshymer 1895 Seite 371).

genommen wird. Die Dorsalinvagination besitzt keine Höhle; bei der Bildung des Archenteron wird aber die Dorsalplatte sogleich im Aufbau des Daches bezogen. Die Dorsalplatte wird von den Makromeren unterwachsen und bildet nachher den grössten Teil des Mesoderms und die Chorda. Ein Teil des Mesoderms soll von den oberflächlichen Dotterzellen gebildet werden. Letztere Angabe stimmt also mit den Ansichten Houssays, Goettes, Kerr und anderen Autoren überein.

Im Widerspruch mit Houssay, der jede Invagination läugnet, geben Lwoff, Brachet und Kopsch an, dass bei der dorsalen Lippe deutlich Zellenbewegungen zu beobachten sind. Besonders die Experimente Eycleshymers und die photographischen Aufnahmen von Kopsch haben mir die feste Überzeugung gegeben, dass die letzteren Beobachtungen die richtigen sind. Eycleshymer meint überdies, dass die Urdarmhöhle durch Invagination gebildet wird. Offenbar verwechselt er die Einwucherung der Dorsalplatte mit der Archenteronbildung.

Endlich werde ich noch einen Augenblick bei der trefflichen und ausführlichen Arbeit Brachets verweilen (1902). Er betrachtet einen Vorgang, den er »clivage gastruléen« nennt, als typisch für die Gastrulation der Amphibien. Die Furchungshöhle, die am Ende des Blastulastadiums einen horizontalen Boden besitzt, bekommt gerade vor der Erscheinung der dorsalen Notoporuslippe eine spaltförmige Verlängerung nach hinten, welche an der Stelle die peripheren Epiblastzellen von den Dotterzellen trennt. Dieser Spaltraum verbreitet sich nach vorn und infolge dessen wird oberhalb der nachher auftretenden Blastoporuslippe das äussere Blatt vom inneren getrennt. Die Erscheinung des reellen Blastoporus deutet also nicht den Anfang, sondern das Ende der Gastrulationsperiode an und bildet den Anfang einer zweiten Periode, des Blastoporuschlusses. In der ersten Periode wird die Linie, welche die Grenze bildet, wo der

»clivage gastruléen« aufhört, von Brachet -blastopore virtuel« benannt. Die Verhältnisse sind dadurch einigermaßen verwickelt, dass die Abspaltung des Epiblastes vorn noch nicht vollendet ist, als hinten sich schon die Blastoporuslippe zeigt. Zum besseren Verständnis folgen hier einige Zitate aus der Arbeit Brachets.

»Si l'on enlève par la pensée, dans la soi-disant blastula, que nous venons de décrire, toute la partie inférieure de la masse des cellules vitellines, limitées à sa base par l'extrême bord inférieur de la zone marginale si l'on fait cela, on obtient une véritable gastrula très simple, une gastrula d'Amphioxus en voie de développement. Cette gastrula aurait un large blastopore circulaire siégeant à peu près à mi-distance entre l'équateur et le pôle inférieur de l'oeuf« (Seite 21).

»Mais sur quoi nous pouvons insister dès maintenant, c'est que l'apparition de la lèvre blastoporale n'est pas le fait essentiel dans la gastrulation ce n'est pas elle, qui amène une forme, que l'on doit appeler gastrula. C'est le clivage gastruléen, qui est seul important, jusqu'à ces stades, car c'est à lui qu'est due l'existence d'une couche enveloppante et d'une masse enveloppée d'un ectoblaste et d'un endoblaste. L'apparition d'une lèvre blastoporale réelle d'une encoche blastoporale indique que le temps de la gastrulation est achevé . . . elle est à contraire le début d'un phénomène consécutif à cette dernière, c. à. d. de la fermeture du blastopore« (Seite 30).

Die dorsale Blastoporuslippe erscheint zwischen den Makromeren. Unterhalb derselben drängt sich ein Spalt zwischen den Dotterzellen, der sich später erweitert und einen Teil der Urdarmhöhle bildet. Proximalwärts verbreitet derselbe sich auf schizogener Weise, während kaudalwärts ein zweiter Teil dem Blastoporuschluss das Dasein verdankt. Brachet richtet die Auf-

merksamkeit darauf, dass man nur den ersteren Teil Archenteron nennen dürfe, während der zweite Teil als eine sekundäre Verlängerung desselben betrachtet werden soll. Dieser Betrachtungsweise stimme ich teilweise bei.

Daneben gibt es eine Umwachsung der Furchungshöhle von den Makromeren. Diesen Vorgang erachtet Brachet von geringer Wichtigkeit. Er betrachtet denselben als eine Fortsetzung der Anordnung der Hypoblastzellen (Orientation), welche schon bei der Abspaltung angefangen hat. Er bestreitet die Meinung Lwoffs, dass die Furchungshöhle sich bisweilen mit der Darmhöhle vereinigen würde, obwohl er selbst auf Seite 41 sagt: »et ce dernier (l'archentéron), par les espaces quelles (les cellules) laissent entre elles, communique par place avec la cavité de segmentation «

Der Hauptsache nach ist es nur ein terminologischer und kein begrifflicher Unterschied, was am besten aus der Äusserung auf Seite 43 hervorgeht, wo er die Meinung verteidigt, die Verdrängung der Furchungshöhle von dem Archenteron, oder die Vereinigung der beiden Höhlen seien einander gleich zu setzen, was jedermann sogleich zugeben wird. Ist ja doch die Furchungshöhle, nachdem dieselbe von Makromeren ausgekleidet worden ist, der Archenteronhöhle oder einem Teil derselben gleich zu setzen. Die Mesodermbildung erfolgt als eine Abspaltung der oberflächlichen Dotterzellen (le clivage mésoblastique). Im gastralen Teil findet dieser Vorgang in der Weise in der dorsalen Archenteronwand statt, dass das Mesoblast in der Medianlinie noch mit dem Hypoblast verbunden ist, sowie auch lateralwärts mit den ventralen Dotterzellen, während sich der zwischen diesen Stellen liegende Teil schon abgespaltet hat. Die Chorda bildet sich als Hypoblastausstülpung und ist, wie oft der Fall ist, länger mit dem Hypoblast als mit den lateralen Mesodermflügeln verbunden. Die Querschnitte, die Brachet zur Verdeutlichung der Mesoderm- und Chordabildung gibt, würden mit gleichem

Recht zu einem anderen Erklärungsversuch Anlass geben können, d. h. dieselben haben mich noch nicht überzeugt, dass keine Unterwachsung der Dorsalplatte von den Dotterzellen stattfindet (vergleiche dafür die Figuren 15, 16, 17, 18 und 19).

Im kaudalen Teil der Darmhöhle hat auch Brachet selbst etwas derartiges beobachtet. Hier findet er einen augenfälligen Unterschied zwischen der Archenterondecke (dorsale Platte) und die anderen Hypoblastzellen, während Chorda und Mesoderm sich sehr viel später trennen (siehe Fig. 20 und 21). Ich zitiere:

»La plaque cordale et les parties de l'hypoblaste
 »immédiatement voisines, forment donc, à la voute de la
 »cavité digestive une sorte de couvercle qui tranche assez
 »nettement par ses caractères histologiques, (durch starke
 »Pigmentation) sur le reste de l'hypoblaste bientôt
 »les extrémités internes des bandes mésoblastiques se
 »remettent en pleine continuité avec les bords latéraux de
 »la plaque cordale, et avec la couche cellulaire cylindrique
 »et un peu pigmentée qui la prolonge en dehors.«

Meines Erachtens ist es sehr gut möglich, dass in der Kaudalregion die Mesoderm- und Chordabildung auf primitive Weise stattfindet, während proximalwärts Mesoderm und Chorda sich vorzeitig trennen. Der Interpretation der peristomalen Mesodermbildung kann ich beistimmen. In Widerspruch mit Hertwig betrachtet er die Einstülpungen unterhalb der lateralen und ventralen Blastoporuslippen nicht als Coelomtaschen, sondern als *fentes archentériques*. Dieselben sind hier, ebenso wie beim *Megalobatrachus*, unterhalb und nicht innerhalb des Mesoderms gelagert.

An der ventralen Blastoporuslippe verschwindet das periphere Mesoderm in einem dicken Ektodermband. Brachet meint, in dieser Region habe sich der »*clivage gastruléen*« verspätet, während der »*clivage mésoblastique*« sich verfrüht habe. Infolge dessen habe sich die Abspaltung des Mesoderms und Entoderms

schon vollzogen, bevor die Abspaltung des Ektoderms und des primären Entoderms (- Entoderm + Mesoderm) angefangen habe. Bei den Amnioten werde der grössere Teil des Mesoderms und der Chorda auf die Weise aus dem Ektoblast gebildet. In meiner Betrachtungsweise ist dieser Unterschied des peripheren und gastraln Mesoderms nur scheinbar, indem die Dorsalplatte ja doch von ektoblastogener Herkunft ist und gewiss der grössere Teil des Mesoderms und der Chorda von dieser Platte her stammt.

Obwohl die theoretische Betrachtungsweise Brachets von der meinigen sehr verschieden ist, so bin ich doch der Meinung, dass die von ihm so genau beschriebenen Gastrulationsvorgänge meinen Ansichten nicht widersprechen; mit anderen Worten: dass bei der Keimblätterbildung des Axolotls die protogenetischen und deutero-genetischen Vorgänge sehr bequem auseinander zu halten sind.

Salamandra.

Wofern dieses aus den kurzen Mitteilungen v. Kupffers (1879), Beneckes (1880) und Groenroos (1898)¹⁾ geschlossen werden kann, stimmt die Archenteron- und Mesodermbildung von Salamandra im grossen und ganzen mit jener des Megalobatrachus überein, wie es in Anbetracht des grossen Dotterreichtums des Salamander-Eies zu erwarten war.

von Kupffer hat die jüngsten Stadien nicht untersuchen können. Es findet äusserlich nichts beachtenswertes am Ei vor der Erscheinung der Medullarfalten. Dann sieht er eine kleine Öffnung am Ende der Medullarplatte, das Prostoma. Die Unwachsung des Dotters von den Mikromeren hat er nicht gesehen. Groenroos dagegen beschreibt die Gestalt des Blastoporus (= Notoporus) bei seiner Erscheinung als eine

¹⁾ In der Mitteilung im Anat. Anzeiger verspricht Groenroos eine ausführliche Arbeit über die Gastrulation bei Salamandra, welche bei meinem Wissen noch nicht erschienen ist.

transversale Grube, welche eine Trennungslinie der Makromeren und Mikromeren bildet. Die Grube krümmt sich später, wird hufeisenförmig und schliesst sich zu einem Ringe, ganz wie bei *Siredon*, *Rana* oder *Triton*.

Eine wirkliche Epibolie verneint er, indem er die Bildung des ventralen Ektoderms durch eine rege Teilung und eine weiter folgende Abspaltung der oberflächlichen Dotterzellen sehr wahrscheinlich macht. v. Kupffer teilt mit, dass vom Prostoma eine Höhle in das Innere des Eies vordringt (die dorsale Einstülpung) und dass dieselbe sich mit der indessen durch Auseinanderweichen der Dotterzellen gebildeten Archenteronhöhle vereinigt. Eine Furchungshöhle war nicht (mehr?) anwesend. Das Mesoderm stammt ganz und gar von dem längs des Prostomandes eingestülpten ektoblastogenen Zellenmaterialies her. Ich zitiere einige Sätze von Seite 594.

»Im Inneren des Eies befindet sich bereits eine durch
 »Auseinanderweichen der Dotterzellen entstandene primitive
 »Darmhöhle, die der Gestalt und Lage nach mit der des
 »Batrachiereies übereinstimmt«.

»Schnitte derselben (sagittalen) Richtung aus etwas
 »älteren Stadien zeigen bereits Communication zwischen
 dem eingestülpten Entodermsack und dieser primitiven
 »Darmhöhle durch einen engen Spalt, aber noch sind die
 »Dotterzellen und die Zellen des eingestülpten Entoderms
 »deutlich von einander zu unterscheiden«.

»Der Umschlagsrand von Ektoderm und Entoderm
 »(Properistom) gibt den Ausgangspunkt der Bildung des
 »Mesoderms ab und zwar erscheint dasselbe zunächst an
 der kopfwärts gerichteten Seite des Properistoms«.

Die Untersuchungen von Groenroos ergeben etwas ähnliches mit dem Unterschied, dass die Urdarmhöhle zum grössten Teil durch die von Makromeren umwachsenen Furchungshöhle hergestellt wird, ganz wie beim *Megalobatrachus*.

»Der weitaus grösste Teil der primitiven Darmhöhle geht aus der modifizierten Furchungshöhle hervor; die eigentliche, von aussen her eindringende Gastrula-einstülpung spielt in dieser Hinsicht, wie es schon Kupffer richtig ausspricht, nur eine sehr untergeordnete Rolle«.

Diese Tatsache gibt somit eine Erklärung, dass v. Kupffer die Furchungshöhle nicht gesehen hat. Die Entwicklung war schon soweit vorgeschritten, dass die Höhle ganz von Makromeren ausgekleidet worden war. Die Mesodermbildung erwähnt er nur kurz. Dieselbe ist peristomal. In der dorsalen Mittellinie fehlt das Mesoderm und sieht er einen zweischichtigen Primitivstreifen. Über die Ausschaltung der Dorsalplatte aus der Darmauskleidung habe ich nichts gefunden, doch wird dieselbe im grossen und ganzen in derselben Weise wie beim *Megalobatrachus* vor sich gehen.

Triton.

Wiewohl viele Embryologen sich mit den ersten Entwicklungsstadien der Triton-Eier beschäftigt haben (Scott, Otborne, van Bambeke, Hertwig, Johnson, Sheldon, Braus, Röthig), gibt es keine einigermaßen vollständige monographische Bearbeitung der Keimblätterbildung dieser allgemein verbreiteten Gattung¹⁾.

Ich werde mich der Hauptsache nach auf die jüngste Beschreibung Hertwigs beschränken und wo nötig Bemerkungen und Beobachtungen anderer Autoren hinzufügen. Die Decke der Furchungshöhle hat am Anfang der Gastrulation einen Durchmesser von 2 Zellen. Nach der Erscheinung der Blasto-

¹⁾ Die bekannte Monographie Hertwigs (1883) kann diese Lücke nicht ganz ausfüllen, speziell infolge der sehr schematisierten Figuren und des Fehlens der notwendigen Rekonstruktionen.

poruslippen und infolge der Dotterumwachsung wird dieselbe allmählich einschichtig, wie beim *Megalobatrachus*.

Der Blastoporus (= Notoporus) ist zuerst in der Randzone Goettes zu sehen, als eine sichelförmige Rinne. Die Rinne wird hufeisenförmig und später kreisförmig, während die dorsale Lippe ventralwärts rückt. Von diesem Blastoporus in dem Eie vordringend, beobachtet man eine enge Spalte, von Hertwig Archenteron benannt (in Wirklichkeit die Dorsal-Invagination). In der Figur 290 (H. H.), eine Abbildung dieses Stadiums, sieht man in der Furchungshöhle eine Anzahl nnr lose zusammenhängende Dotterzellen. Derartige Bilder habe ich auch in meinen sagittalen Schnittserien beobachtet und ich hege die Vermutung, dass diese Dotterzellen im Begriff sind, die Furchungshöhle zu umwachsen und das Archenteron zu bilden. Da mir die nächst älteren Stadien fehlten (das nächst folgende Stadium stimmte mit der Figur H. H. überein), konnte ich nicht zu definitiven Schlüssen geraten. Ich hoffe aber später noch einmal die Gelegenheit zu haben zu eingehender Bearbeitung der Keimblätterbildung bei den Tritonen. Hertwig gibt an, dass die Furchungshöhle von der Einstülpung verdrängt wird. In seiner Figur 290 (1883 Taf. 32, Fig. 4) wo die Furchungshöhle ganz verdrängt worden ist, ist an der Darmdecke noch sehr gut, die Grenze zwischen den eingestülpten Mikromeren und den wirklichen Entodermzellen ersichtlich, wie auch in der etwas jüngeren Figur 3 (1883 T 32). Die tiefe, quere Spalte an der vorderen Seite der ventralen Darmwand, welche nach Hertwig für den Tritonen charakteristisch ist, gibt Anlass zu der Vermutung, dass die Archenteronhöhle sich ausserdem auf schizogener Weise erweitert.

Über den Blastoporusschluss liegen mehrere Ansichten vor. Scott und Osborne (1879) beobachteten einen neurenterischen Kanal, sie hatten aber keine Schnittserien zu ihrer Verfügung. Miss Johnson verneint das Dasein eines solchen Kanals zuerst,

später aber kommt sie mit Miss Sheldon zu dem Schluss, dass ein neurenterischer Strang anwesend ist. Schanz (1887) beschreibt den Vorgang derweise, dass derselbe dem Schluss bei *Megalobatrachus* sehr ähnlich ist. Die lateralen Lippen verwachsen in der Mitte; infolgedessen bilden sich zwei Öffnungen. Die vordere, der neurenterische Kanal verschliesst sich bald, die hintere wird zur Analöffnung¹⁾.

Goette (1790) hat etwas ähnliches gesehen, er meint aber der mittlere Teil des Kanals bleibe solide (vergleiche dazu Fig. 93 T VII, Goette mit Fig. 6, Schanz). Wahrscheinlich bleibt bei den Tritonen, wie beim *Megalobatrachus*, der neurenterische Kanal nur eine kurze Spanne geöffnet. Im Gegensatz zu meinem Objekt bleibt der Schwanzdarm ohne Lumen.

Die Mesodermbildung findet nach Hertwigs Angabe in der Blastoporusgegend nach der Amphioxusschablone statt. Unter den lateralen Lippen bildet sich eine Invagination von Mesodermzellen. Infolgedessen wird das Mesoderm von Anfang an durch die sogenannte Coelomspalte in einem parietalen und visceralen Blatte getrennt. Er konnte dieses nur in wenigen Schnitten beobachten. Als man aber die stark schematisierten Figuren Hertwigs mit den photographischen Reproduktionen Röthigs vergleicht, kommt man zu dem Schluss, dass die sogenannte Coelomspalte von der Invagination unter den lateralen Lippen dargestellt wird. Auf der Figur 1a von Röthig trennt die Spalte deutlich das Mesoderm vom Entoderm und nicht die 2 Blätter des Mesoderms (vergl. auch Fig. 302 und 303 H. H.). Es gibt also keine Coelomspalte, sondern eine Submesodermalspalte. Ausserdem wird die Bildung des gastral Mesoderms

¹⁾ Als Ursache der Verwachsung der lateralen Lippen gibt Schanz an, dass an dieser Stelle die Medullarfalten einander entgegenwachsen. Dieser Vorgang war auch bei *Megalobatrachus* sehr deutlich (vergl. dazu Fig. 6 von Schanz mit meinen Figuren 6c und 7b T I).

von fast allen Autoren auf eine Weise beschrieben, die mit meiner Betrachtungsweise gut stimmt. Hertwig versucht für diesen Teil des Mesoderms denselben Bildungsmodus zu beweisen. Er sagt auf Seite 752:

»Zwischen ihnen (den grossen Dotterzellen der lateralen Darmwand) und dem äusseren Keimblatt hat sich der Mesoblast auch in dieser Gegend ausgebreitet und besteht aus zwei Lagen kleiner, rundlicher Elemente, von denen die äussere Lage sich in die Chorda-Anlage fortsetzt, die innere Lage Anschluss an das Darmdrüsenblatt findet, wo dieses mit freiem Rand links und rechts von der Chorda-Anlage aufhört«.

Diese Darstellung, welcher seine eignen Figuren (Fig. 307 H. H. und Fig. 5 T 34 1883) widersprechen, stimmt ganz und gar nicht mit jener der anderen Autoren. Das wichtigste Bedenken ist wohl, dass die jüngste Anlage des Mesoblastes einschichtig ist. Infolgedessen ist es also unmöglich, dass in diesem Stadium die innere Schicht sich in der Darmwand und die äussere sich in der Chorda fortsetzt¹⁾.

Ausserdem weise ich auf die Figuren 8 und 9 van Bambekes (1870), Fig. 4 Scotts und Osbornes (1879), Fig. 50 und 51 Goettes (1890) und Fig. 5 Röthigs (1901) hin, die alle deutlich zeigen, dass Mesoderm und Chorda im Anfang eine zusammenhängende Schicht bilden, welche leicht von den echten Dotterzellen zu trennen ist, und dass die Darmdecke durch Zusammenwachsen letzterer Zellen gebildet wird. Nach der Beschreibung Goettes (1890, Seite 28 und 29) stimmt die

¹⁾ Hertwig hat offenbar dieses Bedenken einigermaßen gefühlt, denn er sagt auf Seite 749 H. H.:

„Da ganz am Anfang, wo sich das mittlere Keimblatt zu bilden beginnt, die Bilder auf Durchschnitten weniger deutlich ausfallen, als später, wo schon eine dickere Schicht angelegt ist, so wollen wir mit einem etwas weiter vorgerückten Stadium beginnen“.

Mesodermbildung ganz mit der des *Megalobatrachus* überein und ist dieselbe also eine Stütze der modernen Betrachtungsweise. Chorda und Mesoderm stammen von einer eingestülpten Platte epiblastischer Zellen (dorsales Entoderm) her, welche keine Zellen an die Darmdecke abgibt. Die Dotterzellen wachsen von den beiden Seiten unter dieser Platte einander entgegen und vollenden auf diese Weise die Darmdecke. Dieselben verwachsen vorübergehend mit der Chorda-Anlage.

Wiewohl in theoretischer Hinsicht ganz anderer Meinung, deckt sich die Beschreibung Hertwigs dieser letzten Phase der Mesodermbildung sehr gut mit denen der anderen Autoren, wie aus folgendem Zitat hervorgehen soll.

»Auch dieses Stadium der Einschaltung der Chorda
 »in den Darm verwandelt sich rasch durch einen zweiten
 »Sonderungsprozess. Die Chorda wird wie beim *Amphioxus*
 »von der Begrenzung des Darmes und aus jedem Zusammen-
 »hang mit ihm ausgeschlossen dadurch, dass die aus grossen
 »Dotterzellen zusammengestellten Hälften des Darmdrüsen-
 »blattes einander entgegen wachsen und in einer medianen
 »Naht verschmelzen (Fig. 311c)«. [H. H. Seite 755].

Rana.

Der äusserlich sichtbare Teil der Notoporusbildung bei *Rana* stimmt mit jenem Vorgang bei *Triton* und *Amblystoma* überein und braucht also keine weitere Beschreibung, nur werde ich einige Worte dem Notoporusschluss widmen. Über diesen Punkt herrschte längere Zeit eine Kontroverse: Balfour, Schultze, Sidebotham, Scott und Osborne auf der einen Seite meinten, dass der ganze Blastoporus zum neurenterischen Kanal würde, Johnson, Spencer und Durham auf der anderen Seite behaupteten, dass der Blastoporus nur die Analöffnung bildete. Jetzt ist es ja gewiss, dass der Blastoporus (Notoporus)

sich, wie bei allen Vertebraten, an der Bildung dieser beiden Öffnungen beteiligt, wie Morgan, Schwarz, Hertwig und Goette von Anfang an behauptet haben. Nur wird die ventrale Öffnung durch Verwachsung der beiderseitigen Lippe zeitweilig geschlossen, wie aus den Untersuchungen von Schanz (1887), Robinson und Assheton (1891) und Erlanger (1891) hervorgeht. Durch die Verwachsung der Lippen wird der Analdarm gebildet, an dessen Ende die Analgrube wiederum aufreißt. Äusserlich bekommt man den Eindruck, dass der Anus immer geöffnet bleibt (siehe die Zieglerschen Figuren 1892), in den Schnitten zeigt es sich aber, dass dem nicht so ist. Die Darstellung der älteren Autoren, dass aus dem Darmende ein Divertikel ventralwärts wachsen und sich in der Analgrube öffnen würde, hat sich also als eine unrichtige herausgestellt. Bei dem nächstfolgenden Vergleich werde ich der Hauptsache nach die Arbeiten Schultzes (1778), Asshetons (1894), Brachets (1902) und Hertwigs (1883, 1903) benutzen, da es nicht möglich ist, in dieser kurzen Zusammenfassung aller Arbeiten zu gedenken. Ich weise dafür nach der Literaturanzeige am Ende meiner Arbeit hin.

Brachet beobachtet in den späteren Blastulastadien an der hinteren Seite der Furchungshöhle, nach der Stelle der späteren dorsalen Blastoporuslippe gerichtet, einen engen Spalt, der das Epiblast vom Dotter trennt (= *clivage gastruléen*).

Hertwig hat etwas derartiges auch beobachtet, denn er sagt in Hinsicht auf seine Figur 291 H H (1883, Fig. 19 T XL), wo der Vorgang sehr deutlich ist:

» dass, während die Gastrula-Rinne nur wenig
 » tief in die Dottermasse einschneidet, doch an der ihr
 » entsprechenden Stelle der Boden der Keimblase schon
 » sehr weit keilartig in das Blastocoel hinein gedrängt ist.
 » Vergleicht man die rechte (die vordere Seite) mit der
 » linken Seite (die hintere Seite) des Durchschnittes, so

»geht an jener die Decke in den Boden vermittelt der
 »Randzone über, links dagegen springt vom Boden ein
 »nach oben gerichteter keilförmiger Fortsatz von Dotter-
 »zellen vor, der sich eine grössere Strecke weit der Decke
 »anlegt und von ihr durch einen schmalen Spalt getrennt
 »ist. Soweit sich dieser Fortsatz gebildet hat, ist die
 »Embryonalform doppelblättrig geworden.« (H. H. blz.743.)

Dem »Clivage gastruléen« schliesst sich ein zweiter Vorgang an, welcher noch zur Gastrulation S. S. gehört, die Auskleidung der Furchungshöhle von den Makromeren. Brachet versteht die Bedeutung derselben sehr gut und nennt ihn »Invagination endoblastique«. Er betrachtet ihn nur als eine Fortsetzung des »Clivage gastruléen«.

»Clivage ou pseudo-invagination, puis invagination
 »endoblastique vraie sont donc les deux processus, qui
 »chez la Grenouille amènent la formation de la gastrula«
 (Seite 151).

Daneben verläuft noch die wirkliche Darmbildung, die teils zur Cephalogenese, teils zur Notogenese gehört. Nach Hertwig findet nur eine Einstülpung statt, nach den Angaben Brachets und Asshetons wird die Darmhöhle teilweise durch Auseinanderweichen der Dotterzellen, teilweise durch den Blastoporuschluss als eine Verlängerung der ersteren Höhle gebildet.

Der erstere Vorgang wird von Assheton als eine fortgesetzte Furchung des primären Wachstumszentrums am animalen Pole betrachtet.

Von letzterer Stelle breitet sich die Furchung an der Peripherie über die protoplasmareiche Eihälfte aus. Indem der Dotterreichtum von dem animalen zu dem vegetativen Pole und von der Peripherie nach dem Innern des Eies zunimmt, während der Protoplasmareichtum das umgekehrte Verhältnis zeigt, muss es eine Stelle geben, wo die Furchung sich bequemer in den

mehr zentralen Eischichten dorsalwärts ausbreitet, als an der Oberfläche ventralwärts. Dieses sei die Ursache der Archenteronbildung. Die Furchung gelange auf diese Weise in die Makromerenschichten, die den Boden der Furchungshöhle bilden. Die rege Zellenvermehrung verursache eine Oberflächenvergrößerung, welche diese Schichten in die Furchungshöhle hervorwölbt. Infolgedessen wird unterhalb der Furchungshöhle die Urdarmhöhle gebildet und wird erstere allmählich von letzterer verdrängt.

Ausser dieser vom primären Wachstumszentrum abhängenden Archenteronbildung unterscheidet er nun einen anderen Prozess, welcher von einem sekundären Zentrum am Blastoporusrande abhängt. Dieser besorgt das Längenwachstum des Rumpfes und wird von Assheton »primitive Streak« benannt. Infolge der frühzeitigen Bildung der dorsalen Lippe findet anfangs hier die stärkste Zellenvermehrung statt und überwächst diese einen Teil des Dotters. Während aber der Blastoporus sich zu einem Ring geschlossen hat, wachsen hingegen die ventrale und seitliche Lippe viel stärker, wie schon beim Notoporuschluss erwähnt. Noch in ziemlich alten Stadien macht Assheton in den Figuren einen Unterschied zwischen der Decke des primären und sekundären Darmteiles. Der erstere bildet den erweiterten Kopfdarm, der andere den engeren mittleren und den Endteil des Darmes. Die Ausbildung des Kopfdarmes als primär von der sekundären übrigen Darmhöhle zu trennen, stimmt mit meinen Ansichten ganz und gar überein.

Bei Brachet finde ich eine ähnliche Darstellung der Darmbildung, ich werde nur einige Sätze zitieren:

»De cette fermeture il résulte en outre que, quand
 »cet orifice est réduite à une fente étroite, on doit distinguer
 »à la cavité archentérique deux parties, l'une antérieure
 »est l'archentéron proprement dit, l'archentéron primitif,
 »formé par creusement au sein de l'endoblaste, il constitue

»tout la partie antérieure dilatée¹⁾ de cette cavité. L'autre, qui la prolonge en arrière est secondaire et due à la fermeture même du blastopore.«

Das Verhältnis der durch Spaltung, Einstülpung oder Überwachsung gebildeten Darmhöhle und der Furchungshöhle kann zweifach sein. Bei den dotterreichen Rana-Eiern findet die Auskleidung der Furchungshöhle sehr frühzeitig statt. Dieselbe wird allmählich von den Dotterzellen erfüllt und von der Darmhöhle verdrängt. Bisweilen wird ein kleiner Teil noch mit in die Darmhöhle aufgenommen. In den dotterarmen Rana-Eiern dagegen vereinigt das Archenteron sich schon mit der Furchungshöhle, bevor dieselbe ganz von Makromeren ausgekleidet worden ist. Das ganze Lumen wird also in der Darmhöhle aufgenommen.

Wollen wir nun versuchen, diese verwickelten Verhältnisse klar zu legen, so müssen wir trachten, 3 Vorgänge scharf auseinanderzuhalten u. zw.

1. die Bildung des Kopfdarmes durch Auseinanderweichen der Dotterzellen,
2. die Unterwachsung der Furchungshöhlendecke von den Makromeren,
3. die Verlängerung des primitiven Archenterons durch Notoporus-Schluss.

Die beiden ersten Vorgänge gehören zu einander, sie sollen als die ursprüngliche Archenteronbildung: die Cephalogenesis oder Protogenesis betrachtet werden. In einigen Fällen wird der erste Vorgang vorherrschen, wie bei den Objekten Asshetons, in anderen Fällen wird gerade der zweite Vorgang den grösseren Teil der Urdarmhöhle bilden. Der dritte Vorgang aber muss von den beiden ersteren scharf getrennt werden, weil derselbe nicht vom primären, sondern vom sekundären Wachstumszentrum (Asshetons) aus erfolgt. Derselbe ist also der Notogenesis

¹⁾ Ich supprimiere hier die Worte „en arrière“, weil sie den Sinn des Satzes verundeutlichen.

oder Deuterogenesis gleich zu setzen. Wir werden aber sehen, dass die Mesoderm- und Chordabildung von *Rana* sich von der bis jetzt beschriebenen bedeutend unterscheidet. Der Hauptsache nach wird der Unterschied bedingt durch das Fehlen einer Höhle unterhalb der Dorsalplatte. Dieselbe liegt den Dotterzellen unmittelbar auf, während das Archenteronlumen sich unterhalb desselben schizogenerweise kaudalwärts verbreitet. So wird denn niemals die Höhle der dorsalen Einstülpung sich in dem Urdarm öffnen und ist die Dorsalplatte an der unteren Seite von Anfang an von Dotterzellen ausgekleidet. Ich füge sogleich hinzu, dass ich diese Angaben auf den proximalen Teil der Dorsalplatte beschränken möchte, also auf den Teil, der wirklich eingestülpt und in der Textfigur von einer einfachen Schraffierung bezeichnet worden ist. Meines Erachtens weisen einzelne Tatsachen darauf hin, dass in dem durch Notoporuschluss gebildeten Teil die Dorsalplatte eine Weile an der Begrenzung der Darmhöhle beteiligt wird und also auch ein Unterwachsen derselben seitens der Dotterzellen stattfinden muss.

Nach dem Gesagten ist es verständlich, dass die meisten älteren Autoren, wie Remak, Stricker, Goette, und von den jüngeren noch Sedgwick, Minot und Brachet, Chorda und Mesoderm durch eine Abspaltung aus den Dotterzellen der Darmdecke hervorgehen lassen. Die Mehrheit der modernen Autoren leitet aber das Mesoderm und die Chorda von den animalen Zellen her. O. Schultze sagt z. B. (Seite 302, 1888):

»So müssen wir eine irgendwie wesentliche Beteiligung
 »des inneren Keimblattes an der Bildung des mittleren
 »ausschliessen und dem Mesoblast unbedingt vom Ektoblast
 ableiten.«

Auf Seite 757 des Hertwigschen Handbuches finde ich:

»Bei erneuter Prüfung des Tatbestandes komme ich
 »denn, wie schon früher, zu dem Ergebnis, dass bei den
 »Anuren in ähnlicher Weise, wie bei den Urodelen eine

»Schicht pigmentierter animaler Zellen bald nach Beginn
 »der Gastrulation vom Urmund aus, zwischen Dotterzellen
 »und äusseres Keimblatt als Anlage des Mesoblasts hinein
 »wächst.«

Zum Schluss noch einen Satz von Lwoff (1895), welcher sich meiner Betrachtungsweise anschliesst.

»Der Unterschied zwischen den Urodelen und den
 »Anuren ist also meiner Deutung zufolge darauf zurück-
 »zuführen, dass die Entodermzellen bei den Anuren sich
 »früher in gewisser Richtung verschieben und das kontinuierliche dorsale Darmblatt bilden« (blz. 166).

Zur Illustration mögen die Figuren 294 und 314 Hertwigs (H. H.) im Vergleich mit seiner Figur 289 (Triton) und Brachets Figur 42 Pl. IV im Vergleich mit seiner Figur 6 Pl. I (Axolotl) dienen. Bei der genaueren Beschreibung der Mesodermbildung werde ich die sehr ausführliche Arbeit Brachets benutzen.

Gleich am Anfang zeigt es sich, dass die Dorsalplatte von 2 verschiedenen Teilen aufgebaut wird und also dem gleichnamigen Gebilde der geschwänzten Amphibien nicht ganz gleich zu setzen ist.

»La couche qui limite l'archentéron tranche un peu,
 »à faible grossissement surtout, par la répartition bien
 »connue du pigment et par leur dimensions un peu plus
 »considérables« (Seite 178).

Eine Spalte zwischen Hypoblast und Mesoblast besteht noch nicht. Etwas später erscheint lateralwärts eine Spalte, während in der Medianlinie Mesoblast und Hypoblast in Verbindung bleiben. Auch in diesem Stadium wird das Hypoblast gekennzeichnet »par des cellules plus volumineuses, pigmentées à leur libre surface«, während das Mesoderm gebildet wird »par des cellules relativement petites, rondes ou polyedriques par pression reciproque, disposées irrégulièrement en trois ou quatre rangées, régulièrement pigmentées dans tout leur corps« (Seite 179).

Bei der Vergrößerung der Urdarmhöhle wird die Darmdecke ausgedehnt. Infolge dessen werden die Hypoblastzellen abgeplattet, während die Mesodermzellen ihre polyedrische Gestalt beibehalten. Im vorderen Teil wird das Mesoblast jetzt auch in der Medianlinie vom Hypoblast getrennt, bald nachher differenziert es sich in Chorda und Mesoderm. Gerade vor der dorsalen Notoporuslippe liegt ein kurzer Primitivstreifen vor, der nicht mit dem gleichnamigen Gebilde Schultzes zu verwechseln ist. Dieses erstreckt sich über den grösseren Teil des Rückens und wird von Brachet wie ein Artefakt betrachtet.

Wenn wir nun diese Bildungsweise des Mesoderms mit derjenigen vergleichen, welche in der Nahtlinie des Notoporus stattfindet, so werden uns öfters Tatsachen begegnen, die diesen Vorgängen bei den Urodelen ähnlicher sind. Die wichtigsten Tatsachen in dieser Hinsicht sind, dass hier die Dorsalplatte eine Weile an der Darmdecke beteiligt und offenbar von den Dotterzellen unterwachsen wird. Wenn wir die Figuren 77—79 und 80—84 Brachets aufmerksam betrachten, so beobachten wir, dass der mediane Teil der Darmdecke von kleinen, pigmentierten Zellen gebildet wird, welche in einer Höhe mit der unteren Mesodermschicht liegen und von derselben Beschaffenheit als dieselben sind, während sie von den grossen, nicht pigmentierten Dotterzellen der lateralen Darmwand scharf getrennt worden sind. Die letzteren ragen deutlich aus der Darmauskleidung hervor und sind offenbar beschäftigt, die Dorsalplatte zu unterwachsen.

»Il semble réellement, par l'examen de la fig. 77, que
 »les parties latérales, claires, de l'hypoblaste, tendent à se
 »rapprocher de la ligne médiane, mais qu'elles tout
 »arrêtées par la résistance qu'oppose la languette d'hypo-
 »blaste restée unie avec le mésoblaste« (Seite 203).

Wenn dieser Prozess vollendet worden ist, wird die ganze Darmdecke von grossen, pigmentarmen und dotterreichen Hypoblastzellen gebildet.

»La voûte du tube digestif, jusqu'un peu au devant du blastopore, était dans les stades, qui ont suivi l'isolement du mésoblaste, constituée dans la région médio-dorsale, de cellules petites, cubiques assez fortement pigmentées; actuellement il n'en est plus de même. Les cellules hypoblastiques, là sont encore cubiques ou plutôt cylindriques, mais manifestement plus volumineuses, moins pigmentées et semble-t-il à grains vitellins plus gros.«

Brachets Erklärung dieser Vorgänge ist aber eine ganz andere. Er glaubt, dass dieselben Zellen, welche zuerst klein, pigmentiert und dotterarm waren, wiederum gross und dotterreich werden und den Pigment verlieren, als ihre Aktivität abgenommen hat, infolge dessen, dass sie nicht mehr an der Mesodermbildung beteiligt sind. Also dieselbe Betrachtungsweise, welche Houssey bei der Axolotl-Entwicklung benutzt. Ich bin der Meinung, dass meine Betrachtungsweise den Vorgang mehr ungezwungen erklärt, speziell in Anbetracht der deutlichen Trennung der Dotterzellen von den Zellen der Dorsalplatte und der Kontinuität letzterer mit den Mesodermzellen. An einzelnen Stellen nähert sich Brachet meiner Erklärungsweise, wie aus den oben mitgeteilten Zitaten (Seite 203) hervorgeht. Die Grenze zwischen den beiden Teilen der Darmdecke haben Hertwig (1883, 1903) und Schwink (1889) auch beobachtet und als Coelomspalte beschrieben. Sehr richtig sagt Brachet dazu, dass die Spalte nicht inter-, sondern submesodermal sei. »L'encoche, prolongée en dehors, se continue non dans le mésoblaste, mais entre lui et l'hypoblaste«. Dieses geht auch aus Hertwigs Figuren 317 und 318 (HH) und besser noch aus den photographischen Reproduktionen Fig. 320 und 321 (HH) hervor.

Fassen wir die mitgeteilten Tatsachen zusammen, so komme ich zur Schlussfolge, dass die Dorsalplatte, wie bei den anderen Amphibien von einem invaginierten und von einem konkreszierten Teil gebildet wird. Ersterer bildet nicht die Decke einer Höhle, sondern liegt den Dotterzellen unmittelbar auf. Derselbe beteiligt sich also niemals an der Darmdecke und wird nicht von den Makromeren unterwachsen. Der letztere, durch Notoporuschluss gebildete Teil dagegen stellt eine Weile die kaudale Darmdecke dar, wie verständlich ist, da die Notoporuslippen nur deutero-genetisches Zellenmaterial enthalten. Bei der Bildung der definitiven Darmdecke wird dieser Abschnitt der Dorsalplatte von Makromeren unterwachsen. Diese Unterwachsung findet aber in kaudo-proximaler Richtung statt.

Bufo.

Die Keimblätterbildung der Bufonen gleicht nach den jüngsten Arbeiten von Miss H. Dean King über *Bufo Centiginosess* mehr jener der Urodelen, als derjenigen *Ranas* (1901, 1902, 1903).

Die dorsale Notoporuslippe erscheint gerade unterhalb des Äquators an der Grenze des vegetativen Eiteiles. Es findet eine wirkliche Invagination statt; infolge dessen besteht unterhalb der dorsalen Platte eine Höhle.

»From this time there is marked difference in appearance
»between the cells forming the dorsal wall of the archen-
»teron en those forming the ventral wall«. (Seite 529
1902).

Über die allmähliche Auskleidung der Furchungshöhle von Makromeren sagt Miss King nichts, Fig. 15, 16 und 18 (1902) zeigen aber deutlich, dass etwas derartiges stattfindet. Sie gibt aber wohl an, dass die Furchungshöhle meistens vom Archen-
teron verdrängt, in einzelnen Fällen mit aufgenommen wird.

»When the blastopore is nearly closed, I have frequently
 »found eggs in which there appeared a direct connection
 »between the two cavities, which could not be due to poor
 »preservation of the material (fig. 18). It would seem
 »therefore, that in some cases the archenteron is extended
 »at the expence of the segmentation cavity as supposed
 »to bet he case by Kupffer and by Marshall«. (S. 542).

Über die weiteren Stadien der Notogenesis widersprechen ihre Publikationen von 1902 und 1903 einander. Ich werde der letzteren folgen. Sie fängt an mit einem Stadium, in welchem die Darmhöhle einen breiten vorderen Teil (das Archenteron) und einen schmalen, hinteren Teil (dorsale Invagination) zeigt. Die Decke des ersteren Teiles wird nur von Makromeren gebildet, die des letzteren Teiles besitzt einen dreieckigen, medianen Abschnitt, der von kleinen, pigmentierten Zellen aufgebaut wird. Derselbe ist offenbar die Dorsalplatte, denn er bildet das Mesoderm und die Chorda, und wird später durch Unterwachsung aus der Darmauskleidung geschaltet. Die Differenzierung der Dorsalplatte findet statt, bevor die Unterwachsung vollendet ist, wie es aus den Figuren 2, 6 und 7 hervorgeht. Eine weitere Erklärung scheint mir überflüssig.

Die Mitteilungen Schwinks (1888, 1889) machen für *Bufo vulgaris* eine gleiche Entwicklungsweise wahrscheinlich.

Alytes, Pelobates, Bombinator, Rhacophorus.

Von den übrigen Anuren werde ich nur kurz handeln. Die Gastrulation des *Alytes* (Gasser 1882) und *Pelobates* (v. Bambeke 1868, Moquin-Tandon 1876) ähnelt mehr derjenigen des *Bufo*, während dieser Vorgang beim *Bombinator* (Goette 1875, 1890 und Perenyi 1891) und *Rhacophorus* (Ikeda 1902) sich mehr derjenigen der *Rana* anschliesst. Die Umwachsung der Furchungshöhle von den Dotterzellen ist diesen

Gattungen gemeinsam. Nach Perenyi ist diese Unterwachsung ganz passive und nur eine Folge der Einstülpung. In den meisten Fällen trifft diese Erklärung nicht zu, da die Umwachsung eben so gut an der vorderen Seite vor sich geht und ausserdem die Umwachsung vielmals vollendet ist, bevor eine bedeutende Einstülpung stattgefunden hat. Gasser teilt mit, dass bei der Geburtshelferkröte die Einstülpung anfängt, nachdem die Umwachsung vollendet worden ist. v. Bambeke ist der Meinung, dass beim *Pelobates* die Dotterzellen von Anfang an, an der Furchungshöhlen-Decke beteiligt sind. Mit Recht widerspricht Moquin-Tandon dieser Angabe. Er findet ausserdem, dass die Dorsal-Invagination zu gleicher Zeit mit der Umwachsung anfängt. Es ist sehr wahrscheinlich, dass in dieser Hinsicht viele individuelle Differenzen vorkommen. Über die Bedeutung dieses Vorgangs für die Darmbildung gehen die Meinungen weit auseinander. v. Bambeke sagt, dass die Furchungshöhle immer an der Darmbildung beteiligt ist und gibt die nächstfolgende, eigentümliche Beschreibung der Darmdecke, als die Dorsal-Invagination sich in der Urdarmhöhle geöffnet hat:

»Il résulte de l'incurvation que je viens de décrire, »qu' à l'endroit de l'équateur, les cellules réfléchies du »feuille externe se confondent avec les cellules vitellines, »qui tapissent la voûte de la cavité de segmentation, on »voit alors ces dernières se modifier de proche en proche »et revêtir les mêmes caractères, que celles de la portion »incurvée du feuille externe lui-même; le feuille complet, »qui en résulte a donc une origine différente dans le deux »hémisphères de l'oeuf«.

Nach Moquin-Tandon verdrängt die »Cavité viscerale« die Furchungshöhle. Erstere werde aber nicht durch Einstülpung, sondern teilweise durch Auseinanderweichen der Dotterzellen, teilweise durch Überwachsung der Notoporuslippen gebildet.

Die Ursache dieses Meinungsunterschiedes ist wohl dieselbe als bei *Rana*. Das Archenteron möge durch Auseinanderweichen der Dotterzellen und durch Umwachsung der Furchungshöhle gebildet werden.

In dem einen Fall wird der erste, in dem anderen der zweite Bildungsmodus vorherrschen. Auch bei *Alytes* und *Rhacophorus* scheinen beide Fälle vorzuliegen. Gasser sagt davon (Seite 81):

»(Ich habe) eine Reihe unzweifelhafter Fälle gefunden, »in denen die Scheidewand zwischen beiden Höhlen ent- »weder teilweise — und dann in der Medianlinie — oder »ganz verschwand, also die beiden Höhlen sich vereinigten«.

Während ich bei *Ikeda* finde:

»As a case of individual variation, there is that of »fig. 57 in which the segmentation-cavity communicates »freely with the archenteric cavity, the barrier separating »the two cavities haven broken down, such a case is often »met with«.

Beim *Alytes* und *Pelobates* ist die Dorsalplatte eine Weile an der Auskleidung der Darmhöhle beteiligt. Die Unterwachsung derselben geschieht bei *Alytes* hauptsächlich von den Seiten her, wie beim *Triton*, während beim *Pelobates* Zellschichten der Furchungshöhlendecke »viennent à partir de l'hémisphère supérieur se juxtaposer à sa paroi interne«, die Unterwachsung also in proximo-kaudaler Richtung vor sich geht. Beim *Bombinator* dagegen bildet sich die untere Schicht des dorsalen Entoderms (*Goette*) zur definitiven Darmdecke um. Infolge dessen begrenzen *Chorda* und *Mesoderm* niemals die Darmhöhle, sondern werden immer von derselben durch eine Dotterzellenschicht getrennt, wie die Figuren 3 und 6 (1869), 53 und 54 (1890) zeigen.

Es liegen aber Stellen vor, wo die laterale Wand im Darm-lumen hervorragt und von der Decke getrennt ist. Goette sagt davon (Seite 31, 1890):

»Diese scheinbare Unterbrechung des Darmblatts der
»anuren Amphibien — *eine wirkliche Unterbrechung kommt*
»*dort nur äusserst selten auf späteren Stadien und ganz be-*
»*grenzt zu stande* — hat für die Entwicklung in der Tat
»keine aktuelle Bedeutung«.

Er selbst betrachtet diese Erscheinung als das Rudiment einer früheren Unterwachsung der dorsalen Platte. Die Erklärung liegt m. E. näher. In Anbetracht der Befunde bei *Rana* und von dem, was Goette in dem kursivierten Satzteil mitteilt, glaube ich, dass im hinteren Teil der dorsalen Platte eine wirkliche Unterwachsung stattfindet, während dieselbe, wie bei *Rana*, im invaginierten Teil unterbleibt. In der Grenzzone bekommt man dadurch Bilder, wie die Figur 55 Goettes zeigt, wo offenbar nur eine partielle Unterwachsung stattfindet. Im eingestülpten Teil wird die untere Schicht der dorsalen Platte zum definitiven Hypoblast, wie auch Perenyi angibt.

Bei *Rhacophorus* scheint die Notogenesis auch nach dem *Rana*-Typus vor sich zu gehen. In den Figuren 63, 65 und 65' Ikedas wird die Spalte unterhalb der Dorsalplatte deutlich zu beiden Seiten von Dotterzellen begrenzt. Im Text bekommt man darüber keinen Aufschluss, da er aber den Ausdruck »intra vitelline space« benutzt, ist die Auffassung wohl richtig. Die dorsale Invagination besitzt also kein Lumen und die Dorsalplatte liegt den Dotterzellen unmittelbar auf. Von dem weiteren Schicksale der Dorsalplatte u. s. w. erwähnt Ikeda nichts und auch die Figuren haben mir keine Auskunft darüber gegeben.

Dipnoi. Ceratodus.

Die Keimblätterbildung des Ceratodus zeigt eine grosse Ähnlichkeit mit jener der urodelen Amphibien. Von den äusserlich sichtbaren Vorgängen werde ich nur mitteilen, dass der Notoporus in eine vordere Öffnung, den neurenterischen Kanal, und in eine hintere, den bleibenden Anus, getrennt wird.

Semon (1893, 1901), auf dessen Arbeiten unsere Kenntnis der Ceratodusgastrulation sich gründet, gibt an, dass keine wirkliche Umwachsung des Dotters durch den Mikromeren, sondern eine Delamination der oberflächlichen Dotterzellen stattfindet. Dieselben verkleinern sich allmählich durch wiederholte Teilungen und werden endlich durch eine schmale Spalte von den übrigen Dotterzellen getrennt. Man kann also behaupten, dass hier der zweiblättrige Keim durch »Clivage gastruléen« gebildet wird. Bevor dieser Vorgang beendet worden ist, fängt die Einstülpung der animalen Zellen, die Notogenesis an, welche eine deutliche Höhle zeigt. Obwohl er besonders darauf geachtet hat, hat er niemals eine Eröffnung der dorsalen Einstülpung in die Furchungshöhle beobachtet. Seine Figuren zeigen auch sehr deutlich, dass von einer aktiven Umwachsung der Furchungshöhle nicht die Rede ist. Sehr gut kann man aus den Figuren 18 (HH Fig. 335) und 19 ersehen, dass der vordere Teil der Darmhöhle als ein Spaltraum zwischen den Dotterzellen erscheint. Wenn die Furchungshöhle ganz und gar verschwunden ist, kann man an der Darmdecke den notogenetischen, kleinzelligen, eingestülpten Teil leicht vor dem in situ gebildeten cephalogenetischen unterscheiden.

»Ihr Dach besteht im grössten Teil ihrer Ausdehnung
 »aus einer einschichtigen Zellenplatte, die sich an der
 »dorsalen Urmundlippe in das Ektoderm umschlägt . . .
 »cranialwärts und seitlich geht die einschichtige, das Dach
 »der Gastrula bildende Platte kontinuierlich in das Ento-

»derm über, das von grossen Dotterzellen gebildet wird.
»Ein Spaltraum der Gastralhöhle erstreckt sich im cranialen
»Abschnitt der Gastrula in diese Zellenmasse hinein«. (Seite 316).

Diese von Epiblastzellen aufgebaute Dorsalplatte wird nun von den Seiten her unterwachsen von Dotterzellen und differenziert sich zu gleicher Zeit in Chorda und laterales Mesoderm. Unten folgen die Ergebnisse der Untersuchungen *Semons* sind 1901. Seite 328):

»1. Die Urdarmhöhle, die später durch gewisse Wachstumsprozesse zur Darmhöhle umgebildet wird, entsteht durch einen Prozess, bei welchem sowohl Invagination von Ektodermzellen an der dorsalen Urmundlippe, als auch Spaltungen im Verbands der Dotterzellen eine Rolle zu spielen scheinen«.

»2. Aus der dorsalen Decke des Urdarms (dorsales Entoderm *Goette*, dorsale Platte *Lwoff*) bildet sich Chorda und axiales Mesoderm«.

»3. Das Epithel der dorsalen Wölbung des bleibenden Darmes wird dadurch gebildet, dass die dorsale Decke des Urdarms, aus der Chorda und axiales Mesoderm werden, durch Entoderm unterwachsen wird«.

Wie man ersehen kann, sind beim *Ceratodus* die cephalogenetische Vorgänge (Delamination und Auseinanderweichen der Dotterzellen) sehr leicht von den notogenetischen (Dorsale Einstülpung = Urdarmbildung *Semons* und Mesoderm- und Chorda-Differenzierung) zu trennen.

Lepidosiren und Protopterus.

Die beiden andren Dipnoi weichen hinsichtlich der Keimblätterbildung erheblich von der *Ceratodus*-Entwicklung ab. Äusserlich ist gleich die Tatsache sehr augenfällig, dass die

Konkavität der Notoporusrinne dem animalen Pole zugewendet ist. Die Notoporuslippe erscheint im Anfang dem animalen Pole viel mehr genähert, als beim *Ceratodus*. Später verschwindet dieser Unterschied durch die viel spätere Erscheinung der ventralen Lippe, als der Durchmesser des Dotterpfropfs schon stark verkleinert worden ist.

Kerr, dessen Beschreibung ich hier benutzen werde, gibt an, dass die Umwachsung des Dotters von den Epiblastzellen als eine Delamination der oberflächlichen Dotterzellen vor sich geht, gerade wie beim *Ceratodus*.

Die dorsale Notoporuslippe erscheint innerhalb der Dotterzellen, es findet eine wirkliche Invagination statt. Der grössere Teil der Darmhöhle wird aber durch das Herunterwachsen der dorsalen Lippe gebildet. Die Decke dieser Höhle wird zur bleibenden Darmdecke und hat mit Mesoderm- und Chordabildung nichts zu schaffen. Dieselben bilden sich nach Kerr auf eine sehr eigentümliche Weise. Die Furchungshöhle wird nicht nur von den Dotterzellen umwachsen, sondern ganz und gar von diesen erfüllt. Von diesem schwammigen Gewebe leitet sich das Mesoderm her. Die von kleinen, invaginierten Zellen aufgebaute Dorsalplatte wird also die typisch entodermale Darmdecke, während die kleinen, relativ dotterarmen Mesodermzellen von den grossen, dotterreichen Makromeren herkommen (sic). Die spätere Ausdehnung des Mesoderms soll auch nur durch Abspaltung der peripheren Dotterzellen vor sich gehen. Zur Kennzeichnung dieses eigentümlichen Widerspruches zitiere ich:

»It (the rudiment of the mesoblast and the notochord)
 »is perfectly continuous across the middle line and is
 »separated from the cavity of the archenteron by a definitive
 »archenteric roof composed of cells closely fitted together.
 »The cells of the notochordal rudiment are the small
 »blastomeres, which are seen in earlier stages lying below

»the floor and round the edges of the segmentation-cavity
»as a sponge-work (Seite 18).

»The Yolk in the cells of this ridge (notochord) it
»actually in a state of comparatively fine sub-division,
»though much coarser than that of the epiblast. . . .
»The cells of this latter (hypoblast) frequently, though by
»no means always, retain their yolk in a coarse grained
»condition« (Seite 21).

Damit verknüpft Kerr eine theoretische Auseinandersetzung über die Abänderungen der Mesodermbildung in der Entwicklungsreihe der Vertebraten. Die gastrale Entwicklungsweise des Mesoderms beim *Amphioxus* leite über die gemischte Weise beim *Petromyzon* und *Lepidosiren* zur vollständig peristomalen bei den Amnioten hin. Die Ursache bilde die Zunahme des Dotterreichtums, welche das Archenteronlumen verkleinern und die Verbindungsstelle des Meso- und Hypoblast lateralwärts verschieben würde. Infolgedessen wird diese Stelle von der Ursprungsstätte der Chorda entfernt. Dieser Erklärungsversuch stimmt nicht ganz mit den embryologischen Befunden, weil beim *Petromyzon* und den Amnioten der grössere Teil des Mesoderms von der dorsalen Einstülpung (dorsales Entoderm Goette, Dorsalplatte L w o f f, Mesodermtasche Hertwig) und nicht von den peripheren Dotterzellen her stammt. Wahrscheinlich hat Kerr die ganz frühen Stadien der Mesodermentwicklung zufälligerweise nicht beobachten können. Es würde immerhin sehr merkwürdig sein, wenn der Bildungsmodus des Mesoderms dieser Dipnoer jenem des *Ceratodus* und der anderen Vertebraten mit dotterreichen, holoblastischen Eiern so ganz widerspräche.

Der eben gezeigte Widerspruch weist auch auf eine Lücke in den Beobachtungen Kerrs hin. Ich vermute, dass die Notogenesis jener der *Rana* ähnlich ist und die dorsale Platte also immer vom Darmlumen getrennt bleibt. Die Angaben Kerrs, dass die Urdarmspalte nicht auf der Grenze der Makromeren

und Mikromeren, sondern innerhalb der ersteren erscheint und dass die Decke der Einstülpung zur definitiven Darmdecke wird, zeugen für diese Betrachtungsweise. Die ersten Stadien der Mesodermbildung würden dann fehlen, und wir können uns denken, dass dieselben die Abspaltung der Dorsalplatte von der Darmdecke gezeigt haben würden. Von der weiteren Differenzierung des Mesoderms werde ich nicht handeln. Inwiefern im kaudalen Darmteile die Sachlage dieselbe ist, als bei *Rana*, kann ich aus den Figuren und dem Texte *Kerr's* nicht schliessen.

Holoblastische Telostomi. Acipenser.

Bei der Vergleichung der Keimblätterbildung des Riesensalamanders mit jener des Acipensers werde ich der Hauptsache nach die Arbeit *Salenskys* (1880, 1881) benutzen, weil diese ältere Arbeit viel genauer ist als die jüngeren Untersuchungen *Dea us*.

Schon im Blastulastadium differenzieren sich Ektoderm und Entoderm. Die Decke und die Seitenwände der Furchungshöhle werden von kleinen, dotterarmen Zellen aufgebaut, der Boden von sehr grossen und dotterreichen Zellen (siehe Fig. 12 = Fig. 336 H. H.), später wird die Decke von den Dotterzellen unterwachsen.

»Au début la cavité segmentaire est limitée d'une part
 »par l'exoderme, de l'autre par l'entoderme. Le premier
 »feuillet forme la voûte, le second le plancher de la cavité.
 »Plus tard la cavité est delimitée de tous cotés par l'ento-
 »derme. Sous le feuillet supérieur, qui en forme la voûte
 »se voit une couche de cellules entodermiques.«

Beim Ventralwärtswachsen des Exodermes bildet dieses Blatt eine aufgetriebene Randzone »le bourrelet marginal«, welche gerade unterhalb des Äquators gelagert ist. Hinten erscheint unterhalb dieser Zone eine Einstülpung, welche sich zur »Cavité

digestive« umbildet. Die Dorsalplatte würde also niemals an der Darmauskleidung beteiligt sein. Der Vergleich der Figuren 15 und 16 (H. H. 337 und 338) erweckt aber die Vermutung, dass eine wirkliche Unterwachsung der Dorsalplatte stattfindet, denn in der Figur 15 wird die ganze Decke von kleinen Zellen gebildet, während in der Figur 16 der vordere Teil von grossen und der hintere Teil der Darmdecke von kleinen Zellen ausgekleidet wird. Jedenfalls wird die dorsale Platte vom Hypoblast getrennt, bevor eine weitere Differenzierung stattfindet.

»Chez le sterlet le mésoderme se forme en definitive
 »par une sorte de délamination et la lame mésodermique
 »ne se divise que plus tard en chorde dorsale et segments
 »primitifs« (Seite 277).

Nach Salensky öffnet sich die Einstülpungshöhle nie in der Furchungshöhle. Die Figur 16 (H. H. 338), in welcher man beobachten wird, dass nur wenige lose zusammenhängende Zellen die trennende Wand bilden, macht es wahrscheinlich, dass hier in einzelnen Fällen eine Durchbruch stattfindet.

Dean giebt dagegen an, das gastrale Mesoderm bilde sich wie 2 Flügel, die von der dorsalen Blastoporuslippe in den Keim hineinwuchern, während die Chorda später aus der Darmdecke hervorgehen würde. Also ein schroffer Widerspruch mit den Befunden Salenskys. Von der Umwachsung der Furchungshöhle hat Deau nichts gesehen und er versäumt es, irgend etwas über das Schicksal dieser Höhle mitzuteilen. Wenn ich mich an die Angaben Salenskys halte, glaube ich, dass die Keimblätterbildung des *Acipensers* jener der *Rana* am meisten ähnlich ist und ich weise also für die theoretische Deutung auf die betreffenden Seiten hin. Diese Meinung gewinnt dadurch an Wahrscheinlichkeit, dass der Notoporuschluss auf eine ähnliche Weise stattfindet, wie bei *Rana*. Der vordere Teil des Notoporus wird zum neurentischen Kanal, der hintere schliesst sich, aber der Anus öffnet sich wieder in der Nahtlinie. Dabei

zeigen sich Komplikationen und Bildungen, welche denselben Erscheinungen bei den Teleostiern ähneln, von denen ich aber nichts berichten werde.

Amia.

Der Entwicklungsmodus von *Amia* und *Lepidosteus* bildet ein Bindeglied zwischen jenem des holoblastischen *Acipenser* und der meroblastischen Teleostier. Die Differenzierung der zweiblättrigen Keimblase hat sich vor dem Erscheinen der dorsalen Einstülpung vollzogen. Es kommen zwei durch einen Spalt getrennte Zellschichten vor, d. h. eine epithelialartig geordnete äussere Schicht und ein schwammiger innerer Zellhaufen, welcher mit den grossen Dotterzellen der ventralen Hälfte zusammenhängt. Die beiden Zellschichten liegen den grossen Dotterzellen auf wie eine Haube und sind gerade unterhalb des Äquators längs eines virtuellen Blastoporusrandes, wie Brachet sagen würde, mit einander in Verbindung (Bashford Dean 1896, Sobotta 1896). Nach Dean beteiligen sich die inneren Zellen noch an der Epiblastbildung. Dies kommt mir sehr unwahrscheinlich vor. Die Figur 3 Sobottas (H. H. 345) giebt eine gute Darstellung der soeben beschriebenen Verhältnisse.

Die Notogenese ist jener der Frosch-Eier ähnlich. Das spaltförmige Lumen der dorsalen Einstülpung wird auch an der dorsalen Seite von Dotterzellen ausgekleidet, während die wirkliche Dorsalplatte, also die eingestülpten Epiblastzellen, zwischen dieser Decke und dem Epiblast gelagert ist. Die Ausdehnung der dorsalen Platte hat keine Beziehung zu jener der Darmspalte, denn im Anfang verbreitet jene sich schneller nach vorn als diese, wie aus den Figuren 5 und 6 Sobottas (H. H. Fig. 347 und 348) deutlich ersichtlich ist. Die 3 Keimblätter lassen sich von anfang an sehr gut unterscheiden.

»Der verschiedene Gehalt der Zellen an Dotterkörnern,
»resp. die verschiedene Grösse derselben in den Zellen

ermöglicht die Unterscheidung dreier Keimblätter sehr leicht. Während das Ektoderm nur ganz feine Dotterkörner in seinen Elementen aufweist, sind die des Mesoderms erheblich grösser. Die Zellen des Entoderms schliesslich, welche die dorsale Urdarmwand bilden, sind mit ganz groben Dotterkörnern dicht beladen, welche dasselbe Aussehen haben, wie die der oberflächlich an der ventralen Urdarmwand gelegenen Dotterschichten.« (Sobotta, Seite 110.)

Bei dem Notoporuschluss (d. h. die Umwachsung der grossen Dotterzellen von den Keimblättern) wird die Verbindung des Entoderms der ventralen und der dorsalen Notoporuslippe aufgehoben. (Vergleiche dazu die Figuren 4 und 5 Sobottas H. H. 345 und 347.)¹⁾

Von der weiteren Entwicklung erwähnt Sobotta nichts. Nach Dean bildet sich beim Notoporuschluss kein neurenterischer Kanal. (Vielleicht ist aber ein neurenterischer Strang anwesend in Anbetracht der soliden Medullar-Anlage?)

Die Analöffnung ist eine sekundäre Bildung; die Invagination an der ventralen Notoporuslippe verschwindet bald. Die Befunde Deans weichen in mancher Hinsicht von denen Sobottas ab. So hat er z. B. beobachtet, dass die Urdarmspalte sich in der Furchungshöhle öffne, während er ausserdem keine mesodermbildende Dorsalplatte gesehen hat. Nach ihm erscheint das Mesoderm sehr spät, wenn der Notoporus schon stark verkleinert worden ist, und ist die Bildungsweise nur eine peristomale. Die Cephalogenesis erscheint hier als eine Delamination des Entoderms von den Makromeren und als ein Auseinanderweichen letzterer Zellen zur Archenteronbildung; die Notogenesis wird

¹⁾ In dem Texte Sobottas ist die Rede nicht vom Entoderm, sondern vom Mesoderm (wahrscheinlich aus Versehen). Aus den Figuren geht deutlich hervor, dass nur das Entoderm gemeint ist.

von einer soliden Einwucherung der Epiblastzellen (die Dorsalplatte Sobottas oder das peristomale Mesoderm Deans) dargestellt.

Lepidosteus.

Nach der Beschreibung Deans ist die Keimblätterbildung des Lepidosteus jener der Amia ähnlich. Die Gastrulation s. s. ist das Umwachsen des Dotters von der aufgetriebenen Randzone des Epiblast. An der ventralen wie an der dorsalen Seite bildet sich eine Invagination. Über das Schicksal der ventralen Lippe teilt Dean weiter nichts mit.

Wenn der Blastoporus fast geschlossen ist, erscheint das Mesoderm als eine peristomale Bildung. In Anbetracht der Angaben Sobottas über Amia bin ich noch nicht ganz überzeugt, dass in diesem sogenannten zweiblättrigen Stadium keine Dorsalplatte anwesend sei. Die Chorda würde ganz absonderlich aus dem dorsalem Entoderm hervorgehen. Einige Figuren machen aber die Voraussetzung wahrscheinlich, dass das laterale Mesoderm mit dem dorsalen Entoderm und der Chorda in Verbindung sei. (Vergleiche z. B. Fig. 350 B. H. H.)

Über die Bildung der definitiven Darmhöhle, über die Resorbierung des Dotters oder über die Bedeutung der Invagination unterhalb der ventralen Notoporuslippe finde ich weiter nichts. Den neurenterischen Kanal hat Dean nicht beobachtet. Überhaupt ist die Beschreibung Deans zu unvollständig, dass eine definitive Schlussfolgerung möglich wäre.

Petromyzon.

Nach dem Erscheinen der bekannten Monographie Max Schultzes über die Entwicklung des Petromyzon (1856), in welcher Arbeit zum erstenmale bei diesem Objekt der Rusconische After und der Einstülpungsdarm beobachtet worden sind, sind

zahlreiche Untersuchungen über dasselbe angestellt worden. (Siehe die Literatur-Angabe.)

Ich werde nur die rezenten Arbeiten Shipleys (1887), von Kupffers (1890), Hattas (1892), Lwoffs (1894) und die Monographie Goettes (1890) benutzen. Goette gibt an, dass die Decke der Furchungshöhle im Blastulastadium einschichtig ist, während die ersten drei Autoren eine mehrschichtige Decke beobachtet haben. In Anbetracht dessen, dass Hatta und v. Kupffer mitteilen, die Decke werde während der Gastrulation allmählich einschichtig infolge der Dotterumwachsung und der Urdarminvagination, glaube ich, dass Goette die jüngeren Blastulastadien wahrscheinlich übersehen hat.

Die Notoporuslippe erscheint innerhalb der Makromeren. Sobald aber eine deutliche Invagination anwesend ist, wird die dorsale Lippe nur von typischen Epiblastzellen aufgebaut. Das Lumen der Einstülpung ist spaltförmig, Epiblastzellen bilden die Decke, typische Dotterzellen den Boden derselben. Nach Shipley, v. Kupffer und Hatta verdrängt die Einstülpungshöhle die Furchungshöhle ganz und gar und verursacht der Schwund dieser Höhle die Verkleinerung des Eies. Goette hat aber die Vorgänge sorgfältiger beobachtet, indem er mitteilt, dass neben der Invagination eine Umwachsung der Furchungshöhle stattfindet. Er meint, die Umwachsung sei eine Folge der Einstülpung. Ein Vergleich seiner Figuren 3 und 4 zeigt deutlich, dass die Dotterzellen auch an der vorderen Seite erheblich nach oben vorrücken, während »le clivage gastruléen« auch angedeutet wird. Die umwachsene Furchungshöhle werde aber am Ende von der Invagination verdrängt. M. E. widersprechen seine eigenen Figuren dieser Meinung. In seiner Figur 5 (H. H. 261) wird man an der Darmdecke einen erheblichen Unterschied zwischen dem vorderen, von Dotterzellen in Situ gebildeten Teil und dem hinteren eingestülpten erkennen und in der Figur 4

(H. H. 260) wird die Stelle des ersteren Teils von der unwachsenen Furchungshöhle eingenommen. Auch in Goettes Text sind Beweisstellen für die Meinung, dass die Furchungshöhle an der Darmbildung beteiligt sei, zu finden (z. B. Seite 2).

»Natürlich wird durch die Umlagerung des Entoderms die Keimhöhle successive verdrängt und zum Schwunde gebracht, zuletzt sah ich sie dem Prostoma gegenüber, ganz vom Entoderm umschlossen, genau an der Stelle liegen, wo bald darauf das erweiterte blinde Kopffende der Urdarmhöhle sich befindet«.

Die definitive Darmhöhle wird (nach den meisten Autoren) zum Teil durch Resorption der Dotterzellen gebildet. Goette behauptet aber dass nur Auseinanderweichen der Dotterzellen stattfindet und dass die scheinbar resorbierten Dotterzellen bei der bedeutenden Verlängerung des Darmes benutzt werden.

Nach den Mitteilungen Hattas soll das Einstülpungslumen verschwinden und werde also die Darmhöhle ganz neu gebildet.

Nach den andren Autoren verliert der Kopfdarm niemals das Lumen, während der Mitteldarm sich eine Weile ohne Höhle zeigt (nach Goette und Scott). Shipley widerspricht auch die letztere Angabe.

»I wish to emphasize here the fact, that the invaginated tube is not the same as the cavity of the future mesenteron. As the subsequent history shows the whole mass of the yolcells is absorbed with exception of the outermost row lying inside the epiblast. This latter becomes the definitive hypoblast«. (Hatta Seite 135).

Bei der Frage der Mesoderm- und Chordabildung liegen verschiedene Meinungen vor. Nach v. Kupffer und Shipley stammt die Chorda von der Einstülpungsdecke her, welche weiter die definitive Darmdecke bildet. Das Mesoderm gehe hervor aus 2 Strängen von Dotterzellen, welche lateralwärts vom Urdarm gelagert sind. Die weitere Ausdehnung des Meso-

derms verursache die Delamination der oberflächlichen Dotterzellen. Hatta widerspricht diesen Angaben. Die epithelial geordneten, peripheren Dotterzellen bilden später nicht das Mesoderm, sondern die einzige Zellschicht, welche nach der Resorption des Dotters übrig bleibt und das Hypoblast bildet. Ausserdem werde die Dorsalplatte von den Dotterzellen unterwachsen. Die Hauptmasse des Mesoderms bilde sich aber an den seitlichen und ventralen Notoporusrand, also peristomal.

Wie von Kupffer, fand er, dass die Mesodermbildung in der Kopfregion nach dem Amphioxustypus erfolgte. An den beiden Seiten der Medianlinie bildet sich eine offene Falte, während die Chorda-Anlage im Darmlumen hervorragt. Wenn man aber die Abbildungen aus der Kopf- und Rumpfreion mit einander vergleicht, ist die Ursache dieser Faltenbildung offenbar in der gewaltigen Höhenentwicklung des Gehirns zu finden, welche den Chorda-Anlagen nach unten vorstülpt und dadurch die Bildung der seitlichen Falten verursacht. Ausserdem gehen aus letzteren die sogenannten Kopfhöhlen hervor und diese Bildungen sind nicht den somatischen Mesomeren gleichzusetzen, wie v. Kupffer selbst in seinen späteren Arbeiten hervorhebt. Er betrachtet dieselben als rudimentäre Kiementaschen.

Von diesen Befunden weicht die Beschreibung Lwoffs und Goettes in mancher Hinsicht nicht unwesentlich ab. Die Decke der dorsalen Invagination (dorsales Entoderm Goette, dorsale Platte Lwoff) gibt kein Material für die definitive Darmdecke her, sondern wird nur für die Chorda- und Mesodermbildung benutzt. Die definitive Darmdecke bilde sich wie fast immer durch Emporwachsen der Dotterzellen.

Ich zitiere Goette (Seite 15):

- »Die den Darmraum überdeckende Chorda-Anlagen
- »und die beiden Mesodermplatten sind nur durch flache
- »Kerben gegen einander abgegrenzt und bilden im übrigen

»eine ununterbrochen zusammenhängende Platte, welche
 »nur mit ihren Aussenrändern in das peripherische Ento-
 »derm übergeht, zu beiden Seiten der Darmhöhle es aber
 »mit den Chordarändern nur berührt Die beiden
 »Darmblattränder, denen sie aufruhte, verbinden sich unter
 »der Chorda zur neuen Decke des Urdarms«.

Das die peripheren Dotterzellen an der Mesodermbildung beteiligt seien, glaubt er nicht:

»Nach meinen Beobachtungen muss ich aber auf das
 »bestimmteste erklären, dass das Mesoderm ausschliesslich
 »dorsal entsteht und nach seiner vollständigen Ablösung
 »vom Darmblatt mit scharfem Rande über das letztere
 »hinabwächst, ohne irgendwelche Elemente von ihm auf-
 »zunehmen«.

Die Figuren, welche sich auf diesen Vorgängen beziehen, liegen in der II. und III. Tafel der Goetteschen Arbeit vor. Hertwig drückt in dem Handbuche einige derselben ab. Dabei ändert er ganz willkürlich den Namen Submesodermalspalte in den nicht zutreffenden Namen Coelomspalte.

Zum Schluss noch einige Angaben, den Notoporuschluss betreffend, aus dieser trefflichen Arbeit. Der ventrale Teil wird zum After. Die andren Autoren läugnen die Anwesenheit eines neurenterischen Kanals. Goette hat aber in dem soliden Zellenstrang, welcher die Neuralanlagen mit dem Notoporusrand verbindet, das Rudiment dieses Organes aufgefunden. Bei allen Vertebraten ist also die Anwesenheit eines neurenterischen Kanales (oder Stranges) nachgewiesen. Weil die Medullar-Anlage kein Lumen zeigt, war auch die Möglichkeit einer offenen Verbindung der Darmhöhle mit dem Medullarkanale ausgeschlossen. Ich zitiere die Zusammenfassung Goettes (Seite 39):

»1. Der Schwanz entsteht aus dem ursprünglichen
 »Schwanzende der Rückenwand und den anstossenden
 »seitlichen Prostamarändern«.

»2. Der nahtähnliche Abschluss der Medullar-Anlage »setzt sich um die Oberlippe des Prostoma bis in dieses »hinein fort — Prostomanaht, woraus der neurenterische »Strang und der Schwanzdarm nebst der sie überdeckende »Oberhaut entstehen. Die Fortsetzung der Prostomanaht »nach unten vervollständigt die künftige ventrale Wand »des Schwanzes und die Hinterwand des Afterdarms«.

»3. Der letzte Rest des Prostoma an seinem ventralen »Ende wird zum After«.

»4. Die Prostomanaht reicht also von der Schwanz- »spitze bis zum After«.

Die auf den Notoporusschluss Bezug habenden Schemata liegen auf Seite 36 seiner Arbeit vor (vergleiche dazu auch Fig. 72—75 = H. H. 270—272).

Indem ich die Goettesche Beschreibung als Grundlage meiner Betrachtungen nehme, ergibt die Deutung der Vorgänge keine Beschwerde. Die Umwachsung der Furchungshöhle, die Delamination, die Epibolie und die weitere schizogene Ausdehnung der Urdarmhöhle bilden die Cephalogenetis, die dorsale Invagination hingegen stellt die Notogenesis dar. Die Dorsalplatte beteiligt eine Weile am Aufbau der Darmdecke und wird später aus demselben geschaltet.

Amphioxus.

Obwohl ich nicht die Absicht hege, mich zu beschäftigen mit den vielen Streitpunkten, welche zwischen den Autoren über die Keimblätterbildung der Acranii vorliegen, darf ich es nicht unterlassen nach 2 Arbeiten hinzuweisen, welche für Amphioxus die Anwesenheit notogenetischer Vorgänge angezeigt haben. Gerade deshalb werde ich es nicht versäumen, weil L w o f f, dieser Vorkämpfer der neueren Betrachtungsweise des Gastrulantiosvorganges, als er zum ersten Male den Unterschied

zwischen Gastrulation S. S. und dorsale Invagination bestimmte, die Amphioxus-Entwicklung als Grundlage seiner Betrachtungen genommen hat. Wir besitzen von dem frühzeitig verstorbenen Untersucher zwei vorläufige Mitteilungen (1892 und 1893) und eine weitläufige Beschreibung des Gastrulationsvorgangs beim Amphioxus; leider fehlen in seinen Arbeiten die überzeugenden Figuren. Dieselben sind nur in geringer Anzahl anwesend und sind durchaus zu schematisch gehalten. Ich zitiere nur seine Schlussfolgerung (1894, Seite 68):

»Das Hauptergebnis dieser Untersuchungen ist, dass
 »die Einstülpung bei Amphioxus keineswegs als eine ein-
 »fache Gastrulation zu betrachten ist, wie es bisher an-
 »genommen. Es sind vielmehr hier zwei verschiedene
 »Prozesse zu unterscheiden: erstens die Einstülpung der
 »Entodermzellen, aus denen der Darm entsteht; zweitens
 »die Einstülpung der Ektodermzellen vom dorsalen Um-
 »schlagsrand aus, welche die ektoblastogene Anlage der
 »Chorda und des Mesoderms bildet. Die Einstülpung der
 »Entodermzellen ist als Gastrulation zu betrachten .

Die zweite Arbeit, auf der ich die Aufmerksamkeit lenke, ist diejenige von Morgan und Hazen. Die Arbeit macht einen musterhaften Eindruck in Bezug auf die Technik, die Schnittführung, Einbettung, Orientierung und Färbung. Die Figuren sind sehr sorgfältig bei starker Vergrößerung mit Beachtung vieler Details, wie Dotterkörner u. s. w., gezeichnet. Die beiden Untersucher haben einen deutlichen Unterschied zwischen der dorsalen Platte und der ventralen Auskleidung des Darmes, wie aus dem Zitat hervorgeht (Seite 580).

This difference in the entoderm we have been able
 »to trace throug out all the subsequent periods of devel-
 »opment, and we have been able to show, that the region
 »of clearer cells becomes the dorsal wall of the archenteron .

Auch in ihren Figuren ist der Unterschied zwischen den wirklichen Hypoblastzellen und den invaginierten Epiblastzellen sehr augenfällig. Ich weise dazu auf die von Keibel abgedruckten Figuren 1—5 hin (Seite 1030—31).

Als ich nun zum Schluss die Ergebnisse des Vergleiches nochmals zusammenfasse, so ergibt sich, dass bei allen untersuchten Anamnia mit holoblastischer Furchung, die Keimblätterbildung sich in 2 Prozessen gliedert, die Gastrulation S. S. oder Cephalogenesis und die Dorsal-Invagination oder Notogenesis. Der erstere Prozess ist nur beim *Amphioxus* eine wirkliche Einstülpung, bei allen übrigen Vertebraten wird die zweiblättrige Keimblase hergestellt durch die Delamination (oder Epibolie) der Epiblastzellen, durch das Auseinanderweichen der Dotterzellen oder durch die Umwachsung der Furchungshöhle von den Dotterzellen. Beim *Megalobatrachus* und den *Gymnophionen* herrscht der letztere Bildungsmodus vor, während die anderen Modi nur angedeutet sind. Im Allgemeinen spielen aber die Epibolie und die Spaltbildung die Hauptrolle, während die Umwachsung der Furchungshöhle individuell von grosser Wichtigkeit sein kann. (*Rana*, *Bufo*). Ich meine jedoch, dass die Literatur Andeutungen enthält, welche dafür reden, dass die Unterwachsung in einzelnen Fällen von grösserer Wichtigkeit sei, als man im Anfang denken würde (*Petromyzon*, *Triton*). Die Notogenesis kann auf zwei Weisen vor sich gehen. In den meisten Fällen (siehe unten) beteiligt sich die Dorsalplatte eine Weile am Aufbau der Darmdecke und wird dieselbe infolge des Emporrückens der Dotterzellen aus der definitiven Darmwand geschaltet. In anderen Fällen, bei einigen Anuren (*Rana*, *Bombinator*, *Rhacophorus*), bei den Ganoïden und vielleicht auch beim *Lepidosieren* und *Protopterus*, beteiligt sich die Dorsalplatte niemals an der dorsalen Begrenzung des Darmes, sondern wird dieselbe von Anfang an durch eine Schicht Dotterzellen, die definitive Darmdecke von der Darmhöhle getrennt.

Ich glaube hiermit das Ziel, welches ich mir gesetzt hatte, d. h. — bei den holoblastischen Anamnia die Homologa der verschiedenen Vorgänge der Keimblätterbildung des Megalobatrachus aufzufinden — erreicht zu haben, wie dieses zur Zeit möglich war.

Diese Untersuchungen wurden im Zoologischen Laboratorium der Amsterdamer Universität unter Leitung meines hochgeschätzten Dozenten, des Prof. C. Ph. Sluiter zur Ausführung gebracht.

Literatur-Verzeichnis.

(Die von einem Sterne gekennzeichneten Arbeiten waren mir nur als Referate zugänglich).

- * Adler (W.). Die Entwicklung der äusseren Körperform und des Mesoderms bei *Bufo vulgaris*. Internat. Monatschr. für Anatomie und Physiologie. Bd. XVIII. 1901.
- Assheton (R.). On the growth in length of the Frog Embryo. Quart. Journ. of Microscopical science. Vol. XXXVII. 1894.
- A reinvestigation into the early stages of the development of the Rabbit. Quart. Journ. of Microscopical science. Vol. XXXVII. 1894.
- On the phenomena of the fusion of the epiblastic layers in the Rabbit and in the Frog. Quart. Journ. of Microscopical science. Vol. XXXVII. 1894.
- The primitive streak of the Rabbit, the causes which may determine its shape and the part of the embryo formed by its activity. Quart. Journ. of Microscopical science. Vol. XXXVII. 1894.
- On Growth-centres in Vertebrate embryos. Anat. Anzeiger, Bd. XXVII. 1905.
- Balfour. Comparative Embryology 1880.
- * Balfour and Parker. On the structure and development of *Lepidostens*. Philos. Transact. Roy. Soc. p. II. 1882.
- Bambeke (Ch. van). Recherches sur le développement du Pelobate brun. Mém. couronné de l'Acad. Roy. de Belgique. T. XXXIV. 1868.
- Recherches sur l'embryologie des Batraciens. Bull. de l'Acad. Roy. de Belgique. 1875.
- Formation des feuilletts embryonnaires et de la Notochorde chez les Urodèles. Bull. de l'Acad. Roy. de Belg. 2e série. T. I. 1880.
- Nouvelles recherches sur l'embryologie des Batraciens. Arch. de Biologie. Vol. I. 1880.

- Bambeke (Ch. van). Le sillon médian ou raphé gastrulaire du Triton alpestre. Bull. de l'Acad. Roy. de Belg. 3e Serie T. XXV. 1893 en Arch. de Biologie. T. XIII. 1893.
- *Bataillon (E.). Nouvelles Recherches sur les mécanismes de l'évolution. Les premiers stades du développement chez les Poissons et les Amphibiens. Arch. de Zoologie expérim. T. V. 1893.
- Beard (J.). The Yolk-sac, Yolk and Merocytes in Scyllium and Lepidosteus. Anat. Anzeiger, Bd. XII. 1896.
- *Bellonci. Blastoporo e linea primitiva dei Vertebrati. Atti della R. Acad. dei Lincei Vol. XIX. 1884.
- Born (G.). Erste Entwicklungsvorgänge. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgesch. Bd. I. 1891. Bd. II. 1892.
- Brachet (A.). Sur le développement de la cavité hepato-entérique chez les Amphibiens. Anat. Anzeiger. Bd. VI. 1896.
- Recherches sur l'ontogénèse des Amphibiens urodelès et anoures. Arch. de Biologie. T. XIX. 1902.
- Gastrulation et formation de l'oeuf chez les Chordés. Anat. Anzeiger. Bd. XXVII. 1905.
- Brauer (A.). Beiträge zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Gymnophionen. Zoolog. Jahrb. Abt. f. Anat. und Ontogenie. Bd. X. 1897 en Bd. XII. 1899.
- Braus (H.). Rückenrinne und Rückennaht der Triton-gastrula. Jenaische Zeitsch. für Naturwissensch. etc. Bd. XII. 1898.
- Rückenrinne und Rückennaht der Triton-gastrula. Anat. Anzeiger Bd. XX. 1901.
- Budgett (Y. S.). Notes on the Batrachians of the Paraguayan Chaco with observations on the breeding habits and development espec. with regard to Phyllomedusa hypochondrialis Cope. Quart. Journ. of Microscop. science. Vol. XLII. 1899.
- Bussy (L. P. de). Eerste ontwikkelingsstadiën van Megalobatrachus maximus Schleg. Tijdschr. der Dierkundige Vereeniging. Bd. VIII. 1905.
- Die ersten Entwicklungsstadien des Megalobatrachus maximus Schleg. Zool. Anzeiger. Bd. XXVIII. 1905.
- Calberla (E.). Zur Entwicklung des Medullarrohres und der Chorda dorsalis der Teleostier and Petromyzonten. Morphol. Jahrb. Bd. III. 1877.
- Davidoff (von). Die Urmund-Theorie. Anat. Anzeiger. Bd. VIII. 1893.
- Dean (Bashford). The early development of the Garpike (Lepidosteus) and the Sturgeon (Acipenser). Journ. of Morphology. Vol. XI. 1895.

- Dean (Bashford). On the early development of Ganoïds. *Compte Rendu Zoolog. Congr. Leiden* 1895.
- The early development of *Amia*. *Quart. Journ. of Microsc. Science*. Vol. XXXVIII. 1896.
- On the larval development of *Amia calva*. *Zoolog. Jahrb. Abt. für Anat. und Ontogenie*. Bd. IX. 1896.
- Durham. Note on the presence of a neurenteric canal in *Rana*. *Quart Journ. of Microsc. Science*. Vol. XXVII. 1886.
- Erlanger (R. von). Über den Blastoporus der anuren Amphibien und seine Beziehungen zum bleibenden After. *Zoolog. Jahrb.* Bd. IV. 1891.
- Zur Blastoporusfrage bei den anuren Amphibien. *Anat. Anzeiger*. Bd. VI. 1891.
- Eycleshymer (A. C.). The early development of *Amblystoma*. *Journ. of Morphol.* Vol. X. 1895.
- The location of the basis of the Amphibian embryo. *Journ. of Morphol.* Vol. XIV. 1898.
- The formation of the embryo of *Necturus* with remarks on the theory of concrescence. *Anat. Anzeiger*, Bd. XXI. 1902.
- Bilateral symmetry in the Egg of *Necturus*. *Anat. Anzeiger*, Bd. XXV. 1904.
- Fülleborn (F.). Bericht über eine zur Untersuchung der Entwicklung von *Amia*, *Lepidosteus* und *Necturus* unternommene Reise nach Nord-Amerika. *Sitzungsbericht der Acad. der Wissensch. Berlin*. Bd. XL. 1894.
- Gasser (E.). Zur Entwicklungsgeschichte von *Alytes obstetricans*. *Sitzungsbericht der Marburger naturforschende Gesellschaft*. 1882.
- Goette (A.). Untersuchungen über die Entwicklung des Bombinator igneus. *Max Schultze's Arch. f. mikroskop. Anat.* Bd. V. 1869.
- * — Die Entwicklungsgeschichte der Unke. Leipzig 1875.
- Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere: V. Über die Entwicklung der Wirbelsaite bei Teleostiern und Amphibiën. *Archiv für Mikroskop. Anat.* Bd. XV. 1878.
- Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Tiere. Heft 5. V. Entwicklungsgeschichte des Flussneunauges (*Petromyzon fluviatilis*). Hamburg und Leipzig 1890.
- Grenough. Sur les homologues des premiers stades suivant la segmentation chez les Batraciens. *Bull. Soc. Zoolog. de France*. T. XVIII. 1892.
- Groenroos (H.). Die Gastrula und die primitive Darmhöhle des Erdsalamanders. *Anat. Anzeiger*, Bd. XIV. 1898.
- Die Ausbreitung des Ektoderms über die untere Eihälfte bei *Salamandra maculosa*. *Verhandl. Anat. Gesellsch.* XII. 1898.

- Hatta (S.). On the formation of the germinal layers in *Petromyzon*. Journ. of the Coll. of Science Tokyo. Vol. V. Part. I. 1892.
- Hertwig (O.). Die Entwicklung des mittleren Keimblatts der Wirbeltiere. Jena 1883.
- Urmund und Spina bifida. Arch. für mikroskop. Anat. Bd. XXXIX. 1892.
- Strittige Punkten aus der Keimblätterlehre der Wirbeltiere. Sitzungsber. der Preuss. Acad. der Wissensch. Berlin. 1901.
- Die Lehre von den Keimblättern. Handbuch der vergleichende und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Lief. 12—15. 1903.
- Über die Beziehungen des tierischen Eies zu dem aus ihm entwickelnden * Embryo. Sitzungsber. der Preuss. Acad. der Wissensch. Berlin. 1904.
- Houssay (F.). Etudes d'embryologie sur l'axolotl. Comptes Rendus Acad. des Sciences. T. CVIII. 1889.
- Etudes d'embryologie sur les Vertébrés. L'axlotl. Arch. de Zool. expérim. et gén. Sér. 2. T. 8. 1890 en sér. 3. T. 1. 1893.
- Sur la théorie des feuilletts et le parablaste. Comptes Rendus Acad. des Sciences. Paris. T. CXIV. 1892.
- Houssay et Bataillon. Formation de la Gastrula, du mésoblast et de la chorde dorsale chez l' axolotl. Compt. Rendus Acad. des Sciences. Paris. T. CVII. 1888.
- Segmentation de l'oeuf et sort du blastopore chez l' axolotl. Compt. Rendus Acad. des Sciences. Paris. T. CVII. 1888.
- Hubrecht (A. A. W.). Furchung und Keimblattbildung von *Tarsius spectrum*. Verhandl. Kon. Acad. Amsterdam. 2. sectie D. VIII. 1902.
- Die Gastrulation der Wirbeltiere. Anat. Anzeiger. Bd. XVI. 1905.
- Ikeda (S.). Contributions to the Embryology of Amphibia. The mode of blastopore-closure and the position of the embryonic body. Journ. of the Coll. of Science Imp. Univ. Tokyo. Vol. XVII. part. 2. 1902.
- *Ishikawa (C.). Zur Entwicklungsgeschichte von *Cryptobranchus Japonicus*. Togo Gakuge-Zashi. 1900.
- Über den Riesensalamander Japans. Mitteil. der Deutschen Gesellsch. für Natur- und Völkerkunde Ost-Asiens, Bd. IX. 1902.
- Beiträge zur Kenntnis des Japanischen Riesensalamanders (*Megalobatrachus maximus* (Schl.)). Proc. of the Departm. of Natural History Tokyo Imperial Museum. Vol. 1. 1904.
- Johnson (A.). On the fate of the Blastopore and the presence of a Primitive streak in the newt, Quart. Journ. of Microscop. Science. Vol. XXIV. 1884.

- Johnson (A.) and Sheldon (L.). Notes on the development of the Newt. Quart. Journ. of Microscop. Science. Vol. XXVI. 1886.
- Jordan (E. O.). The habits and development of the Newt. Journ. of Morphology. Vol. VIII. 1893.
- Keibel (F.). Die Gastrulation und die Keimblattbildung bei den Wirbeltieren. Ergebn. der Anat. und Entwickl.-Gesch. Bd. X. 1901.
- Kerbert (C.). Zur Fortpflanzung von *Megalobatrachus maximus* Schleg. Zoölog. Anzeiger, Bd. XXVII. 1904.
- Kerr (J. Graham). The external features in the development of *Lepidosiren paradoxa* Fitz. Philos. Trans. of the Roy. Soc. of London. Vol. 192. 1900.
- The Development of *Lepidosiren paradoxa* Part. II. With a note upon the corresponding stages in the Development of *Protopterus annectans*. Quart. Journ. of Microscop. Science. Vol. XLV. 1902.
- King (Helen Dean). Experimental studies on the formation of the embryo of *Bufo lentiginosus*. Arch. f. Entwickl. Mechan. Bd. XIII. 1901.
- The gastrulation of the Egg of *Bufo lentiginosus*. Amer. Natur. Vol. XXXVI. 1902.
- The formation of the Notochord in the Amphibia. Biolog. Bull. Vol. IV. N. 6. 1903.
- Kopsch (Fr.). Beiträge zur Gastrulation beim Axolotl und Froschei. Verhandlungen der Anat. Gesellsch. 1895.
- Über die Zellenbewegungen während des Gastrulationsprozesses an den Eiern vom Axolotl und vom braunen Grasfrosch. Sitz. Ber. der Gesellschaft der naturf. Freunde Berlin. 1895.
- Bildung und Bedeutung des *Canalis neurentericus*. Sitz. Ber. der Gesellsch. der naturf. Freunde Berlin. 1895, 1897.
- Gemeinsame Entwicklungsformen bei Wirbeltieren und Wirbellosen. Verhandl. der Anat. Gesellsch. 1898.
- Kowalevsky (A.), Owsjannikof (Th.) und Wagner (Th.). Die Entwicklungsgeschichte der Störe. Mém. de l'acad. Imp. des sciences Petersbourg. T. XIV. 1870.
- Kupffer (C. von). Die Entstehung der Allantois und die Gastrula der Wirbeltiere. Zoolog. Anzeiger, Bd. 1879.
- Die Entwicklung von *Petromyzon Planeri*. Arch. für mikroskop. Anat. Bd. XXXV. 1890.
- Lwoff (Basilus). Über einige wichtigen Punkten der Entwicklung des *Amphioxus*. Biolog. Centralbl. Bd. XII. 1892.

- L w o f f (Basilius). Über die Keimblattbildung bei den Wirbeltieren. *Biolog. Centralbl.* Bd. XIII. 1893. *Ann. Mag. Nat. Hist.* Vol. XI. 1893.
- Die Bildung der primären Keimblätter und die Entstehung der Chorda und des Mesoderms bei den Wirbeltieren. *Bull. de la Soc. Imp. des Natur. Moscou.* T. VIII. 1894.
- M e h n e r t (E.). Zur Frage nach dem Darmdurchbruche bei Reptilien. *Anat. Anzeiger* Bd. XI. 1895.
- * M i t r o p h a n o w (P. S.). Bildung der Keimblätter bei Vertebraten. *Sitzber. der biolog. Sekt. der Warsch. Gesellsch. der Naturfreunde.* 1891. (Russisch.)
- M i t s i k u r i (K.). On the paired origin of the Mesoblast in Vertebrata. *Anat. Anzeiger.* Bd. VI. 1891.
- M o q u i n—T a n d o n (G.). Recherches sur les premières phases du développement des Batraciens Anoures. *Ann. des Sciences natur. zool. série b.* T. 3. 1876.
- * M o r g a n (T. H.). On the Amphibian Blastopore. *Stud. Biol. Labor. John Hopkins Univ.* Vol. IV. 1889.
- * — Notes on the fate of the Amphibian Blastopore. *John Hopkins Univ. Circul.* 1889.
- The formation of the embryo of the Frog. *Anat. Anzeiger.* Bd. IX. 1894.
- * — The development of the Frogs egg. 1897.
- M o r g a n (T. H.) & H a z e n (A. P.). The Gastrulation of *Amphioxus*. *Journ. of Morphology.* Vol. XVI. 1900.
- M o r g a n & T s u d a. The orientation of the Frogs Egg, *Quart. Journ. of Microscop. Science.* Vol. XXXV. 1893.
- M o s z k o w s k y (H.). Zur Frage des Urmundschlusses bei *Rana fusca*. *Arch. für Mikrosk. Anat.* Bd. LX. 1902.
- P e r e n y i (J.). Die Entwicklung der Keimblätter und der Chorda in neuer Beleuchtung. *Anat. Anzeiger.* Bd. IV. 1889.
- R a b l (C.). Über die Bildung des Mesoderms. *Anat. Anzeiger.* Bd. III 1888.
- Theorie des Mesoderms. *Morpholog. Jahrbuch* Bd. XV, XIX, XXVI. 1889, 1892, 1896.
- * R a f f a e l e (F.). Dubbi sull' esistenza del mesoderma gastrale. Osservazione ed esperimenti su embrioni e larve di Anuri. *Monit. Zool. Ital.* Vol. XII. 1895.
- R e e s e (A. M.). The sexual elements of the giant Salamander *Cryptobranchus alleghaniensis*. *Biolog. Bull.* Vol. VI. 1904.

- Ritter (W. E.) and Miller (L.). A contribution to the Life-History of *Autodax Ingubris* Hall, a Californian Salamander. *Americ. Naturalist*. Vol. XXXIII. 1899.
- Robinson (A.) and Assheton (R.). The formation and fate of the primitive streak, with observations on the archenteron and germinal layers of *Rana temporaria*. *Quart. Journ. of Microscop. Science*. Vol. XXXII. 1891.
- * Rossi (H.). Sulla formazione e sul destino del blastoporo negli Anfibi Urodeli. *Arch. für Entwicklungsmechanik*. Bd. V. 1897.
- Röthig (P.). Über die Rückenrinne beim Ei des Triton taeniatus. *Anat. Anzeiger*. Bd. XIX. 1901.
- Roux (W.). Über die Lagerung des Materials des Medullarrohres im gefurchten Froschei. *Verhandl. der Anat. Gesellsch.* 1888.
- Zur Frage der Axenbestimmung des Embryos im Froschei. *Biolog. Zentralblatt*. Bd. VIII. 1888.
- * Saint-Rémy. Les idées actuelles sur la valeur morphologique des feuilletts germinatifs. *Revue génér. des Sciences pures et appliquées*. Paris 1901. N. 22.
- Salensky (W.). Embryologie der Ganoiden. *Zoolog. Anzeiger*. Bd. I. 1878.
- Recherches sur le Developpement du Sterlet (*Acipenser ruthenus*). *Archives de Biologie*. Vol. II. 1881.
- Samassa (P.). Über die Bildung der primären Keimblätter bei den Wirbeltieren. *Verhandl. der Deutschen Zoolog. Gesellsch.* 1895.
- Studien über den Einfluss des Dotters auf die Gastrulation und die Bildung der primären Keimblätter der Wirbeltiere. I. Selachier. II. Amphibien. III. Teleostiers. IV. Amphioxus. *Arch. für Entwicklungsmechanik*. Bd. II—VII. 1896—97.
- Sarasin (P. en F.). Über die Entwicklungsgeschichte von *Epicrion glutinosum*. *Arbeiten des Zoolog. Instit. zu Würzburg*. Bd. VII. 1885.
- Zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie der ceylonesischen Blindwühle. *Ichthyophis glutinosus*. *Ergebn. naturwissensch. Forschungen auf Ceylon*. 1887—1893.
- Sasaki (C.). Some notes on the Giant Salamander of Japan. *Journ. of the Coll. of Science Imper. Univ. Tokyo*. Vol. I, en III. 1887.
- Schanz (F.). Das Schicksal des Blastoporus bei den Amphibien. *Jenaische Zeitschr. für Naturwissensch. etc.* Vol. XIV. 1887.
- Schulze (M. S.). Die Entwicklungsgeschichte von *Petromyzon Planeri*. *Natuurk. Verhandl. der Hollandsche Maatsch. der Wetenschappen te Haarlem 2de Verz. Deel XI*. 1856.

- Schulze (O.). Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Batrachier. Arch. für Mikroskop. Anat. Bd. XXIII. 1883.
- * — Zur ersten Entwicklung des braunen Grasfrosches. Gratulationsschrift für Köllikes. Leipzig 1887.
- Die Entwicklung der Keimblätter und der Chorda dorsalis bei *Rana fusca*. Zeitschr. für wissenschaft. Zoologie. Bd. XLVII. 1888.
- Über die Entwicklung der Medullar-Platte des Froscheies. Verhandl. der physisch. mediz. Gesellsch. zu Würzburg. Bd. XXIII. 1889.
- Schwarz (D.). Untersuchungen des Schwanzendes bei den Embryonen der Wirbeltiere. Zeitschr. für wissenschaft. Zoologie. Bd. XLVIII. 1889.
- Schwink (F.). Über die Gastrula bei Amphibieneiern. Biolog. Zentralblatt. Bd. VIII. 1888.
- * — Über die Entwicklung des mittleren Keimblattes und der Chorda dorsalis der Amphibien. München 1889.
- Scott (W. B.). Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Petromyzonten. Morpholog. Jahrbuch. Bd. VII. 1882.
- Scott (W. B.) and Osborn (H. F.). On some points of the early development of the common newt. Quart. Journ. of Microscop. Science. Vol. XIX. 1879.
- * — On the early development of the common newt. 1886.
- Semon (R.). Die äussere Entwicklung des *Ceratodus Forsteri*. Semon. zoolog. Forschungsreisen. Bd. I. 1893. Jenaische Denkschriften. Bd. IV.
- Die ektodermale Mediannaht des *Ceratodus*. Arch. für Entwicklungsmechanik. Bd. XI. 1901.
- Die Furchung und Entwicklung der Keimblätter bei *Ceratodus Forsteri*. Semon. zoologische Forschungsreise etc. Bd. XIX. 1901.
- Shipley (A. E.). On the formation of the mesoblast and the persistence of the blastopore in the Lamprey. Proc. of the Royal Soc. London. Vol. XXXIX. 1885.
- On some points of the development of *Petromyzon Planeri*. Quart. Journ. of Microscop. Science. Vol. XXVIII. 1889.
- Sidebotham (H.). Note on the fate of the blastopore in *Rana temporaria*. Quart. Journ. of Microscop. Science. Vol. XXIX. 1889.
- Sobotta (J.). Die Gastrulation von *Amia calva*. Verhandl. der Anat. Gesellsch. 1896.
- Spencer (W. B.). Notes on the early development of *Rana temporaria*. Quart. Journ. of Microscop. Science. Vol. XXV. 1885.
- On the fate of the blastopore in *Rana temporaria*. Zoolog. Anzeiger. Bd. VIII. 1885.

- Virchow (H.). Über das Dottersyncytium und den Keimhautrand der Salmoniden. Verhandl. der Anat. Gesellsch. 1894.
- Über den Keimhautrand der Salmoniden. Verhandl. der Anat. Gesellsch. 1895.
- Furchungsbilder von *Amia calva* Sitzungsber. der Gesellsch. für naturforschende Freunde. Berlin 1896.
- Dottersyncytium, Keimhautrand und Beziehungen zur Kongreszenzlehre. Ergebnisse der Anat. und Entwicklungsgesch. Bd. XVII. 1897.
- Wilder (H. H.). *Desmognathus fuscus* and *Spelerpes bilineatus*. American Naturalist. Vol. XXXIII. 1899.
- Will (L.). Zur Frage der Entstehung des gastraln Mesoderms bei Reptilien. Anat. Anzeiger. Bd. VIII. 1893.
- Die neuesten Arbeiten über die Keimblattbildung der Amnioten. Zoolog. Zentralblatt. Bd. I. 1894.
- Wilson (H. V.). Formation of the blastopore in the frog egg. Anat. Anzeiger. Bd. XVIII. 1900.
- Closure of the blastopore in the normally placed Frog egg. Anat. Anzeiger. Bd. XX. 1901.
- Wolff. Die beiden Keimblätter und der Mittelkeim. Arch. für mikroskop. Anat. Bd. XXVIII. 1886.
- Ziegler (F.). Zur Kenntnis der Oberflächenbilder der *Rana*-embryonen. Anat. Anzeiger. Bd. VII. 1892.
- Ziegler (H. E.). Die neueren Forschungen in der Embryologie der Ganoiden. Zoolog. Zentralbl. Bd. VII. 1900.
- Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der niederen Wirbeltiere. Jena 1902.

Tafel-Erklärung.

Alle Figuren sind mit Hilfe des Abbeschen Zeichenapparates gezeichnet und in der Mehrzahl der Fälle bei der Reproduktion auf $\frac{2}{3}$ verkleinert. In der Tafelerklärung wird immer die lineäre Vergrößerung der ursprünglichen Zeichnung angegeben, während die Verkleinerung der Reproduktion eingeklammert erwähnt wird.

Die Rekonstruktionen wurden mit Hilfe Millimeterpapiers hergestellt und stellen daher Projektionen der inneren Organe auf einer horizontalen oder vertikalen Ebene dar. Bei der Betrachtung der bei schwacher Vergrößerung gezeichneten Schnitte (Zeiss A₀ 4 = $\frac{40}{3}$) gedenke man, dass ich die Mikromerengrenzen bei dieser Vergrößerung nicht gut beobachten konnte. Die eingezeichneten kleinen Zellen haben in diesem Falle also nur den Wert einer Schraffierung. Bei den stärker vergrößerten Schnitten-Abbildungen sind auch die Mikromerengrenzen naturgetreu eingezeichnet.

Tafel 31.

Abbildungen der äusseren Gestalt und Rekonstruktionen der normalen Megalobatrachus-Eier, 9 bis 27 Tage nach der Eiablage fixiert (28. September bis 16. Oktober 1903).

Fig. 1. Das Ei O (28. September, 208 Stunden alt).

Vertikalprojektion auf einer Transversalebene. Zeiss A₀ 4 $\times \frac{40}{3}$ ($\frac{2}{3}$).

Furchungshöhle ungefärbt. Dorsalinvagination dunkel angestrichen, Öffnung derselben unterhalb der dorsalen Lippe etwas heller angestrichen.
 - - - - - Deckenteil nur von Mikromeren gebildet.

————— .. an der inneren Seite von Makromeren ausgekleidet.

Fig. 2. Das Ei P (29. September, 10 Tage alt).

Vertikalprojektion auf einer Transversal-Ebene. Zeiss A₀ 4 $\times \frac{40}{3}$ ($\frac{2}{3}$).

Bedeutung der Farben und Linien dieselbe als bei der Fig. 1.

Fig. 3. Das Ei R' (1. Oktober, 12 Tage alt)

Horizontalprojektion (Ansicht von oben). Zeiss A₀ 4 × 40/3 (2/3).

AB = Ebene der Schnitfführung. CD = Sagittalebene.

Weiss = Die Furchungshöhle; der makromerenfreie Teil der Archenterondecke und die Öffnung der Dorsalinvasion im Archenteron.

||||| = Der von Makromeren ausgebildete Teil der Archenterondecke.

= Derselbe Teil von der Furchungshöhle verdeckt.

Dunkel angestrichen = Die Dorsalinvasion.

Etwas heller angestrichen = Dieselbe von der Furchungshöhle verdeckt.

..... = Archenteronumriss.

Fig. 4. Das Ei S' (2. Oktober, 13. Tage alt).

4 a. Horizontalprojektion (Ansicht von unten). Zeiss A₀ 4 × 40/3 (2/3).

AB = Ebene der Schnitfführung. Ch = Sagittalebene.

Weiss = Die schizogene Höhle im Dotter.

Dunkel angestrichen = Archenteron und Dorsalinvasion.

||||||| ≡ Ausdehnung des Mesoderms.

..... = Grenze des Mesoderms.

.+.+.+. = Umriss der schizogenen Höhle.

4 b. Zusammenstellung einer Vertikalprojektion und einer Ansicht der vorderen Seite. Zeiss A₀ 4 × 40/3 (2/3).

||||||| = Ausdehnung des Mesoderms.

:::: = Region der Ektodermfalten (Seite 349).

Fig. 5. Das Ei T (3. Oktober, 14 Tage alt).

5 a. Vertikalprojektion auf einer Sagittalebene. Zeiss A₀ 4 × 40/3 (2/3).

Dunkel angestrichen ≡ Die Darmhöhle

Einmal schraffiert = Das Mesoderm.

Doppelt „ = Der Primitivstreifen.

..... = Grenze des Mesoderms.

———— = Äquatorebene.

5 b. Zusammenstellung einer Ansicht von hinten mit einer Vertikal-Rekonstruktion. In der Mitte der ungefärbten Primitivregion. Zur Seite derselben das schraffierte Mesoderm.

Fig. 6. Das Ei V' (5. Oktober, 16 Tage alt).

6 a. Horizontal-Projektion (Ansicht von oben). Die Rekonstruktion wurde bei einer Vergrößerung 35 hergestellt, dann von mir auf die Hälfte und bei der Reproduktion nochmals auf $\frac{2}{3}$ verkleinert.

Weiss = Die Mundplatte.

Grau angestrichen = Das Darmlumen.

Dunkel „ = Die Neuralanlagen,

 = Die Mesodermausdehnung.

 = Die Mesomeren.

 = Die Primitivregion.

--- = Die vordere Grenze des Mesoderms.

..... = Die innere Grenze der Ektodermfalten.

-+-+- = Grenze des Proto- und Deuterrosoma.

6 b. Ansicht der äusseren Gestalt von oben.

6 c. „ „ „ „ „ hinten.

Vergrößerung 10 (A₀ 2 Zeiss?) de Bussydel.

Fig. 7. Das Ei V'' (5. Oktober, 16 Tage alt).

7 a. Ansicht der Gehirnplatte von der vorderen Seite.

7 b. Rekonstruktion des Notoporus und dessen Umgebung. Zeiss
A₀ 2 × 10 ($\frac{1}{1}$).

Fig. 8. Das Ei W (6. Oktober, 17 Tage alt).

8 a. Ansicht der äusseren Gestalt von oben.

8 b. „ „ „ „ „ hinten.

Zeiss A₀ 2 × 10 ($\frac{1}{1}$).

8 c. Rekonstruktion eines optischen Medianschnittes der Gehirnregion.
× 35 ($\frac{2}{3}$).

 = Die Darmdecke und die Dotterzellen.

 = Die Gehirn- und Medullarplatte.

 = Nahtlinie des Prosencephalons.

Dunkel angestrichen = Gehirn- und Medullarlumen.

Fig. 9. Das Ei Z (9. Oktober, 20 Tage alt).

Abbildung der äusseren Gestalt der rechten Seite. Zeiss A₀ 2
× 7 $\frac{1}{2}$ ($\frac{1}{1}$).

Fig. 10. Das Ei AA (10. Oktober, 21 Tage alt).

Abbildung der äusseren Gestalt der linken Seite. Zeiss A₀ 2 × 7 ($\frac{1}{1}$).

Fig. 11. Das Ei EE (14. Oktober, 25 Tage alt).

Abbildung der äusseren Gestalt der linken Seite. Zeiss A₀ 2 × 8 ($\frac{1}{1}$).

Fig. 12. Das Ei GG (16. Oktober. 27 Tage alt).

12 a. Abbildung der äusseren Gestalt von der linken Seite.

12 b. „ „ „ „ „ unten.

Zeiss A₀ 2 × 8 (1/1).

Tafel 32.

Abbildungen der Schnitte normaler Eier der Stadien O bis T.

Fig. 1. Das Ei O (28. September, 9 Tage alt).

1 a. Schnitt 78 (sagittal) Zeiss A₀ 4 × 40/3 (2/3).

1 b. „ 195 „ dito.

1 c. „ 263 „ dito.

1 d. Teil der Furchungshöhledecke des 88. Schnittes. Zeiss D 2 × 360 (2/3).

Fig. 2. Das Ei P (29. September, 10 Tage alt).

2 a. Schnitt 228 (sagittal) Zeiss A₀ 4 × 40/3 (2/3).

2 b. „ 87 „ dito.

2 c. „ 199 „ und median) dito.

2 d. Teil der Furchungshöhledecke des 148. Schnittes. Zeiss A 4 × 100 (2/3).

Nur in einzelnen Zellen sind die Dotterzellen eingezeichnet.

Fig. 3. Das Ei R' (1. Oktober, 12 Tage alt).

3 a. Schnitt 60 (sagittal) Zeiss A₀ 4 × 40/3 (2/3).

3 b. „ 108 „ dito.

3 c. „ 172 „ dito.

3 d. „ 198 „ dito.

Die Linien Aq und Aq' in den Figuren 3 c und 3 d stellen den morphologischen und den scheinbaren Äquator dar. Die unausgefüllte Stelle in den Figuren 3 b, c und d ist eine Stelle, wo die Zellengrenzen undeutlich sind

3 e. Schnitt 3 (sagittal). Der Notoporus ist tangentiell getroffen worden.

3 f. Schnitt der Grenzregion des schmälereu und erweiterten Teils der Dorsalinvagination im 164. Schnitt. Zeiss A_c × 115 (2/3).

Fig. 4. Das Ei S' (2. Oktober, 13 Tage alt).

4 a. Schnitt 21 (sagittal) × 35 (2/3). Tangentialschnitt des Mesodermbandes. Im Ektoderm sind die Zellen nicht eingezeichnet.

4 b. Schnitt 68 (sagittal). Zeiss A₀ 4 × 40/3 (2/3).

4 c. „ 149 „ dito.

4 d. „ 251 „ dito.

Die Linie stellt den morphologischen Äquator dar.

- 4 e. Schnitt 326. Darmdecke mit Rudiment der trennenden Wand zwischen dem Archenteron und der Dorsalinvagination. $\times 35$ ($\frac{2}{3}$).
- 4 f. Ektodermfalten der vorderen Eiseite im 163. Schnitte. Zeiss A 2 $\times 70$ ($\frac{2}{3}$).
- Fig. 5.** Das Ei T (3. Oktober, 14 Tage alt).
- 5 a. Schnitt 185 (horizontal). Zeiss A 0 4 $\times \frac{40}{3}$ ($\frac{2}{3}$).
- 5 b. .. 214 .. dito.
Das Ektoderm ist nicht gefärbt, das Mesoderm dunkel angestrichen, das Ektoderm schraffiert worden.
- 5 c. Das linke Ende des Mesoderms im 185. Schnitt. $\times 35$ ($\frac{2}{3}$).
- 5 d. Die Dorsalinvagination des 185. Schnittes. $\times 35$ ($\frac{2}{3}$).
- 5 e. Schnitt 35. Rechte Notoporuslippe, mit dem Anfang des peripheren Mesoderms. Zeiss A 2 $\times 60$ ($\frac{2}{3}$).
- 5 f. Schnitt 106. Grosse Zelle in der dorsalen Darmdecke. Zeiss A 4 $\times 100$ ($\frac{2}{3}$).

Tafel 33.

Schnitte normaler Eier der Stadien V bis MM.

- Fig. 1.** Das Ei V' (5. Oktober, 16 Tage alt).
- 1 a. Schnitt 197 (sagittal). Zeiss A 0 4 $\times \frac{40}{3}$ ($\frac{2}{3}$).
- 1 b. .. 238 .. dito.
Farben wie bei Figur 5 a T II.
- 1 c. Anus und Canalis neurentericus des 238. Schnittes.
- 1 d. Der mittlere Teil der Darmhöhle des 275. Schnittes.
- 1 e. Gehirnanlagen des 158. Schnittes. $\times 35$ ($\frac{2}{3}$).
- 1 f. 170. .. dito.
- 1 g. 192. .. dito.
- 1 h. 234. .. dito.
- 1 i. 270. .. dito.
- 1 k. Vordere Gehirnfalte des 234. Schnittes. Zeiss A 4 $\times 100$ ($\frac{2}{3}$).
- 1 l. 209. .. dito.
- Fig. 2.** Das Ei V'' (5. Oktober, 16 Tage alt).
- 2 a, b, c und d. Schnitte der Notoporusregion in proximo-kaudaler Folge. Zeiss A 0 4 $\times \frac{40}{3}$ ($\frac{2}{3}$).
- Weiss = Entoderm. Dunkel angestrichen = Mesoderm.
Schwarz = Ektoderm. Doppelt schraffiert = Nicht differenziertes Gewebe der Notoporusgegend.

Fig. 3. Das Ei W (6. Oktober, 17 Tage alt).

3 a, b und c. Querschnitte des kaudalen Teils des Embryo in proximo-kaudaler Folge. $\times 35$ ($\frac{2}{3}$).

Weiss = Das Ektoderm. Punktiert = Entoderm.

Dunkel angestrichen = Das Mesoderm.

3 d. Querschnitt der Chorda, Medulla und zweier Mesomeren, gerade vor der Primitivregion. Zeiss A 2 $\times 80$ ($\frac{2}{3}$).

3 e. Querschnitt der Primitivregion. Zeiss A 2 $\times 70$ ($\frac{3}{4}$).

Fig. 4. Das Ei Z (9. Oktober, 20 Tage alt).

Sagittalschnitt des kaudalen Teiles des Embryo.

Fig. 5 a, b und c. Das Ei CC (12. Oktober, 23 Tage alt).

Sagittalschnitte des kaudalen Teiles des Embryo in medio-lateraler Folge.

Fig. 6. Querschnitt des Schwanzes des Embryo DD (13. Oktober, 24 Tage alt), ziemlich weit vom Anus entfernt.

Fig. 7. Querschnitt des Schwanzes des Embryo EE (14. Oktober, 25 Tage alt), gleich hinter dem Anus.

Fig. 8. Horizontalschnitt des kaudalen Teiles des Embryo FF (17. Oktober, 28 Tage alt).

Fig. 9. Querschnitt der Analregion des Embryo MM (21. Oktober, 32 Tage alt), mit solidem Schwanzdarm.

Fig. 10. Sagittalschnitt der Kaudalregion des Embryo MM'' (21. Oktober, 32 Tage alt), mit rudimentärem Schwanzdarm.

In den Figuren 4 bis 10 ist das Entoderm punktiert, das Mesoderm dunkel angestrichen, das Ektoderm vertikal, die Medullaranlagen horizontal und der Schwanzknoten doppelt schraffiert worden. (In der Figur 8 ist aus versehen die Medulla doppelt schraffiert worden.)

In der Figur 10 ist die Stelle, wo in den Medianschnitten der Anus vorliegt von einem Sterne gekennzeichnet. Die Vergrößerung ist 35 ($\frac{2}{3}$).

Tafel 34.

Abbildungen der abnormen Eier.

Fig. 1. Das Ei P' (29. September, 10 Tage alt).

1 a. Horizontalprojektion (Ansicht von unten). Zeiss A₀ 4 \times $\frac{40}{3}$ ($\frac{2}{3}$).

Weiss = Die Furchungshöhle.

Dunkel angestrichen = Invagination unterhalb der Notoporuslippen.

Punktiert = Umschlagsrand der Notoporuslippe (vergleiche dazu Seite 390).

..... = Grenze der Furchungshöhle.

AB = Schnittführungsebene. CD = Sagittalebene.

1 b. 59. Schnitt (sagittal) Zeiss A₀ 4 = $\frac{40}{3}$ ($\frac{2}{3}$).

1 c. 86. Schnitt (sagittal). Der Notoporusrand. Zeiss A 4 \times 100 ($\frac{2}{3}$).

Fig. 2. Das Ei R'' (1. Oktober, 12 Tage alt).

2 a. Horizontalprojektion (Ansicht von oben). Zeiss A₀ 4 \times $\frac{40}{3}$ ($\frac{2}{3}$).
Bedeutung der Linien und Farben wie oben.

· + · + · + · = Grenze der schizogenen Höhle.

ME = Schnittführungsebene. MF = Sagittalebene.

A und B = Schneidepunkte des Notoporusrandes und des Äquators.

2 b. Zusammengestellte Figur einer Vertikalprojektion auf einer Transversalebene und einer Ansicht von hinten (de Bussy). Zeiss A₀ 2 \times 8 à 10 ($\frac{2}{3}$).

Dunkel angestrichen = Die animale Eihälfte.

Nicht gefärbt = Dotterpfropf.

(Die weitere Erklärung liegt in den Seiten 393—394 vor.)

2 c. Tangentialschnitt der Notoporusrinne.

DV = Transversalebene. Zeiss A₀ 2 \times $\frac{40}{3}$ ($\frac{2}{3}$).

2 d. 211. Schnitt (sagittal). Dreiteilung des Archenterons. Zeiss A₀ 4 \times $\frac{40}{3}$ ($\frac{2}{3}$).

2 e. 240. Schnitt (sagittal) Notoporuslippe. Die Kerne sind dunkel, die Dotterkörner nicht gefärbt. Zeiss A 2 \times 75 ($\frac{2}{3}$).

Fig. 3. Das Ei V (5. Oktober, 16 Tage alt).

3 a. Ansicht von oben. Gehirnplatte und Medullaranlagen. Zeiss A₀ 2 \times 10 ($\frac{2}{3}$).

3 b. Ansicht von hinten. Analgegend. Zeiss A₀ 2 \times 10 ($\frac{2}{3}$).

3 c. Optischer Medianschnitt. Zeiss A₀ 4 \times $\frac{40}{3}$ ($\frac{2}{3}$).

3 d. 13. Schnitt (quer). Zeiss A₀ 4 \times $\frac{40}{3}$ ($\frac{2}{3}$).

3 e. 39. „ „ dito.

3 f. 349. „ „ dito.

3 g. 133. „ „ Medullaranlage. \times 35 ($\frac{2}{3}$).

h. 199. „ „ Gehirnplatte dito.

3 i. 242. „ „ Linke Hälfte der Gehirnanlage. Zeiss A 2 \times 70 ($\frac{2}{3}$).

Fig. 4. Das Ei S (2. Oktober, 15 Tage alt).

4 a. Optischer Medianschnitt. $\times 15$ ($\frac{2}{3}$).

Weiss = Schizogene Höhle.

Dunkel angestrichen = Die Dorsalinvagination (siehe weiter S. 399).

4 b. 114. Schnitt (horizontal). Zeiss A₀ 4 $\times \frac{40}{3}$ ($\frac{2}{3}$).

4 c. 177. dito.

4 d. 213. dito.

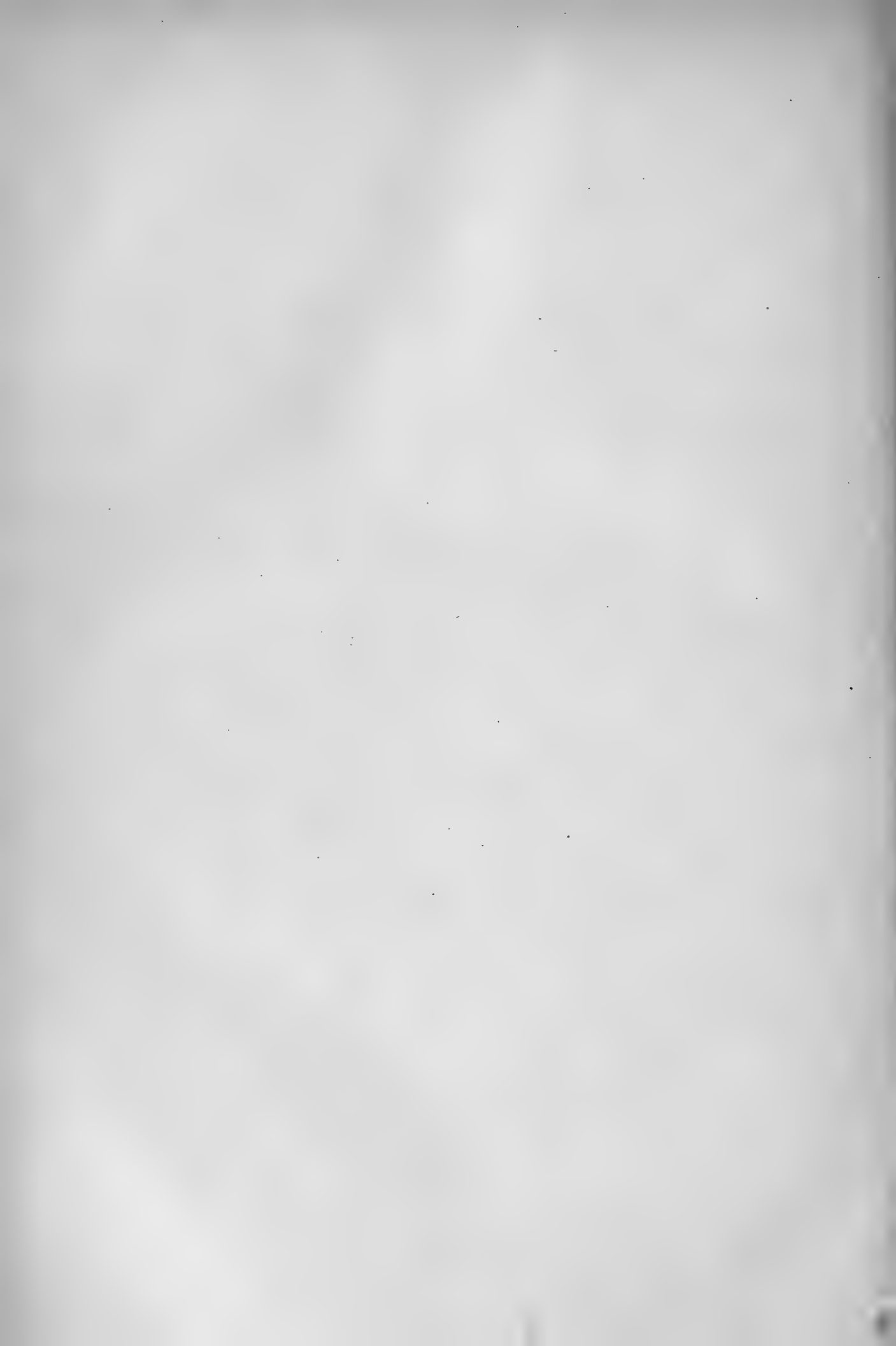
4 e. 233. dito.

Fig. 5. Das Ei T'' (3. Oktober, 14 Tage alt).

Vertikalprojektion auf sagittaler Ebene. Zeiss A₀ 4 $\times \frac{40}{3}$ ($\frac{2}{3}$).

Weiss = Archenteronrudiment und Dotterpfropf.

Dunkel angestrichen = Rudiment der Dorsalinvagination.



AUS DEM ANATOMISCHEN INSTITUT DER UNIVERSITÄT GÖTTINGEN.

BEITRÄGE

ZUR

VERGLEICHENDEN ENTWICKELUNGSGESCHICHTE

DER

FACIALIS-MUSKULATUR.

VON

R. FUTAMURA,

TOKIO.

Mit 71 Figuren im Text.

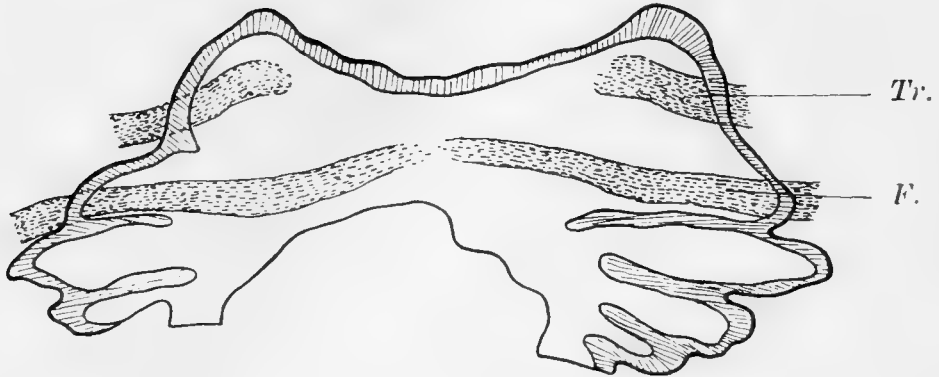
Im Anschluss an meine Untersuchungen über die Entwicklung der Facialismuskulatur des Menschen, will ich in der vorliegenden Arbeit die Ergebnisse der vergleichend anatomischen Forschungen über dieses interessante Gebiet geben. Dafür stand mir Material von *Alytes obstetricans*, *Lacerta muralis*, *Anas boschas* und *Sus scrofa*, das mir Herr Prof. Kallius zur Verfügung stellte, zu Gebote. Auch hierbei wurde von der graphischen und der Glasplatten-Rekonstruktionsmethode ausgiebig Gebrauch gemacht. Den beigegebenen Zeichnungen liegen derartige Modelle zu Grunde.

I. Amphibien.

Alytes obstetricans.

Von der Geburtshelferkröte wurden 15 Stadien (37 Exemplare) untersucht. Bei einer Larve mit grossem Dottermaterial, bei der die äusseren Kiemen wohl entwickelt sind, findet man die Anlage der Facialismuskulatur wie allgemein, im zweiten Schlundbogen. Dort findet sich ein Haufen von dichtgedrängten muskelbildenden Zellen, die von den Zellen der Umgebung scharf abgegrenzt sind. Das distale Ende dieser Zellmassen hängt in der Medianebene mit dem der anderen Seite kontinuierlich zusammen. An dem Blastem der Trigemini-muskulatur ist dieser mediane Zusammenhang nicht zu konstatieren (cf. Fig. 1).

Fig. 1.



Muskelanlagen der Alyteslarve ca. 2 mm lang (Stad. I von Prof. Kallius),
gezeichnet nach einer Glasrekonstruktion.

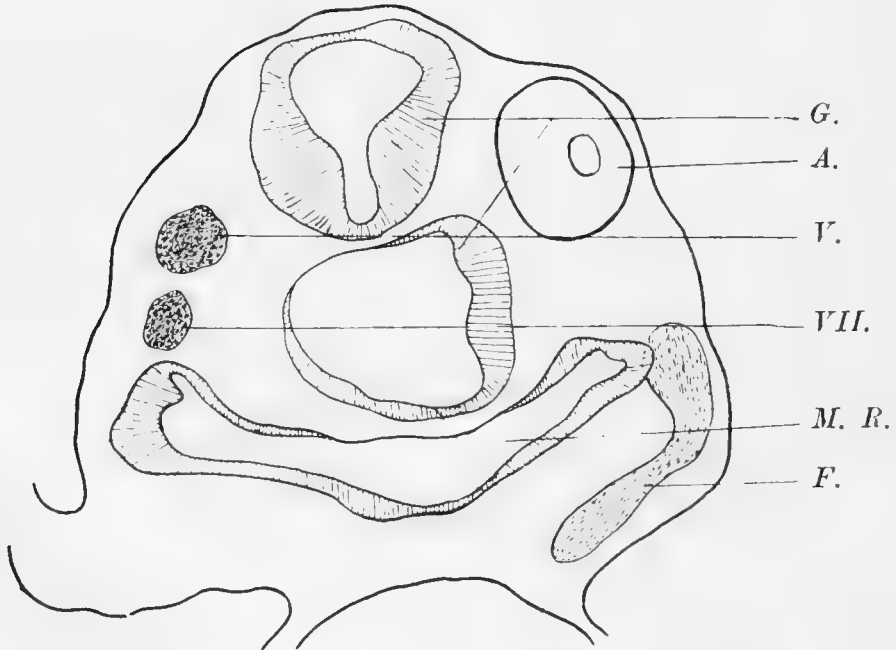
79fach vergrößert (um $\frac{1}{3}$ verkleinert).

Tr. Trigeminusmuskulaturanlage,

F. Facialismuskulaturanlage.

Bei dieser Zeichnung sind fünf Keimbogen deutlich.

Fig 2.



Muskelanlagen der Alyteslarve ca. 2,5 mm lang, gezeichnet nach einer
Glasrekonstruktion.

79fach vergrößert (um $\frac{1}{3}$ verkleinert).

G. Gehirn,

A. Auge.

V. Ganglion trigemini.

VII. Ganglion faciale,

M. R. Mundrachenraum,

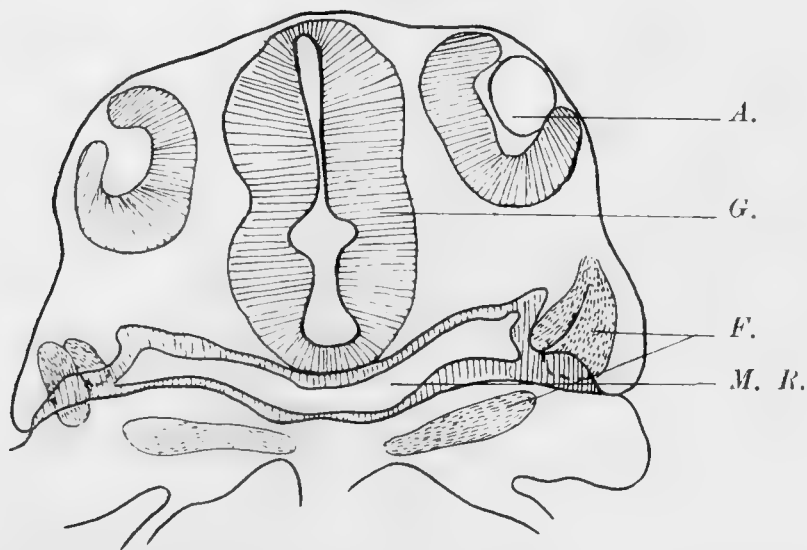
F. Facialismuskulaturanlage.

Der in die Muskelanlage eingetretene Nervus facialis endet mit einem verdickten Teile an der Epidermisverdickung der dorsalen Seite der ersten Schlundtasche.

Bei einer etwas älteren Larve, bei der die äusseren Kiemen schon stark reduziert sind, der Dottersack aber fast so gross ist, wie an dem ersten Stadium, ist die Muskelanlage an den proximalen und distalen Enden etwas verdickt. Der mittlere schmälere Abschnitt deutet schon die sich später vollziehende Trennung an. Das distale Ende erreicht nicht die Medianlinie der Larve (cf. Fig. 2).

Sobald die Anlage des Unterkieferknorpels deutlich geworden ist, beginnt sich das Muskelblastem des Facialis in zwei Portionen zu teilen. Die ventro-mediale liegt unter dem Mundrachenraum, die dorso-laterale an der lateralen Wand dieses Raumes. Letztere Portion trennt sich dann in eine oberflächliche und eine tiefe Schicht, die sich später auch durch die Richtung des Verlaufes der Muskelfasern von einander unterscheiden. Beide Schichten bilden beim fertigen Tiere den Musculus digastricus oder Musculus depressor maxillae inferioris (cf. Fig. 3.)

Fig. 3.

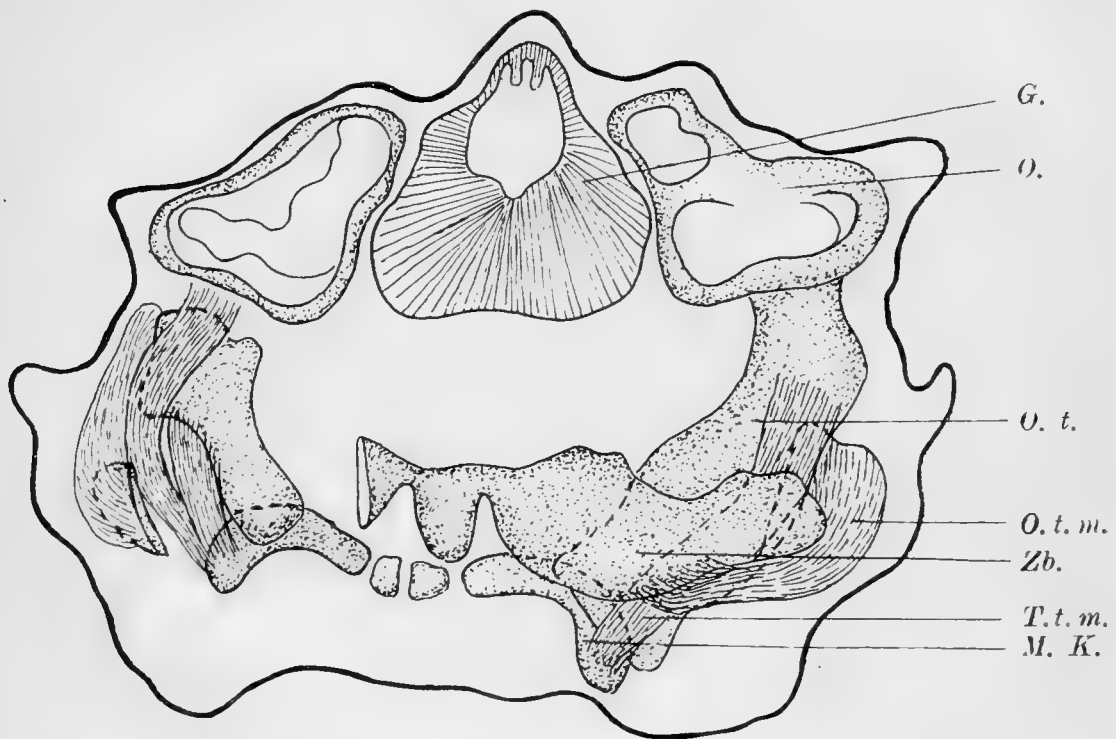


Muskelanlagen der Alyteslarve von ca. 3,5 mm (Stad. II von Prof. Kallius),
gezeichnet nach einer Glasrekonstruktion.

79fach vergrössert (um $\frac{1}{3}$ verkleinert). Bezeichnungen wie bei Fig. 2.

Bei älteren Stadien setzt die oberflächliche Schicht, die später von dem unteren Teil der Anlage des Os tympanicum entspringt und longitudinal von vorn nach hinten verläuft, an der lateralen Seite des vordersten Zungenbeinfortsatzes (Cornu hyale) an. Die tiefere Schicht, die teils von der unteren Seite des Anulus tympanicus, teils von der hinteren Seite der Anlage des Os tympanicum entspringt, verläuft mehr senkrecht von dorsal nach ventral und setzt sich an den seitlichen Abschnitt des Meckelschen Knorpels an. An dem Zungenbein hat sie, noch keine Insertion wie beim ausgebildeten Zustand, wenngleich sie dicht an ihm vorbeiläuft (cf. Fig. 4).

Fig. 4.

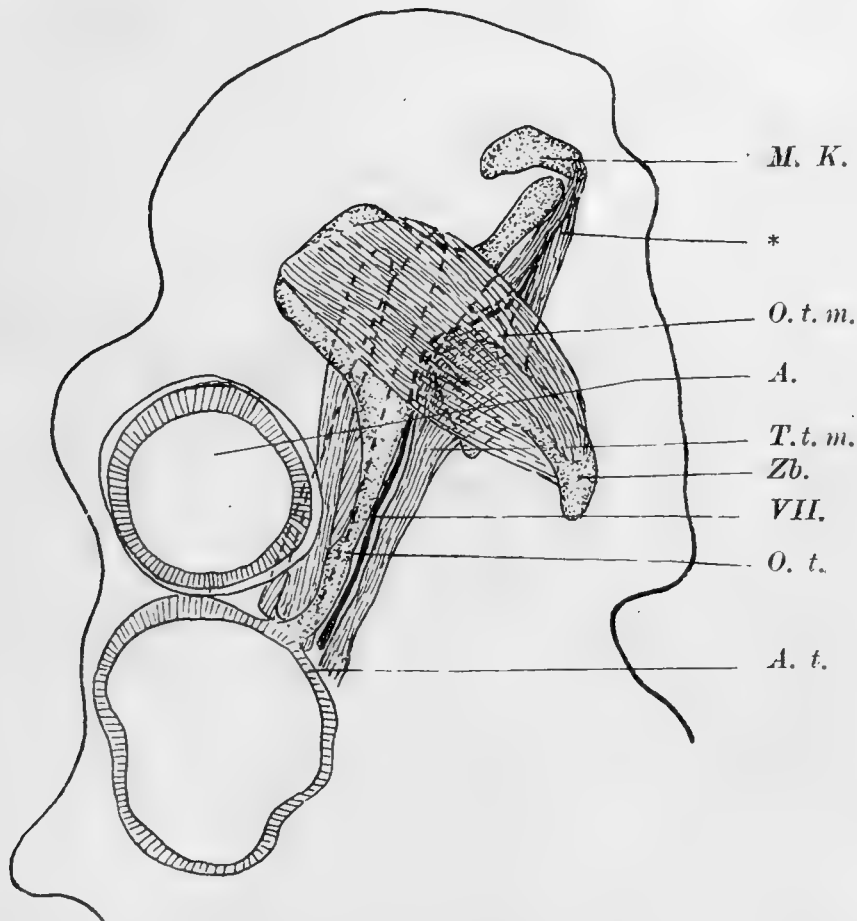


Muskelanlagen der Alyteslarve von ca. 9 mm (Stad. III von Prof. Kallius),
gezeichnet nach einer Glasrekonstruktion.
56fach vergrößert (um $\frac{1}{3}$ verkleinert).

- G. Gehirn, G. o. Gehörorgan.
O. t. Os tympanicum,
O. t. m. Oberflächlichste Schicht des M. tympano-maxillaris s. digastricus mandib.,
T. t. m. Tiefere Schicht desselben Muskels.
Zb. Vorderster Zungenbeinfortsatz.
M. K. Meckel'scher Knorpel.

In dem folgenden Stadium, in dem die Facialismuskulatur schon die Differenzierung des fertigen Tieres erkennen lässt, zeigt namentlich die tiefere Schicht eine weitgehende Veränderung. Die Muskelfasern, die bisher dicht am Cornu hyale vorbeizogen, haben dort einen Ansatz gefunden. Dadurch kommt eine Teilung in zwei getrennte Muskeln zustande. Der obere Teil bildet einen Abschnitt des *Musculus tympano-maxillaris*¹⁾

Fig. 5.



Muskelanlagen der *Alytes*larve von 12 mm (fast Stadium IV von Prof. Kallius), gezeichnet nach einer Glasrekonstruktion.

40fach vergrößert (um $\frac{1}{3}$ verkleinert).

- M. K. Meckel'scher Knorpel,
- * Ein noch nicht beschriebener der *Alytes*larve eigener Muskel (cf. Text),
- O. t. m. oberflächlichere, T. t. m. tiefere Schicht des *M. tympano-maxillaris*,
- A: Auge, Zb. vorderster Zungenbeinfortsatz,
- VII. N. facialis, O. t. Os tympanicum,
- A. t. Anulus tympani.

¹⁾ Obgleich der Muskel von dem gleichnamigen Muskel des Frosches verschieden ist, mag er doch diesen Namen beibehalten. 32*

s. depressor maxillae infer. Der untere Teil entspringt mit zwei Köpfen von dem Tympanicum und von dem Cornu hyale und setzt sich an den Meckelschen Knorpel an.

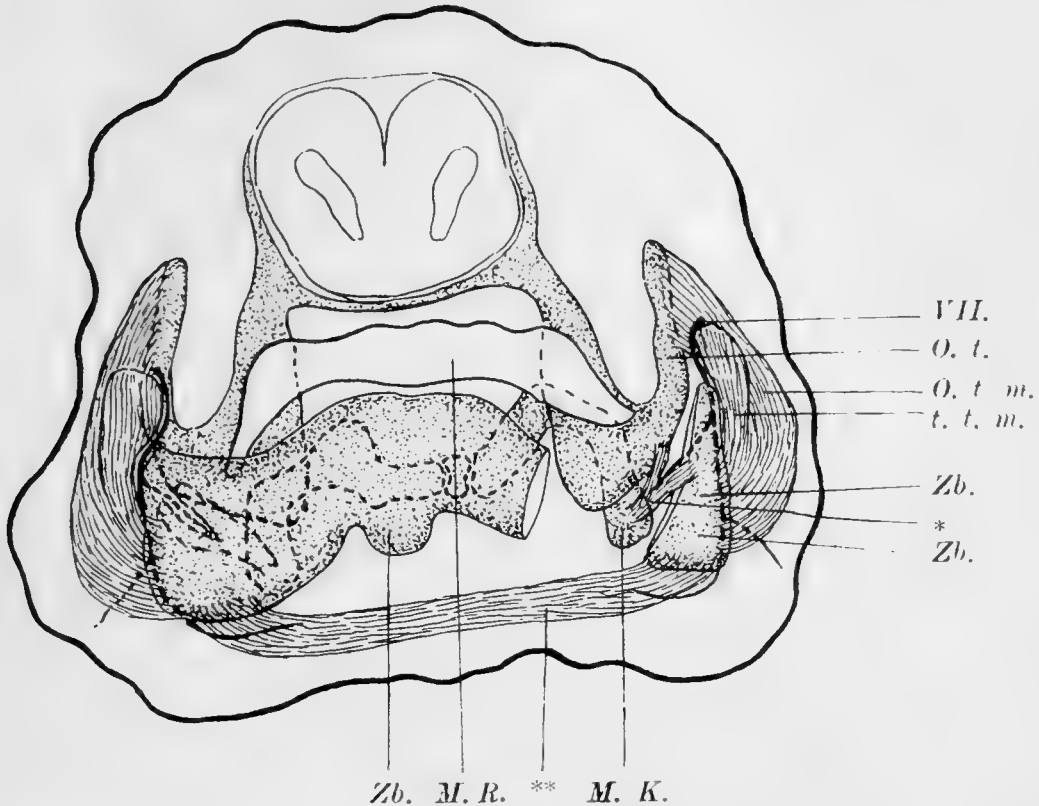
Die Muskelfasern, die an der ventralen Seite des Mundrachenraumes quer verlaufen, gewinnen an dem Cornu hyale Befestigungen und hängen beiderseits in der Medianlinie mit einander zusammen.

Mit der Differenzierung der Muskeln hängt die Ausbildung des Nervus facialis eng zusammen. In diesem Stadium verläuft er von der Anlage des Os tympanicum und von dem Teile der Facialismuskulatur, der von der unteren Seite des Anulus tympanicus entspringt, nach vorn und ventralwärts und teilt sich alsbald in mehrere Äste für die Schichten des Musculus tympano-maxillaris etc. und sendet einige dünne Zweige an die Haut.

Am besten erhalten wir Klarheit über die einzelnen Teile der Facialismuskulatur, wenn wir sie mit der übrigen Anuren, soweit sie da genauer untersucht ist, vergleichen.

1. Musculus tympano-maxillaris (Digastricus maxillae). Depressor maxillae infer. (Ecker, Ledebøer, Zenker) occipito-dorso-angulaire (Dugès) Vertebro-maxillaris (Volkman) entspringt bei Rana, Hyla, Cystignatus, Pipa mit zwei Köpfen: der eine kommt von der Fascia dorsalis, die die Scapula deckt, und sich median- und rückwärts über die Rückenmuskeln, nach vorn über den Petro-maxillaris erstreckt und sich an dem Os frontoparietale und tympanicum befestigt. Der andere Kopf kommt von dem hinteren oberen Arm des Os tympanicum und von dem hinteren und unteren Rand des knorpeligen Anulus tympanicus. Alsdann vereinigen sich beide Köpfe und inserieren an dem hinteren Winkel des Unterkiefers. Bei den untersuchten Alyteslarven finden sich dagegen zwei Muskeln, die meiner Meinung nach diesem Muskel entsprechen. Der tiefere, schmalere Muskel entspringt mit zwei Köpfen von

Fig 6.



Muskelanlagen der Alyteslarve von 14 mm (Zwischenstadium des IV und V von Prof. Kallius), gezeichnet nach einer Glasrekonstruktion.

40fach vergrößert (um $\frac{1}{3}$ verkleinert).

VII. N. facialis, O. t. Os tympanicum,

O. t. m. Oberflächlichere und t. t. m. tiefere Schicht des M. tympano-maxillaris.

Zb. Zungenbeinfortsatz, deren rechte Seite teils ausgeschnitten ist, um darunterliegende Gebilde besser zu sehen,

* und ** Noch nicht beschriebener, Alytes eigentümlicher Muskel.

M. K. Meckel'scher Knorpel.

M. R. Mundrachenraum.

der unteren Seite des Anulus tympanicus und von der hinteren Seite der Anlage des Os tympanicum: er setzt sich ventralwärts absteigend an dem Cornu hyale an. Der breite oberflächlichere Muskel entspringt von dem unteren Teile der Anlage des Os tympanicum und inseriert sich nach hinten verlaufend, mit dem vorigen vereint an dem Cornu hyale. Der tiefere Muskel entspricht bei Rana etc. dem vom hinteren und unteren Rande des knorpeligen Anulus tympanicus entspringenden Kopfe. Der oberflächlichere verhält sich aber durchaus anders als jener

zweite Kopf; bei *Alytes* fehlt der Teil, der sich von der *Fascia dorsalis* her entwickelt. Bronn hat den vom Schädel entspringenden Teil des Muskels mit dem *Cephalo-dorso-maxillaris* der Urodelen und mit dem *M. digastricus* des Menschen verglichen, während er den von der *Fascia dorsalis* entspringenden Teil als einen eigenen Muskel bestimmter Anurenformen auffasst. Dem kann ich mich durchaus anschließen. Bei *Alytes* entspricht meiner Anschauung nach der Muskel, der von der unteren Seite des *Anulus tympanicus* und von der hinteren Seite des *Os tympanicum* entspringt, dem Kopfe des Muskels bei *Rana* etc., der an dem entsprechenden Punkt seinen Anfang nimmt. Der Muskel aber, der ventral von der Anlage des *Os tympanicum* bei *Alytes* herkommt, wird als ein diesem Anur spezifischer Muskel aufzufassen sein.

2. Der *Musculus intermandibularis posterior* (*submaxillaris* [Ecker, Klein] *Mylohyoideus* [Stannius, v. Altena, Mayer] *Sous-maxillaire*, *Mylosternoideus* [Ledeboer, Collan, Zenker] *Mylohyoideus externus* [Volkmann]); entspringt bei Anuren als ein dünner, schmaler Muskel von dem knorpeligen Zungenbeinhorn in der unmittelbaren Nähe des Schädels und vereinigt sich mit einer vom Unterkieferknochen entspringenden Partie. In der Mittellinie hängt er durch einen Bindegewebsstreifen mit dem der anderen Seite zusammen. Dieser Muskel findet sich bei der *Alytes*larve gar nicht; dagegen existiert ein Muskel, der von der medialen Seite des *Cornu hyale* entspringt, quer medialwärts verläuft, und mit dem der anderen Seite in der Mittellinie zusammenhängt. Dieser Muskel differenziert sich aus der tieferen Schicht des *M. tympano-maxill. infer.* Ein *Musculus intermandibularis anterior* (*Mylohyoideus*) findet sich bei der *Alytes*larve nicht. Der Muskel, der zwischen beiden *Cornua hyalia* ausgespannt ist und die Muskelplatte des Mundbodens bildet, ist ein einheitlicher Muskel, der durch einen *Facialisast.* versorgt wird.

Ausserdem finden sich bei der Alyteslarve noch zwei kleine Muskeln. Der eine, der sich aus der tieferen Schicht des M. tympano-maxill-inferior. differenziert, entspringt mit zwei Köpfen von dem Cornu hyale und von der Anlage des Os tympanicum und setzt sich am Meckelschen Knorpel an. Er ist wohl ein sonst nicht vorkommender Muskel, der der Alyteslarve eigentümlich ist.

Der andere Muskel ist sehr schwach, seine Fasern entspringen von der Umgebung des Anulus tympanicus und strahlen in die Kiemenbogengegend ein. Leider konnte aber seine Innervierung nicht ermittelt werden.

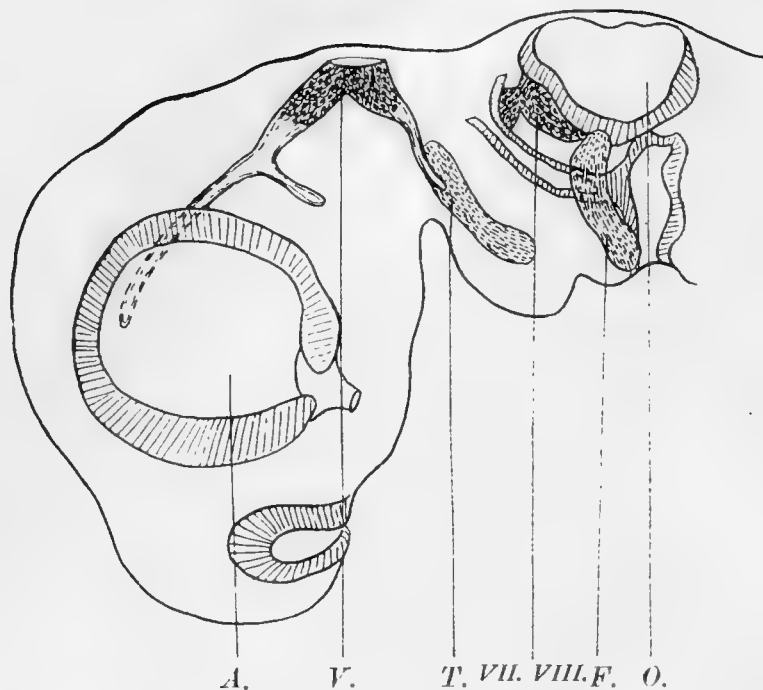
Verglichen mit anderen Anuren zeigt Alytes auch in der Differenzierung der Facialismuskulatur manche Unterschiede; ähnliches findet sich ja auch bei anderen anatomischen und embryologischen Verhältnissen dieses interessanten Anuren. Eine vom Facialis versorgte Hautmuskulatur fehlt vollkommen.

II. Reptilien.

Lacerta muralis.

Von den 15 verschiedenen Stadien, die mir von *Lacerta muralis* zur Verfügung standen, besass das jüngste bei ziemlich stark gekrümmtem Körper eine Länge von 3,5 mm. Bei ihm liegt das Facialismuskelblastem im zweiten Schlundbogen. Es besteht aus einem Haufen dichtgedrängter Zellen, die gegen die Umgebung scharf abgegrenzt sind. Eine Höhlung ist in ihnen nicht zu erkennen. Es ist nicht möglich, den Nervus facialis bis zu dieser Anlage hin zu verfolgen, sondern sein verdicktes distales Ende inseriert an der Epidermisverdickung der dorsalen

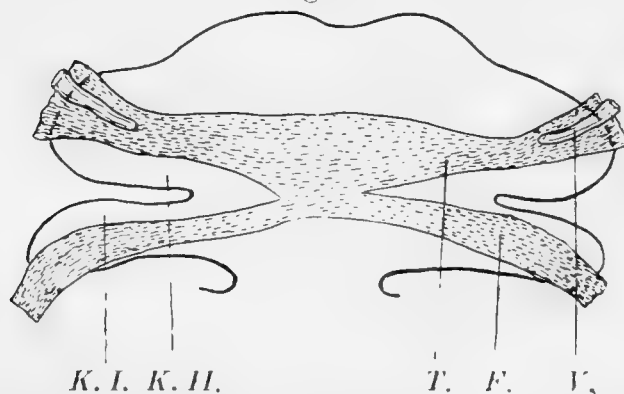
Fig. 7.



Sagittale Rekonstruktion einer Larve von *Lacerta muralis* von ca. 3,5 mm.
79fach vergrößert (um $\frac{1}{3}$ verkleinert).

- A. Auge,
V. N. trigeminus mit Ganglion trigemini,
T. Trigemini- und VII, VIII Muskulaturanlage,
VII, VIII. N. acustico-facialis mit dessen Ganglion,
F. Facialis- und O. Gehörblase.

Fig. 8.



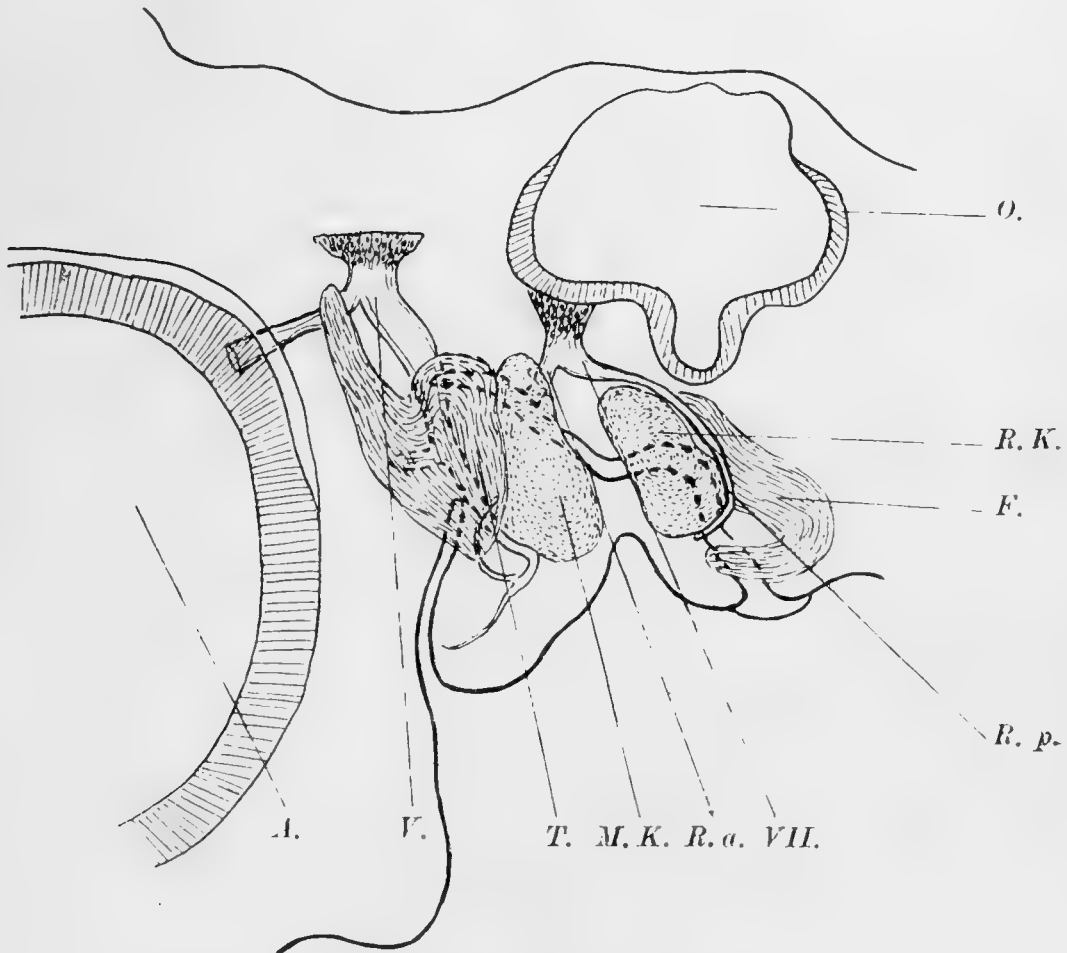
Die Muskelanlage der Trigemini- und Facialis- und Gehörblase der *Lacerta muralis*
von ca. 5 mm, gezeichnet nach einer Glasrekonstruktion.
79fach vergrößert (um $\frac{1}{3}$ verkleinert).

- K. I. Erste Kiemenbogen,
K. II. Zweite Kiemenbogen,
T. Trigemini- und F. Facialis- und O. Gehörblase,
V. N. trigeminus,

Seite der ersten Schlundspalte (Fig. 7). Sobald der Embryo etwas älter geworden ist, kann man eine Verschmelzung oder Annäherung der Facialismuskulaturanlage mit der der anderen Seite und der Trigeminiuskulatur nachweisen (Fig. 8).

Bei einem ungefähr 6 mm langen Embryo sind die Anlagen des Hyobranchialskelettes bereits deutlich geworden. Die Facialismuskulatur entspringt von der hinteren Seite der Zungenbein-

Fig. 9.



Die sagittale Rekonstruktion der *Lacerta muralis* von ca. 6 mm.
79fach vergrößert (um $\frac{1}{3}$ verkleinert).

- A. Auge,
 - M. K. Meckel'scher Knorpel,
 - VII. N. facialis,
 - R. a. R. anterior Facialis,
 - R. p. R. posterior Facialis,
 - R. K. Reichert'scher Knorpel.
- Die anderen Bezeichnungen wie bisher.

knorpel und verläuft nach hinten ventral. Ihr ventrales Ende hat sich beträchtlich nach vorn gewendet und deutet damit den Teil der Muskulatur an, der später gegen die untere Seite des Zungenbeinkörpers hin verläuft. Der Nervus facialis lässt einen vorderen und einen hinteren Ast erkennen (Fig. 9). Der vordere endet an der schon erwähnten Epidermisverdickung, der hintere Ast, der eigentliche Facialisstamm, verläuft in einem nach vorn und unten gerichteten Bogen direkt an der hinteren Seite der Anlage des Zungenbeinknorpels und an der vorderen Seite des primären Teiles der Facialismuskulatur ventralwärts.

Fig. 10.



Die sagittale Rekonstruktion von *Lacerta muralis* von ca. 7,5 mm. In einen etwas lateralen Schnitt eingezeichnet.

56fach vergrößert (um $\frac{1}{3}$ verkleinert).

VIII. Ganglion acusticum,

VII. Ganglion geniculi.

m. v. c. M. capito-dorso-clavicularis und M. capito-cleido-episternalis.

Die anderen Bezeichnungen wie bisher.

Bei einem Embryo von ca. 7,5 mm Länge (Fig. 10) ist die Facialismuskulatur schon ziemlich vollständig differenziert. Die Muskelfasern entspringen von der hinteren Seite der Gehörkapsel und von dem Zungenbeinbogen und strahlen dorsalwärts zum Teil in das Bindegewebe aus. Eine ventrale Partie verläuft nach hinten und ventral in die Zungenbeinbogen hinein.

Ein Teil dieser Muskelmasse geht zur unteren Seite des Unterkiefers und verbindet sich mit der der anderen Seite als *Musculus mylohyoideus*. Dem dorsalen und ventralen Teile der Muskulatur entsprechen die beiden Äste des *Facialis*. Dorsal von der Facialismuskulatur liegt ein tieferer Muskel, der vom *Vago-accessorius* und vom *Plexus cervicalis* versorgt wird, auf den zunächst hier nur hingewiesen sei, weil er bei höheren Wirbeltieren ziemlich enge Beziehungen zum *Facialis*gebiet hat.

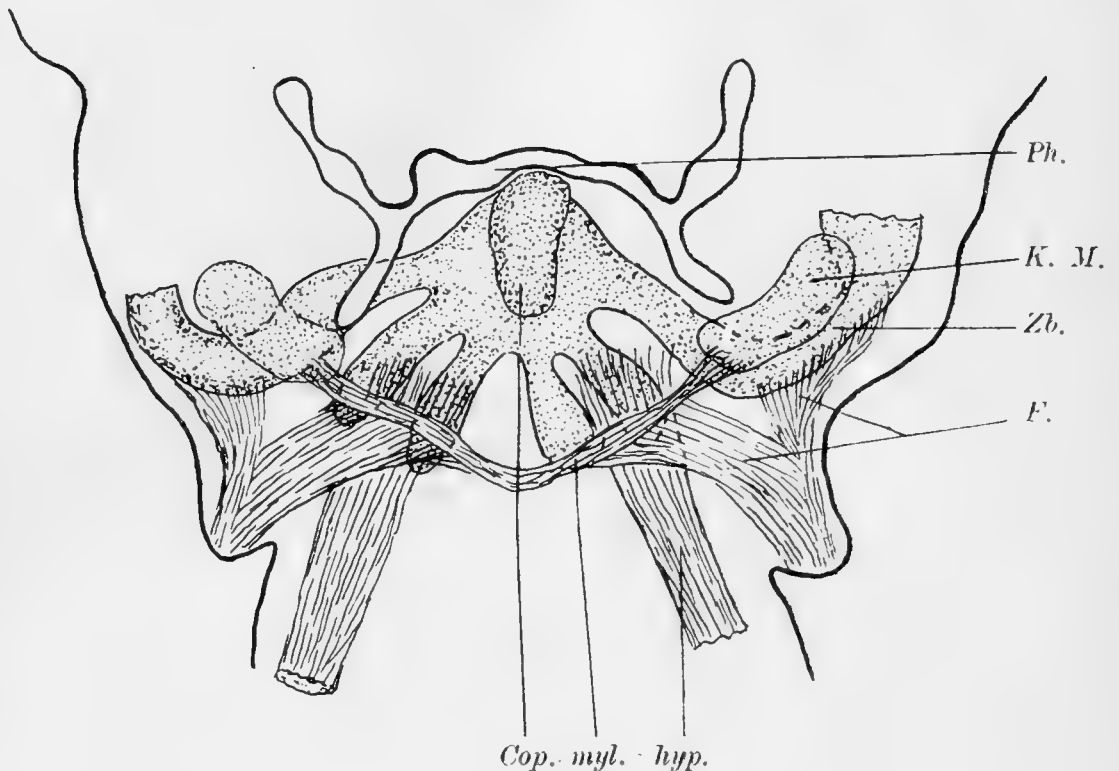
Die Facialismuskulatur lässt zwar schon jetzt zwei Schichten einigermaßen deutlich erkennen, eine vollständige Trennung wird aber erst bei einem etwas älteren Embryo durchgeführt (cf. Fig. 13 und 14).

Die oberflächliche Schicht der Facialismuskulatur entspringt von der dorsalen Aponeurose hinter der Gehörkapsel und verläuft nach hinten ventral und verliert sich dort im Bindegewebe. An ihrer ventralen Seite vereinigt sie sich mit dem Teile der Facialismuskulatur, der von dem lateralen Teil des Zungenbeinhornes entspringt, mit dem der anderen Seite in der Mittellinie zusammenhängt und gegen die ventrale Seite des Zungenbeinkörpers verläuft.

Die Richtung der Muskelfasern ist eine annähernd zirkuläre.

Die bedeutend dickere, tiefere Lage entspringt von der hinteren Fläche der Gehörkapsel, der *Columella* und dem Zungenbeinhorn, um nach hinten ventral zu verlaufen. Der hintere Teil ist durch die oberflächliche Schicht bedeckt, während der kraniale Teil über diese hervorragt. Der vorher erwähnte Muskel,

Fig. 11.



Frontalrekonstruktion von *Lacerta muralis* von ca. 6.1 mm.
56 fach vergrößert.

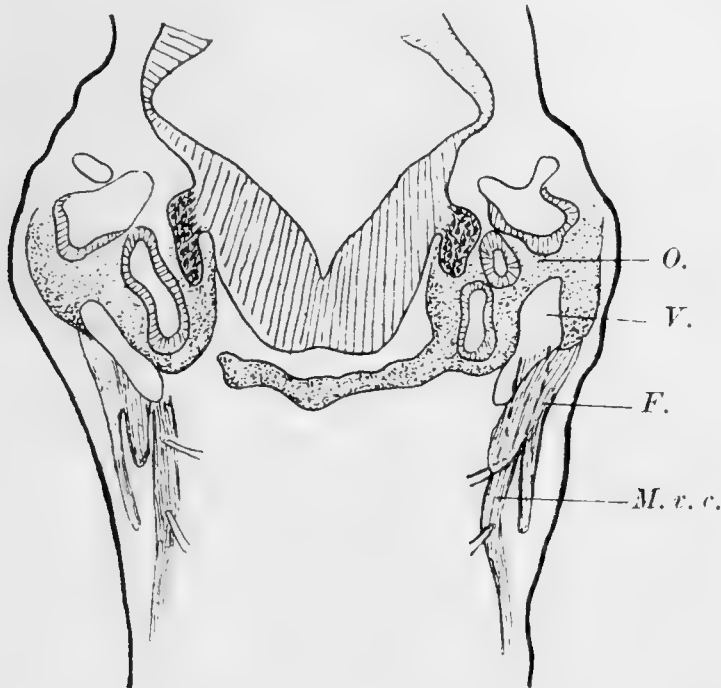
Zb. Cornu hyale,
hyp. Hypoglossusmuskel,
myl. *M. mylohyoideus*,
Cop. Copula.

der vom Vago-accessorius und von den Cervicalnerven versorgt wird, entspringt teils von der hinteren Seite der Gehörkapsel, teils von der dahinter liegenden Aponeurose, und verläuft unter der gesamten Facialismuskulatur nach hinten. Seine Muskelfasern laufen im vorderen Teil von vorn nach hinten, im mittleren dorso-ventralwärts, im hinteren wieder von vorn nach hinten. Hinten lässt der Muskel eine dorsale und eine ventrale Portion erkennen. Die ventrale Portion verläuft zum Schultergürtel hin, den sie nicht ganz erreicht, während die dorsale Portion an der dorsalen Aponeurose des Schultergürtels endet. Die Ausbildung des Nervus facialis entspricht der Differenzierung der Muskulatur.

Wenn der Embryo eine Länge von 8,5 mm erreicht hat, ist die Differenzierung der Muskulatur fast vollendet. (Fig. 15).

Die oberflächliche Schicht, die von der Fascia dorsalis kommt, hat sich ventral mit der der anderen Seite vereinigt.

Fig. 12.



Frontale Rekonstruktion der *Lacerta muralis* von ca. 6,1 mm.

56fach vergrößert (um $\frac{1}{3}$ verkleinert).

- F. Facialismuskulatur, die in eine oberflächliche und tiefe Schicht geteilt ist,
 M. v. c. M. capito-dorso-clavicularis und M. capito-cleido-episternalis,
 V. Kopfvene.

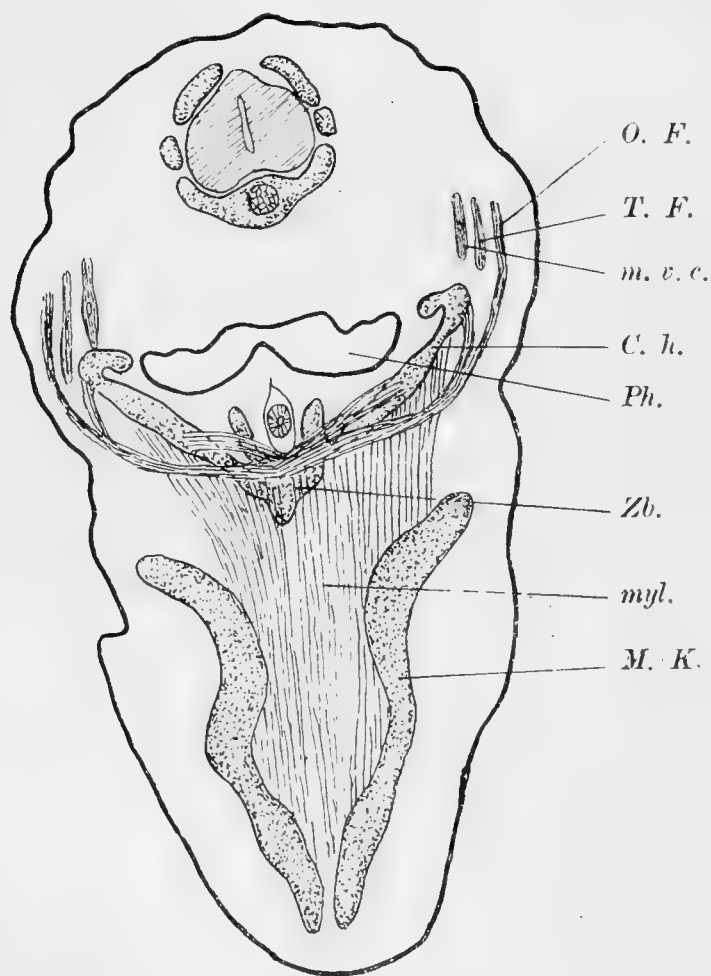
Ihr vorderes ventrales Ende ist mit dem hinteren Rande des Musculus mylohyoideus vereinigt. Die beiden tieferen Schichten der Muskulatur hängen jedoch in der Mittellinie nicht zusammen. Da ein Teil von ihr an dem lateralen Ende des Meckel'schen Knorpels inseriert, ist damit der Musculus parietomandibularis s. digastricus gebildet.

Der Muskel der Vagoaccessorius etc. Gruppe ist bedeutend grösser geworden und setzt sich mit einer ventralen Partie an dem ventralen Teile des Schlüsselbeines und mit der bedeutend nach hinten verlängerten dorsalen Partie an die dorsale Fascie

an. Mit dem Halsteil der Facialismuskulatur hat der Muskel keine Beziehung, diese gewinnt er erst bei den Vögeln.

: Dadurch, dass der Muskelteil des Facialis, der zum Gehörapparat Beziehung hat, selbständig wird und Insertionspunkte an der Columella, am vordersten Zungenbeinfortsatze und am Processus exoccipitalis gewinnt, kommt es zu wohl differenzierten Muskeln, die nacher noch genauer beschrieben werden sollen (cf. Fig. 17).

Fig. 13.

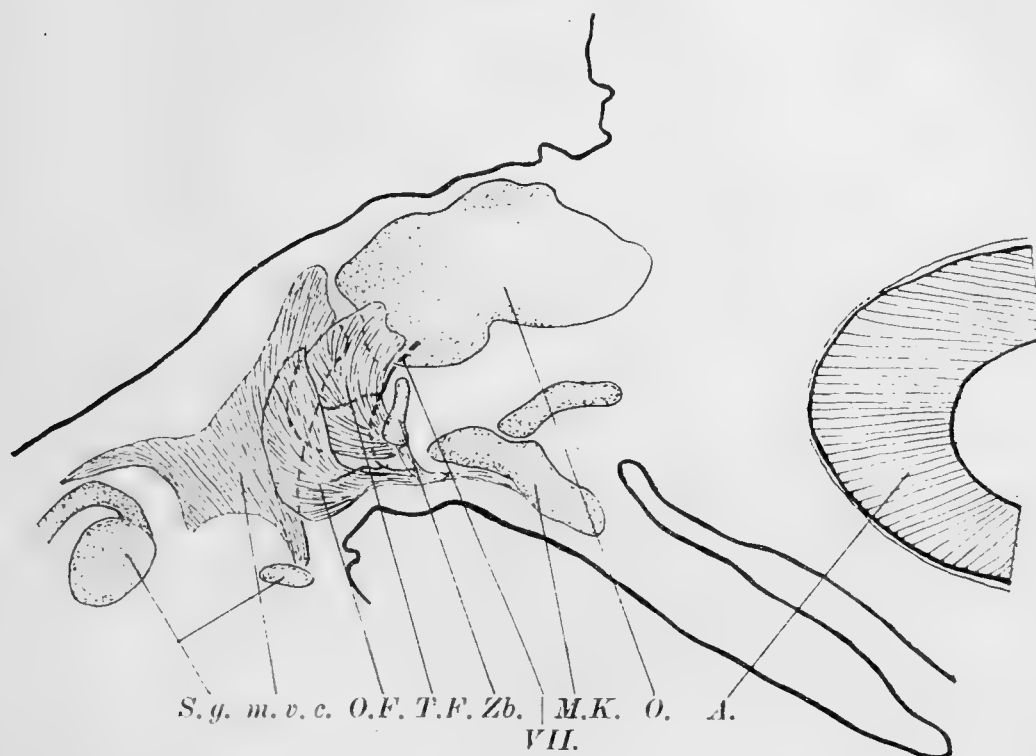


Frontalrekonstruktion von *Lacerta muralis* von ca. 6,5 mm.
56fach vergrössert (um $\frac{1}{3}$ verkleinert).

- O. F. Oberflächliche Schicht der Facialismuskulatur,
T. F. Tiefe Schicht der Facialismuskulatur,
M. v. c. M. capito-dorso-elavicularis und M. capito-cleido-episternalis mit N. vago-accessorius.
Ph. Pharynx,
C. h. Cornu hyale,
Zb. Zungenbeinkörper,
myl. M. mylohyoideus.

Jetzt sollen die einzelnen Teile der Facialismuskulatur wieder, wie bisher, eingehend beschrieben werden. Ich folge der Nomenklatur von Bronn, die allerdings teilweise sehr mangelhaft genannt werden muss, weil die Innervationsverhältnisse nicht genügend berücksichtigt sind.

Fig. 14.



Die sagittale Rekonstruktion der *Lacerta muralis* von fast gleicher Grösse wie die vorige. In einen sagittalen Schnitt eingezeichnet.
56fach vergrössert (um $\frac{2}{5}$ verkleinert).

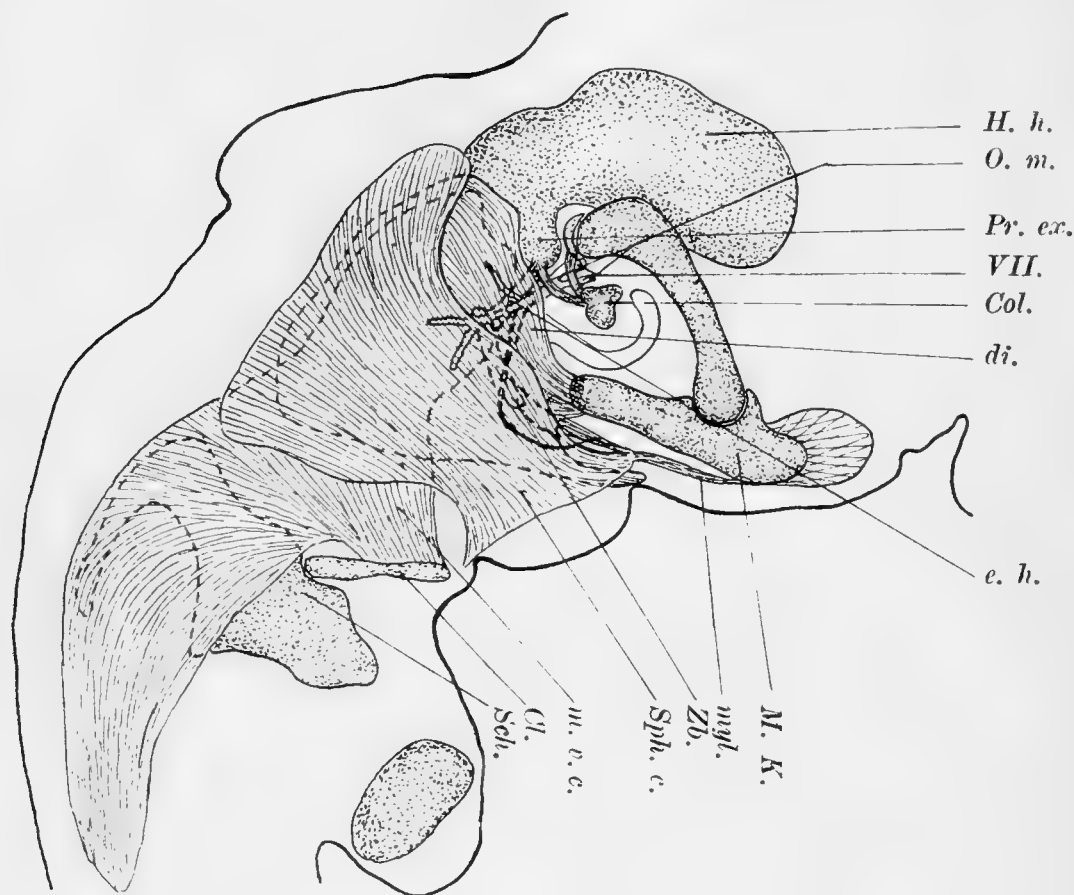
M. v. c. M. capito-dorso-clavicularis und M. capito-eleido-episternalis.
S. g. Schultergürtelknorpel.

1. Musculus parieto-mandibularis sive digastricus

(Depressor mandibulae)

entspringt von der hinteren Seite der Gehörkapsel und setzt an dem proximalen Teil des Unterkieferknochens an. Es ist bei weitem nicht so stark wie beim Vogel entwickelt. Mit dem Digastricus der höheren Wirbeltiere ist er sicher zu homologisieren.

Fig. 15.



Sagittale Rekonstruktion von *Lacerta muralis* von 8,5 mm. In einen etwas lateralen sagittalen Schnitt eingezeichnet.

56fach vergrößert (um $\frac{1}{2}$ verkleinert).

- H. h. Hinterhauptbein mit Gehörkapsel,
 O. m. Ohrmuskeln,
 P. ex. Processus exoccipitalis.
 Col. Columella,
 di. *M. digastricus* s. *parietali-mandibularis*.
 e. h. Muskel, der vom *Pr. exoccipitalis* zum *Cornu hyoidale* zieht,
 Sph. c. *Sphincter colli* oder oberflächliche Schicht des *Facialismuskulatur*,
 M. v. c. *M. capito-dorso-clavicularis* und *M. capito-cleido-episternalis*,
 Cl. *Os claviculare*,
 Sch. Schulterblatt.

2. *Musculus sphincter colli.*

Bronn hat diesen Muskel als einen Teil des *Musculus mylohyoideus* beschrieben. »Die am meisten nach hinten gelegenen Fasern (des *Mylohyoideus*) entspringen nicht von dem Unterkiefer, sondern von der Fascie der oberflächlichen Nacken-

muskeln. In der Tat hängt der Halsteil der Facialismuskulatur mit dem Mylohyoideus zusammen. Aber dieser Zusammenhang kann nicht primär sein, wie die Entwicklung und die Innervation ergibt, da der Mylohyoideus vom Trigemini innerviert wird. Der Sphincter colli entspringt als sehr flacher Muskel von der Fascia dorsalis und hängt ventral mit der gleichen Muskulatur der anderen Seite zusammen. Er ist aber nur der oberflächlichen Schicht des gleichnamigen Muskels der Ente und des Sperlings zu vergleichen. Seine tiefere Schicht ist dem M. capito-dorso-clavicularis (cucullaris) und dem M. capito-cleido-episternalis (episterno-cleido-mastoideus) zu vergleichen, die ebenso von dem Vagoaccessorius und von Cervicalnerven versorgt werden.

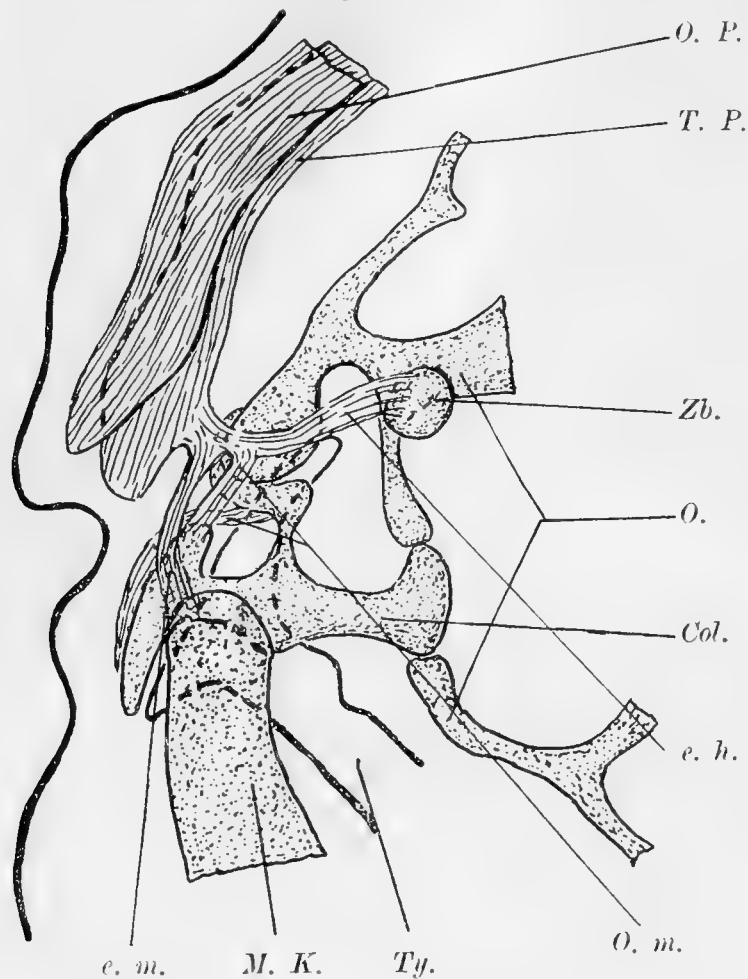
Ausser diesen von Bronn allein zur Facialismuskulatur gerechneten Muskeln gibt es aber meiner Untersuchung nach noch weitere Muskeln, die vom Facialis innerviert werden.

Ein Muskel entspringt von dem lateralen Teile des ersten Zungenbeinfortsatzes und verläuft ventralwärts, um in der Medianlinie mit der ventralen Seite des Zungenbeinkörpers zusammenzutreffen. Sein vorderes Ende hängt mit der vorderen Seite des Platysma zusammen, mit dem er wohl genetisch vereint werden muss.

Der zweite Muskel entspringt von dem Processus exoccipitalis und geht zu dem distalen Ende des vordersten Zungenbeinfortsatzes. Bei einem 8,5 mm langen Embryo ist der erste Zungenbeinfortsatz von der Gehörkapsel und dem Hinterhauptbein ziemlich entfernt, mit dem Zungenbeinkörper kontinuierlich verbunden. In späteren Stadien ist er aber bis zur Gehörkapsel hin zu verfolgen, während sein mittlerer Teil sich zurückbildet und dann der proximale Abschnitt nur durch den Muskel mit dem Zungenbein in Verbindung steht. (M. stylohyoideus?)

Zwei andere Muskeln haben besondere Beziehung zum Gehörapparat.

Fig. 16.



Frontale Rekonstruktion einer *Lacerta muralis* von 8,9 mm.
79fach vergrößert.

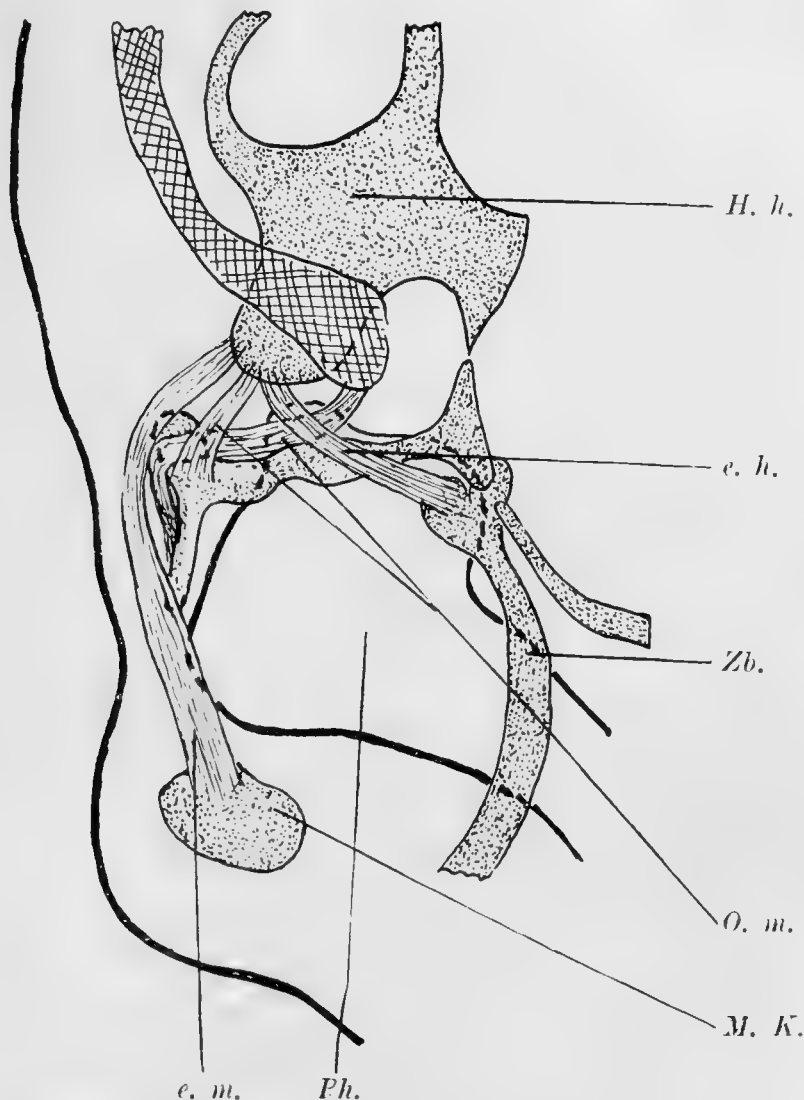
- O. P. Oberflächliche Schicht des Platysma,
 T. P. Tiefe Schicht des Platysma.
 Zb. Cornu hyoid.,
 e. h. Muskel, der vom Pr. exoccipitalis zum Cornu hyoid. zieht,
 Ty. Paukenhöhle,
 e. m. Muskel, der vom lateralen Seite des Pr. exoccipitalis zum Meckel'scher Knorpel zieht.

Einer von ihnen entspringt dicht an dem Ursprung des vorigen Muskels am Proc. exoccipitalis, verläuft fast horizontal von hinten medial, nach vorn lateral, um an der Columella zu enden. Der andere entspringt von der hinteren Seite der Gehörkapsel und verläuft transversal (medial-lateral) und setzt am proximalen Ende der Columella ventralwärts umbiegend an der lateralen Seite dieses Skelettstückes an. So bildet er zum Teil die hintere Wand des Gehörgangs.

Ob die von Killian bei Krokodilen beschriebenen Ohrmuskeln sich in ihrer Umlagerung und Entwicklung ähnlich verhalten, konnte bei dem mir zur Verfügung stehenden Material von der Eidechse nicht festgestellt werden.

M. capito-dorso-clavicularis (*cucullaris*) und *M. capito-cleido-episternalis* werden vom Vagoaccessorius versorgt. Bei *Lacerta*

Fig. 17.



Frontale Rekonstruktion einer *Lacerta muralis* von 8.7 mm.
79fach vergrößert.

H. h. Hinterhauptbein,

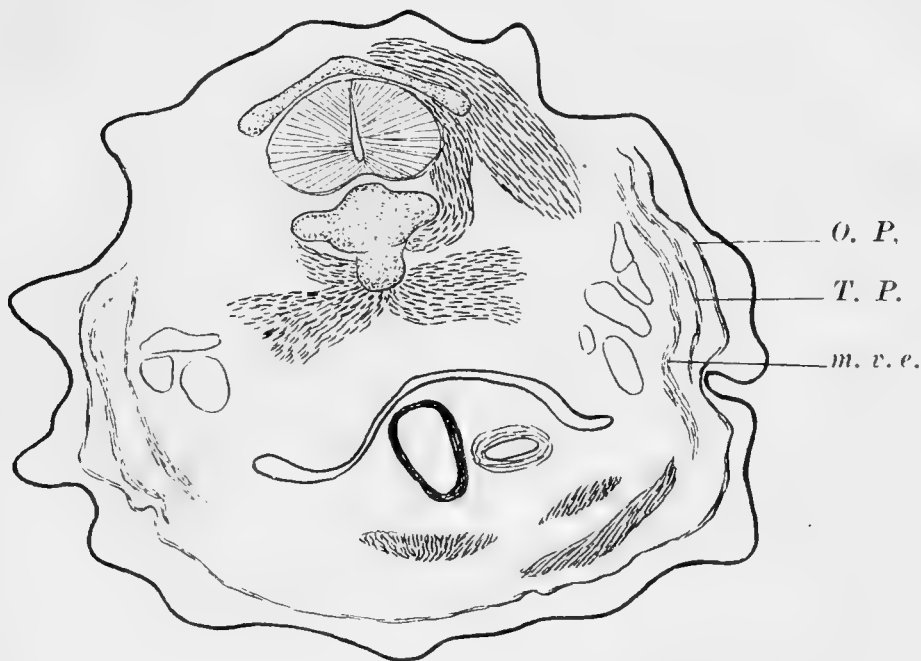
e. h. Muskel, der vom Pr. exoccipitalis zum Cornu hyoid. zieht,

e. M. Muskel, der, vom anderen Teile des *M. digastricus* getrennt, vom lateralen Seite des Pr. exoccipitalis zum Meckel'schen Knorpel zieht.

Bezeichnungen wie vorher.

bilden sie eine fast einheitliche Schicht, die nur im hinteren Teile eine leise Andeutung von Trennung ihrer Fasern zeigt. Ihr vorderer Abschnitt ist von dem *M. sphincter colli* und *depressor mandibulae* (*Digastricus*) bedeckt, während sie in ihrem hinteren Abschnitt frei unter der Haut und auf dem vorderen Teile des *M. latissimus dorsi* liegen. Die Fasern verlaufen hauptsächlich longitudinal und zeigen ein ganz ähnliches Verhalten in Bezug zum *Sphincter colli*, wie bei der Ente und dem Sperling, von dem sie allerdings bei der Eidechse ganz deutlich zu trennen sind.

Fig. 18.



Der Querschnitt durch den Hals einer *Lacerta muralis* von ca. 32 mm
(sehr stark gekrümmt).

56fach vergrößert (um $\frac{1}{3}$ verkleinert).

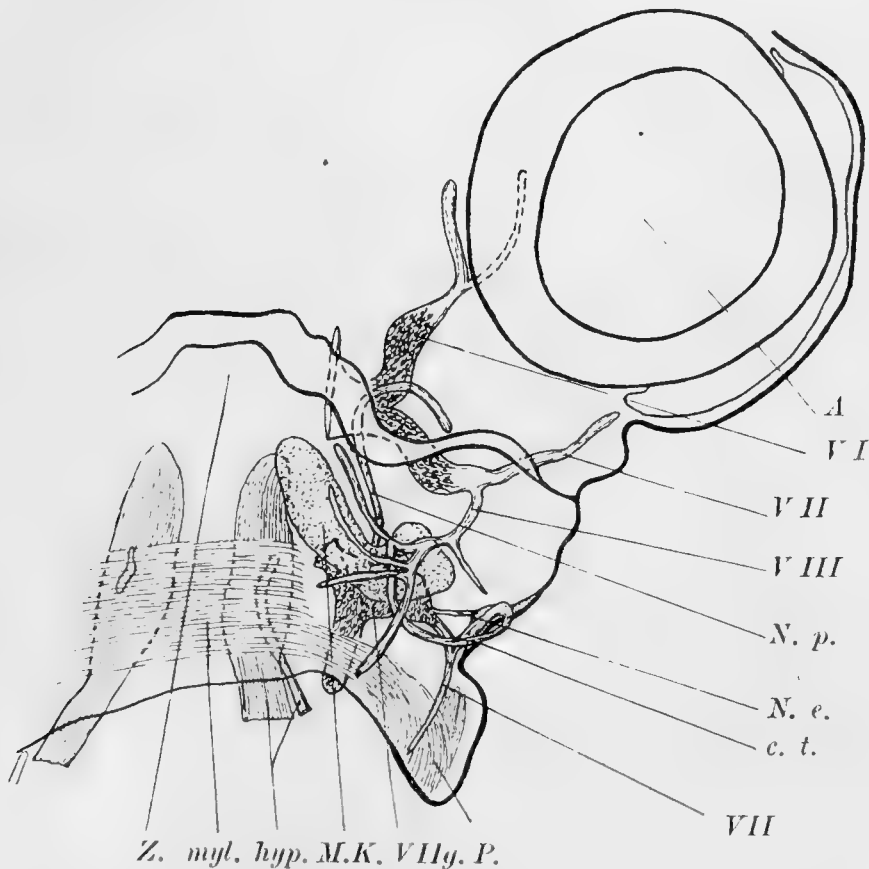
O. P. u. T. P. Oberflächliche und tiefe Schicht des *Sphinctercolli*,

M. v. e. *M. capito-dorso-clavicularis* und *M. capito-cleido-episternalis*.

Vom *Nervus facialis* sei nur die *Chorda tympani* genauer beschrieben. Bei einem Embryo von 5,6 mm verläuft dieser Ast an der medialen, dorsalen Seite des Unterkiefers und an der lateralen Seite des *M. hyoglossus* gegen den Zungenrücken. Es scheint, dass er auch in die Zunge eintritt, nachdem er an

der Zungenwurzel mit dem Unterkieferast des Trigemini sich verbunden hat. Bei einem etwas älteren Embryo (11.3 mm) (Fig. 20) ist der Knochen des Unterkiefers bereits gebildet und damit die Chorda in seinen Knochenkanal eingeschlossen. Sie läuft am Quadratum entlang nach unten, tritt in ein Loch des Unterkieferknochen ein und geht an die mediale Seite des Meckel'schen Knorpels, biegt dann im Knochenkanal nach vorn um

Fig. 19.



Frontale Rekonstruktion einer *Lacerta muralis* von 5.6 mm.
56fach vergrößert (um $\frac{2}{5}$ verkleinert).

- | | |
|----------------|---|
| A. | Auge, |
| VI. VII. VIII. | Ramus primus, secundus und tertius nervi trigemini, |
| N. p. | N. palatinus, |
| N. e. | N. epibranchialis, |
| c. t. | Chorda tympani, |
| VII. | Facialisstamm, |
| P. | Platysma, |
| VII g. | Ganglion geniculi, |
| hyp. | Hypoglossusmuskel mit N. hypoglossus, |
| Z. | Zunge. |

und verbindet sich mit dem Unterkieferast des Trigeminus. Von diesem Unterkieferast des Trigeminus wird aber kein Zweig — entgegen den Angaben von J. A. Fischer — in die Zunge abgegeben. Nachdem dieser Trigeminuszweig die Chorda empfangen hat, gibt er drei Hauptäste ab, der eine geht zur Haut der Kinngegend, der zweite zum M. mylohyoideus und der dritte zur Alveolargegend des Unterkiefers. Ganz ähnlich sind die Verhältnisse bei den Vögeln.

III. Vögel.

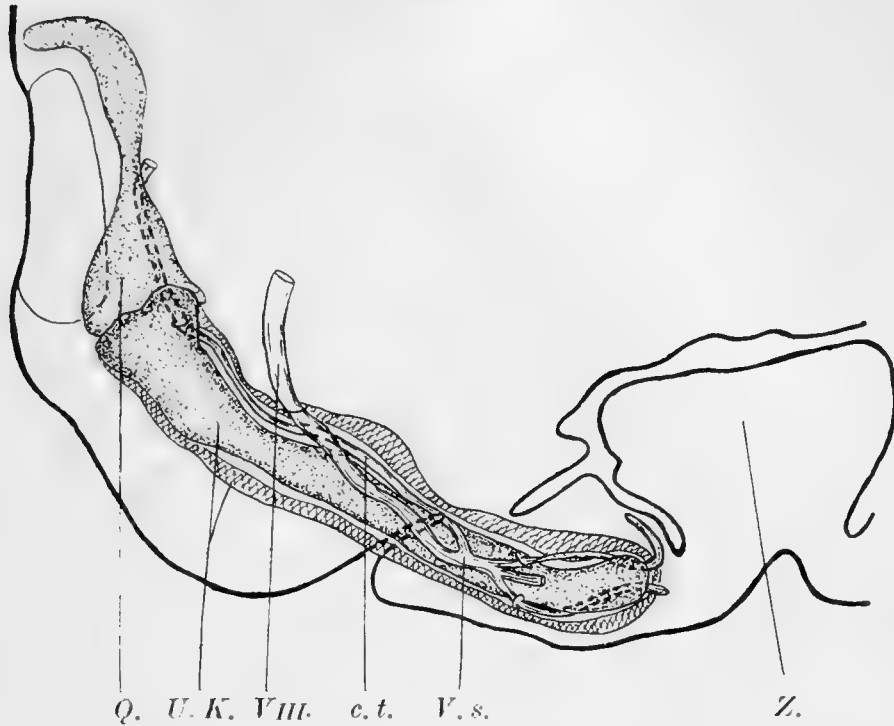
A. Sperling.

In dem Material, das mir Herr Professor Kallius gab, waren vom jüngsten Embryo bis zum neugeborenen Tier alle wünschenswerten Stadien enthalten. Die erste Anlage der Facialismuskulatur fand sich bei einem Embryo von 5 mm Länge. Die Schlundbogen sind wohl entwickelt, aber von Skelettteilen ist noch nichts zu bemerken. Der Nervus facialis endet mit einem verdickten Ende an der Epidermisverdickung der dorsalen Seite der ersten Schlundtasche. Auch hier gehen die Zellen des Nerven ohne Abgrenzung in die Epidermiszellen über (cf. Froriep).

Die deutlich abgegrenzte Muskelanlage des Facialis liegt ausschliesslich im zweiten Schlundbogen und zwar an der lateralen Seite der Arterie. Der Nerv scheint noch nicht ganz bis in die Muskelanlage hineingewachsen zu sein.

Bei einem Embryo von ca. 3,5 mm grösster Länge ist die Facialismuskulatur bedeutend verlängert und geht im zweiten Schlundbogen bis an die Wurzel der Zungenanlage. Sie hängt

Fig. 20.



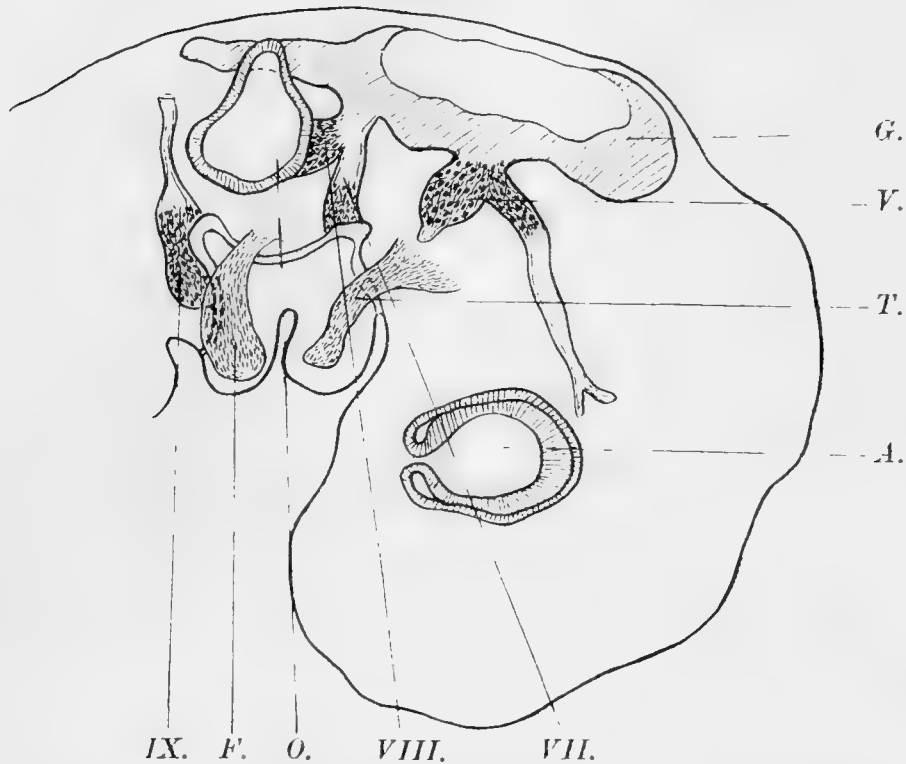
Frontale Rekonstruktion einer *Lacerta muralis* von 11.3 mm.
56fach vergrößert (um $\frac{1}{3}$ verkleinert).

- Q. Os quadratum.
 U. K. Unterkieferknochen und Knorpel,
 VIII. Unterkieferast des N. trigeminus.
 V. s. Vereinigungsstelle der Chorda tympani mit R. tertius N. trigemini.
 Bezeichnungen sonst wie vorher.

bereits mit der Anlage der anderen Seite und der Trigemini-
 muskulatur zusammen (cf. Kallius). Auch jetzt noch ist der
 Zusammenhang der Facialisanlage mit dem myogenen Gewebe
 noch nicht deutlich. Er ist immer noch mit der Epidermis wie
 bisher verschmolzen.

Bei einem etwas älteren Embryo verdickt sich der nach
 der Zunge hin gelegene Teil der Muskelanlage, während das
 Verbindungsstück mit dem proximalen Teil der Muskelmasse
 beträchtlich verdünnt erscheint. (cf. Figur 4). Der Nervus
 facialis ist von der lateralen Seite durch den proximalen Teil
 des Muskelblastem zur medialen Seite getreten und verläuft
 dicht unter dem Blastem peripherewärts.

Fig. 21.



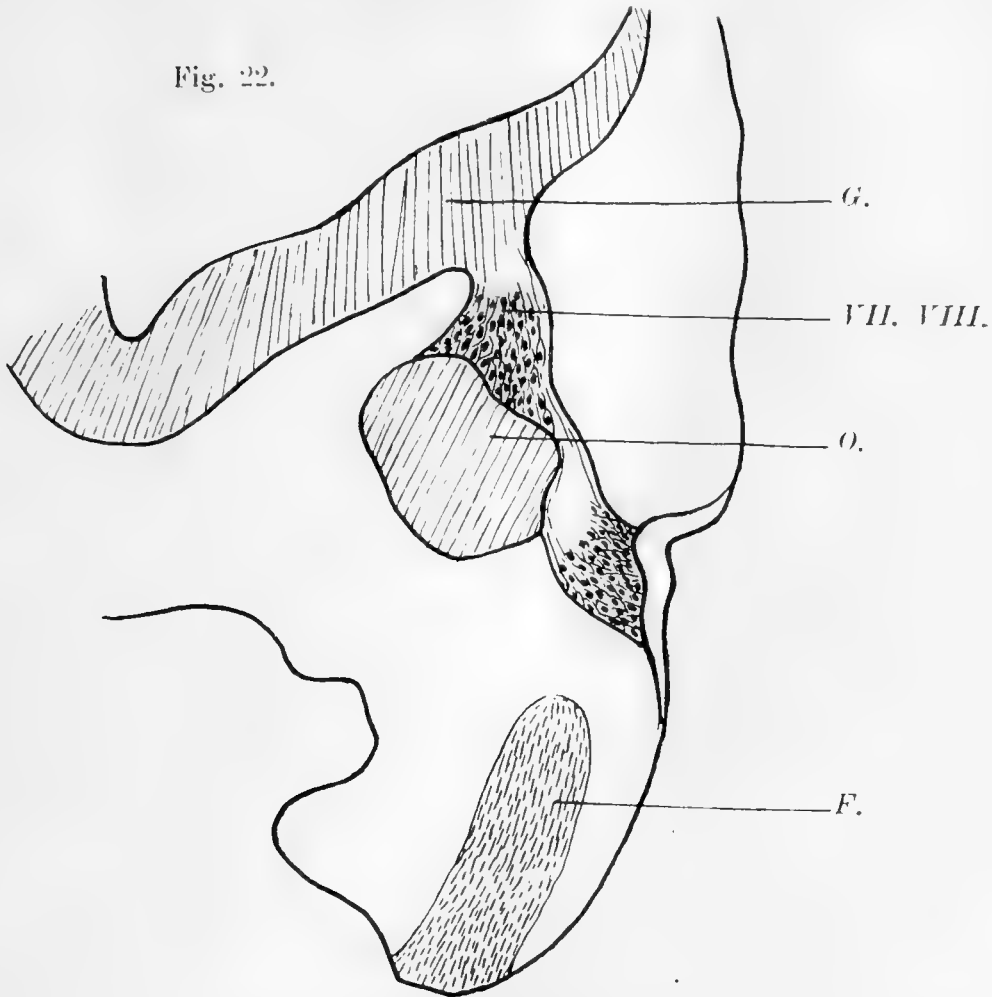
Sagittal-Rekonstruktion eines Sperlingembryo von 5 mm Körperlänge.
56 fäch vergrößert (um $\frac{1}{3}$ verkleinert).

- | | |
|-------|--|
| G. | Gehirn, |
| V. | N. trigeminus, |
| T. | Die Anlage der Trigemini-
muskulatur, |
| A. | Auge, |
| VII. | N. facialis, |
| VIII. | Nervus und Ganglion-
acusticum, |
| O. | Gehörblase, |
| F. | Die Anlage der Faciali-
smuskulatur, |
| IX. | N. glossopharyngeus. |

Diese Beziehung des Nerven zu dem Muskelblastem scheint mit der Differenzierung des *Musculus stapedius* zusammenzuhängen.

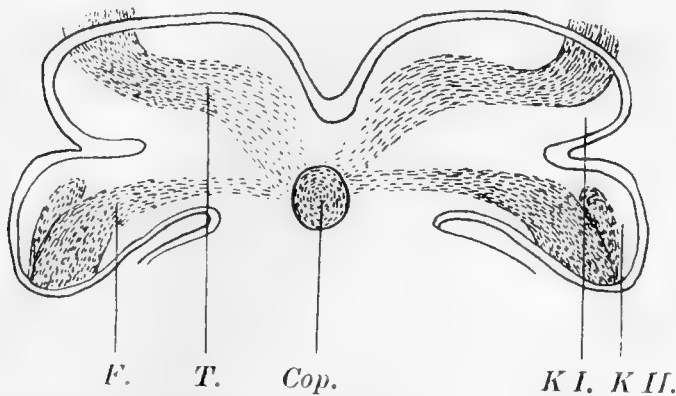
Beim Embryo von 8,5 grösster Länge sind die Unterkiefer- und Zungenbeinknorpel deutlich angelegt. Mit ihnen beginnt jetzt das Muskelblastem einen Zusammenhang zu gewinnen. In ganzen ist die Facialismuskulatur noch einheitlich. Doch kann man schon den zur Zungenanlage hin verlaufenden Teil als Anlage des *M. hyomandibularis medialis* und *lateralis*, den am

Fig. 22.



Frontale Rekonstruktion eines Sperlingembryo von ca. 4 mm Körperlänge.
86 fach vergrößert (um $\frac{1}{3}$ verkleinert).
Bezeichnungen wie vorher.

Fig. 23.



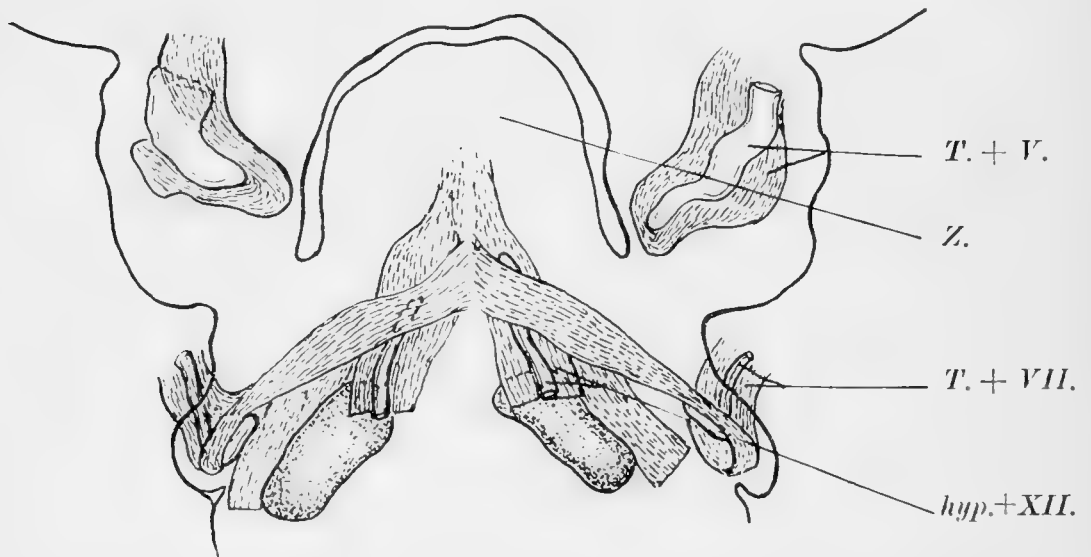
Frontale Rekonstruktion des Sperlingembryo von ca. 5 $\frac{1}{2}$ mm.
40 fach vergrößert.

- K I. K II. Erster und zweiter Kiemenbogen,
Cop. Copula,
T. Die Anlage der Trigeminusmuskulatur,
F. Die Anlage der Facialismuskulatur.

Zungenbein und Unterkieferknorpel ansetzenden Teil als *Musculus digastricus* und den am Halse herabsteigenden Teil als Anlage des *Subcutaneus colli* erkennen.

Der *M. stapedius*, der aus dem vorher erwähnten proximalen Teil der *Facialismuskulatur* entsteht, ist sogar schon ziemlich deutlich differenziert. Er liegt an der dorsalen Seite der übrigen *Facialismuskulatur* und zieht grösstenteils an der medialen Seite des *Facialisstammes* nach hinten medial und endet dicht an der *Carotiswand*. Der *Nervus facialis* ist bedeutend verlängert. Sein peripherisches Ende ist in zwei Äste (einen vorderen und hinteren) geteilt. Der vordere versorgt den

Fig. 24.



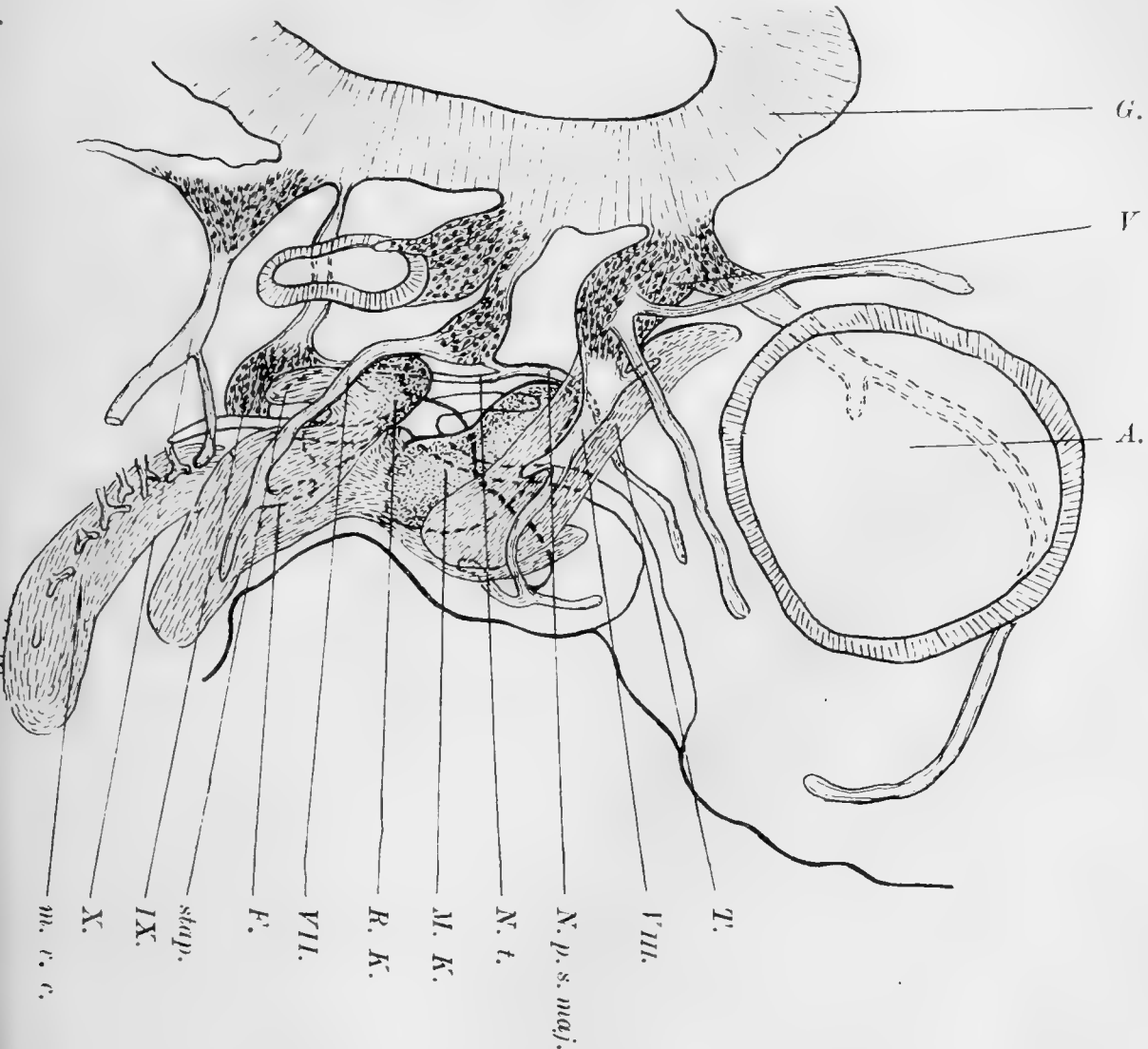
Frontale Rekonstruktion des Sperlingembryo von ca. 5 mm Körperlänge.
56fach vergrössert (um $\frac{1}{4}$ verkleinert).

- T. + V. Die Anlage der Trigemini-muskulatur mit N. trigemius,
Z. Zunge,
F. + VII. Die Anlage der Facialismuskulatur mit N. facialis,
Hyp. + XII. Hypoglossusmuskulatur mit N. Hypoglossus.

Teil der *Facialismuskulatur*, der nach der *Zungenwurzel* hinzieht, der hintere den Halsteil. Ausserdem geht von dem ventralen distalen Ende des *Ganglion geniculi* ein Ast über die dorsale Seite der ersten *Schlundspalte* nach dem *Oberkieferfortsatz*. Noch ist er nicht mit dem zweiten Ast des *Trigeminus*

verbunden, dagegen hat er eine Anastomose mit einem Ast aus dem Ganglion des Glossopharyngeus. Er entspricht zweifellos dem Nerv. petrosus superficialis major (und N. tympanicus). Ein anderer Ast geht aus dem proximalen Teil des Facialisstammes an der medialen Seite des Meckelschen Knorpels

Fig. 25.



Sagittale Rekonstruktion des Sperlingembryo von 8,5 mm Körperlänge.
56fach vergrößert.

N. p. s. maj. N. petrosus superficialis major.

Bezeichnungen sonst wie vorher.

stap. M. stapedius.

IX. N. glosso-pharyngeus.

X. N. vago-accessorius.

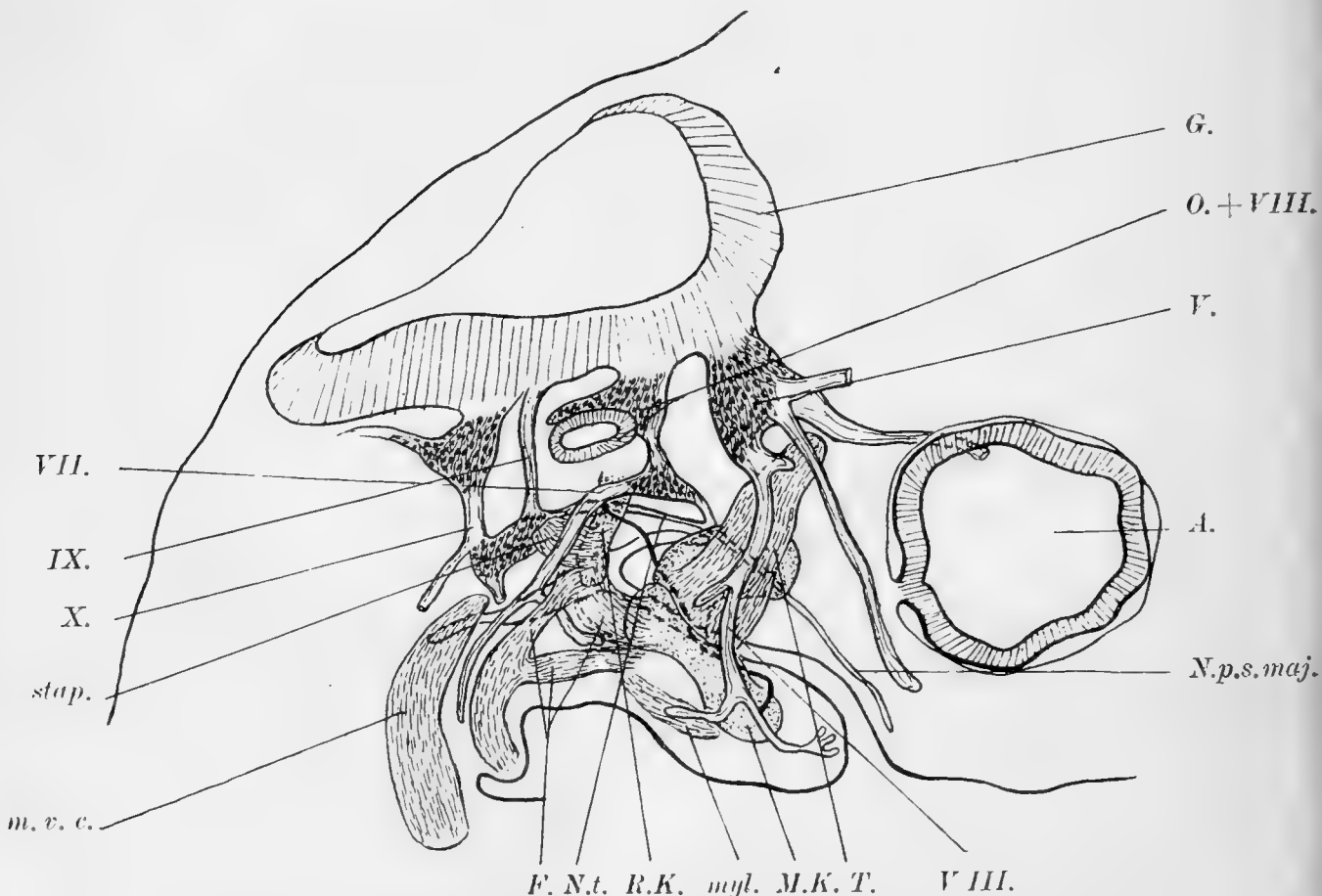
m. v. c. Muskel, der durch N. vago-accessorius und Nu. cervicales versorgt wird.

gegen die laterale Seite der Zungenwurzel, wo er mit dem Unterkieferast des Trigeminus zusammenhängt (Chorda tympani).

Sehr nahe Beziehung zu der Facialismuskulatur hat ein vom Vagoaccessorius und von Cervicalnerven versorgter Muskel, der tiefer und distaler als der Halsteil der Facialismuskeln an der lateralen Seite des Halses selbständig liegt. Sein distales Ende geht zu der Gegend der Herzvorwölbung (M. cucullaris).

Bei einem etwas älteren Embryo ist die Differenzierung der Facialismuskulatur wesentlich deutlicher geworden. Das Muskelblastem, das den zentralen Teil der Muskelplatte bildete ist zurückgebildet, und dadurch kommen die drei Anlagen der drei Teile der Facialismuskulatur deutlicher zur Anschauung.

Fig. 26.



Sagittale Rekonstruktion eines Sperlingembryo (etwas älter als Fig. 25).
 40fach vergrößert (um $\frac{1}{3}$ verkleinert).
 Bezeichnungen wie vorher.

Diese drei Teile sind: der von der hinteren unteren Seite des zweiten Schlundbogenknorpels zur lateralen Seite des Halses ziehende, der vom Zungenbein bis zum Unterkiefer gehende und der zur Zungenwurzel hintretende. (*Platysma colli*, *Musculus digastricus*, *M. hyomandibularis lateral und medial*).

Das *Platysma* ist an seinem Ursprung mit dem *Digastricus* verbunden. Die an dem zweiten Schlundbogenknorpel aussetzende Partie des Muskels sowie seine Verbindung mit dem *Digastricus* bilden sich später zurück. Der *Musculus stapedicus* bietet keine Besonderheiten. Der *M. cucullaris* ist proximalwärts bedeutend entwickelt.

Von den Ästen des *Facialis* ist der eine in den *M. hyomandibularis*, der hintere in das *Platysma colli* hineingetreten, sonst ist von den *Facialis*ästen nichts zu berichten.

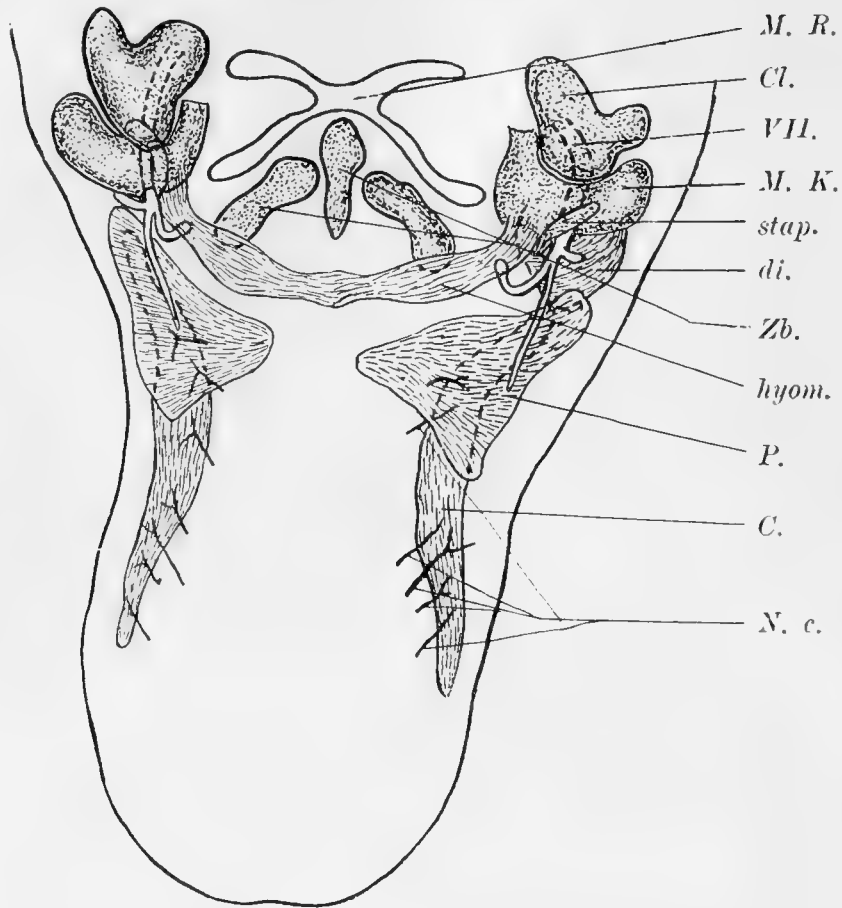
Beim Embryo von 9 mm sind fast alle *Facialis*muskeln von einander getrennt und selbständig geworden (Fig. 27 u. 28). Das *Platysma* stellt eine breite Muskelplatte an der lateralen Seite des Halses dar, die mit der der anderen Seite noch nicht zusammenhängt.

Der *Musc. hyomandibularis* lässt seine beiden Teile noch nicht erkennen. Sonst ist er aber ganz vollständig. Der *M. digastricus* entspringt von der lateralen Seite der Gehörkapsel und geht zum proximalen Teil des Unterkiefers. Den Zusammenhang mit dem Knorpel des zweiten Schlundbogenknorpels scheint er aufgegeben zu haben.

Der *M. stapedius* entspringt von der Gehörkapsel und geht zum *Columella* und zu der medialen Seite der Gehörgrube. Ein Teil der Muskelfasern scheint mit dem proximalen Abschnitt des *Quadratum* Beziehung zu haben.

Beim etwas älteren Embryo ist ein grosser Teil der Fasern des *hyomandibularis* zum Zungenbein ausgestrahlt, während ein anderer kleinerer Teil die ursprüngliche Verlaufsrichtung bewahrt hat, und mit dem der anderen Seite in der Mittellinie

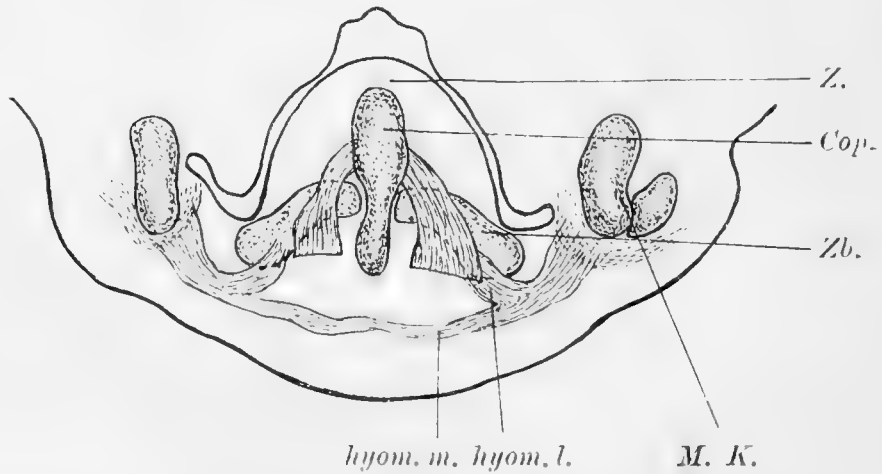
Fig. 27.



Frontale Rekonstruktion eines Sperlingembryo von 9 mm.
40fach vergrößert (um $\frac{1}{3}$ verkleinert).

hyom. M. hyomandibularis, P. Platysma,
C. M. cucularis, N. c. Nn. cervicales.

Fig. 28.



Die frontale Rekonstruktion des Sperlingembryo von 9 mm.
10fach vergrößert.

Cop. Copula,
Zb. Zungenbeinfortsatz,
hyom. l. M. hyomandibularis lateralis,
hyom. m. M. hyomandibularis medialis.

zusammenhängt. Dadurch differenziert sich die gemeinsame Anlage für die bei den Hyomandibularies zum lateralis und medialis; im proximalen Abschnitt ist die Teilung aber noch nicht eingetreten. Die Differenzierung erweitert also proximalwärts fort. Bei einem Embryo, dessen Länge $a = 7,5$ mm, $c = 13$ mm (cf. Kallius) ist, sind diese beiden Muskeln vollkommen getrennt. Auch die anderen Facialismuskeln haben fast schon ihren definitiven Zustand erreicht. Das proximale Ende des *M. cucullaris* ragt über das proximale Ende des *Platysma* hervor, und setzt sich an den Hinterhauptknochen, während sein unteres Ende sich in zwei Zacken teilt, und über das untere Ende des *Platysma* nach unten zieht. Proximal ist er am dicksten und schmalsten, und wird distalwärts allmählich dünner und breiter, während die beiden Zacken wieder durch ihre Dicke auffallen. Die ventrale Zacke endet auf der vorderen lateralen Seite des oberen Endes der Brust, die dorsale Zacke steigt als schmaler Strang an der lateralen Seite der Wirbelsäule herab.

Der motorische Teil des Nervus facialis ist bei diesem Embryo nach kurzem Verlauf in zwei Äste geteilt, die den *Digastricus* und das *Platysma* versorgen. Dann verläuft er unter stärkeren Windungen eine längere Strecke hin, um sich in zwei Äste für die beiden *Mm. hyomandibularis* zu teilen.

Beschreibung der einzelnen Muskeln.

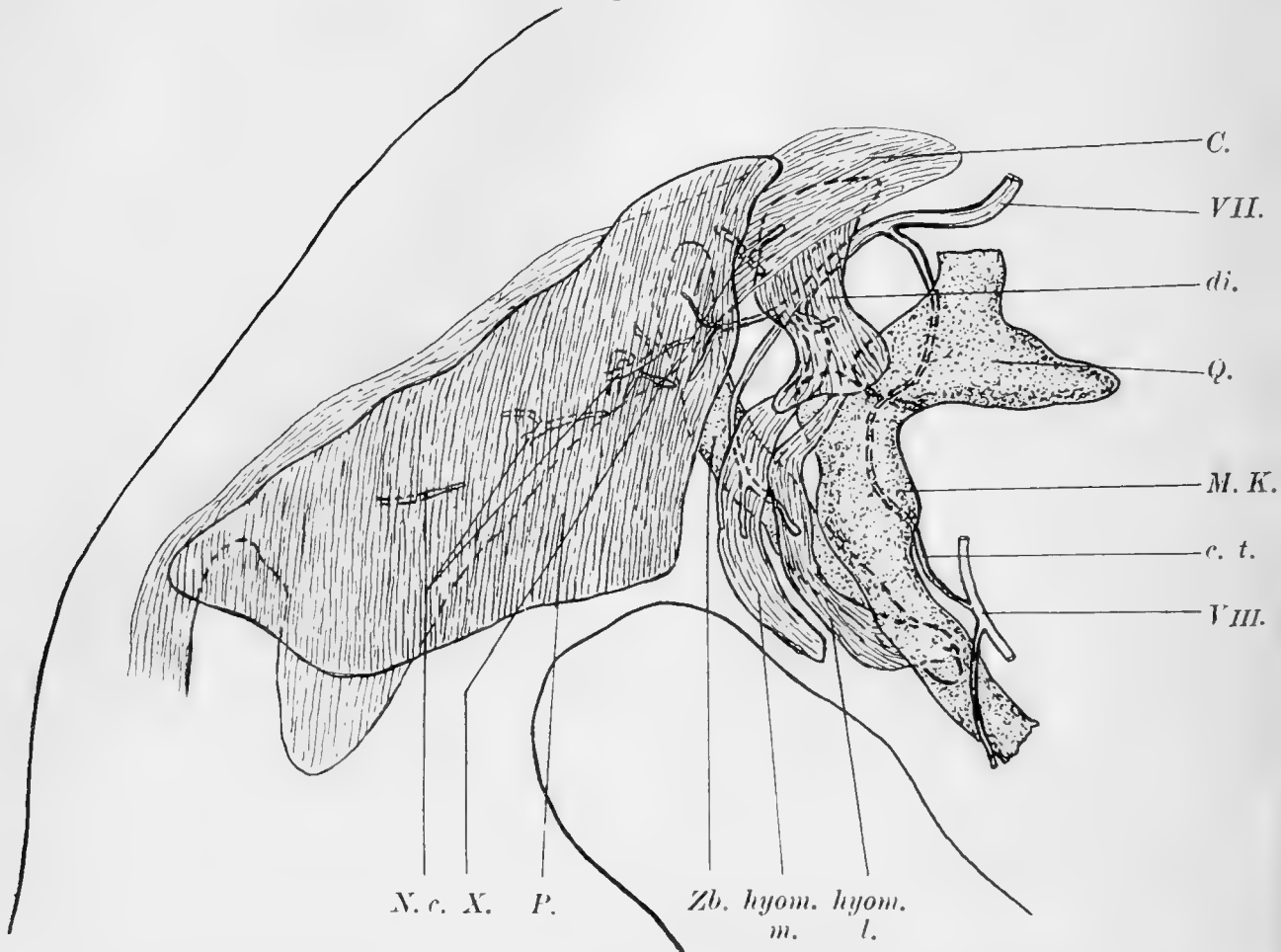
M. cucullaris (Bronn und Fürbringer).

M. subcutaneus colli (Wiedemann).

Er besteht aus zwei genetisch ganz verschiedenen Muskelschichten, die beim erwachsenen Tiere auch durch die Verschiedenheit der Verlaufsrichtungen ihrer Fasern leicht zu erkennen sind.

Die oberflächliche Schicht (*subcutaneus colli* Wiedemann, Tiedemann), *Constrictor colli* (Owen, Watson), *Panacier du cou*,

Fig. 29.



Sagittale Rekonstruktion aus den frontalen Schnittserien des Sperlingembryo von 13 mm.

40 fach vergrößert (um $\frac{1}{3}$ verkleinert).

X. Ast des N. vago-accessorius,

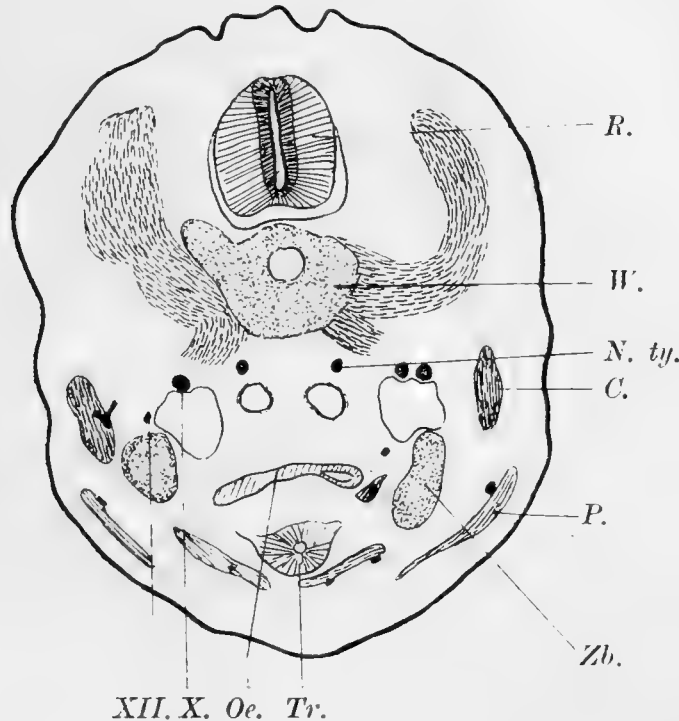
N. c. Nn. cervicales.

Die anderen Bezeichnungen wie bisher.

plan superficial (Cervais, Alix) habe ich *Platysma colli* genannt, um ihre Gleichwertigkeit mit dem *Platysma* des Menschen etc. zu markieren. Von frühen Embryonalstadien wird es nur vom N. facialis versorgt, während es in späteren Stadien höchst wahrscheinlich auch von Cervicalnerven versorgt wird, die durch die tiefe Schicht des Muskels (s. o.) hindurchtreten, und zwischen beiden Lagen mit dem Facialisast einen Plexus bilden. Der Muskel besteht aus transversal verlaufenden ringförmigen Muskelzügen, die unmittelbar unter der Haut gelegen mit der tiefen

Schicht innig verbunden sind. Diese Verbindung ist aber, wie die Entwicklungsgeschichte beweist, eine sekundäre. Hand in Hand mit der Ausbildung des Embryo geht die Ausbreitung der Muskelmasse dorsalwärts und ventralwärts, bis sie schliesslich fast den ganzen Hals umschliesst.

Fig. 30.



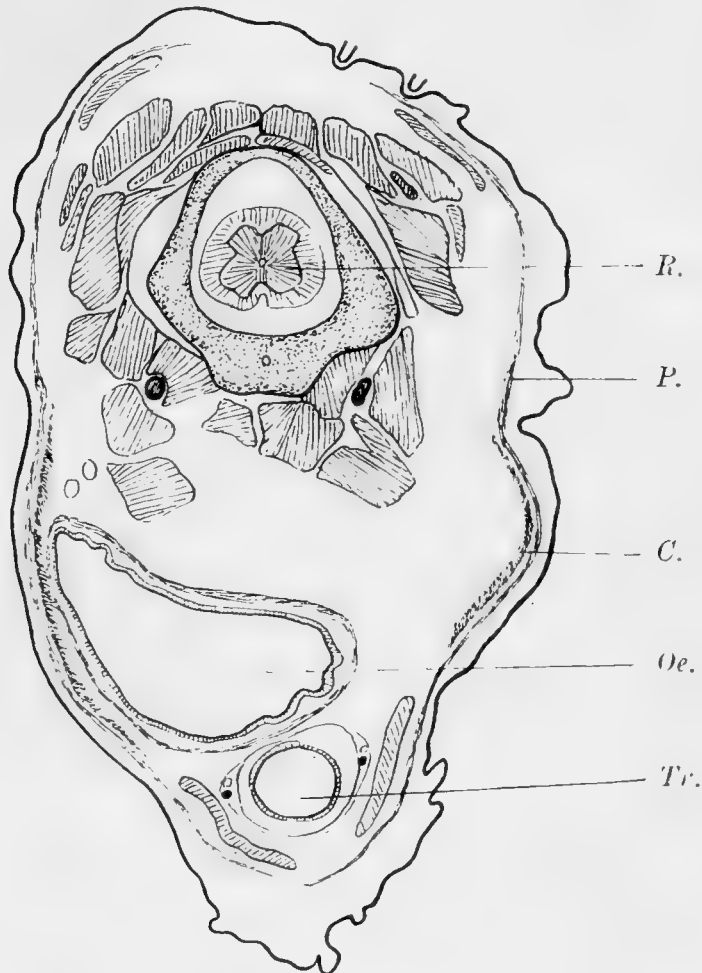
Querschnitt des Halses des Sperlingembryo von 11 mm.
56fach vergrössert (um $\frac{1}{3}$ verkleinert).

- R. Rückenmark.
 W. Wirbelkörper,
 N. ty. N. sympathicus,
 C. M. cucullaris (in demselben der linken Seite ist der erste Cervicalnerv eingetreten),
 P. Platysma mit Facialisast,
 Zb. Zungenbein,
 Tr. Trachea,
 Oe. Oesophagus,
 X. N. vagus,
 XII. N. hypoglossus.

Die tiefe Schicht (Sternocervicalis) (Owen), Panniculus carnosus first portion (Bird, Watson), Cucullaris (Selenka), Panscier du cou — plan profond (Acervais) besteht aus longitudinal verlaufenden Faserzügen, und ist zuerst an der lateralen

Seite des Halses etwas weiter distal und tiefer als die oberflächliche Schicht angelegt; von hier aus verbreitet sie sich weiter nach allen Seiten, bis sie endlich ihren definitiven Zustand erreicht. Der ausgebildete Muskel entspringt von der Hinterhauptsgegend und setzt sich mit zwei Zacken teils an der

Fig. 31.



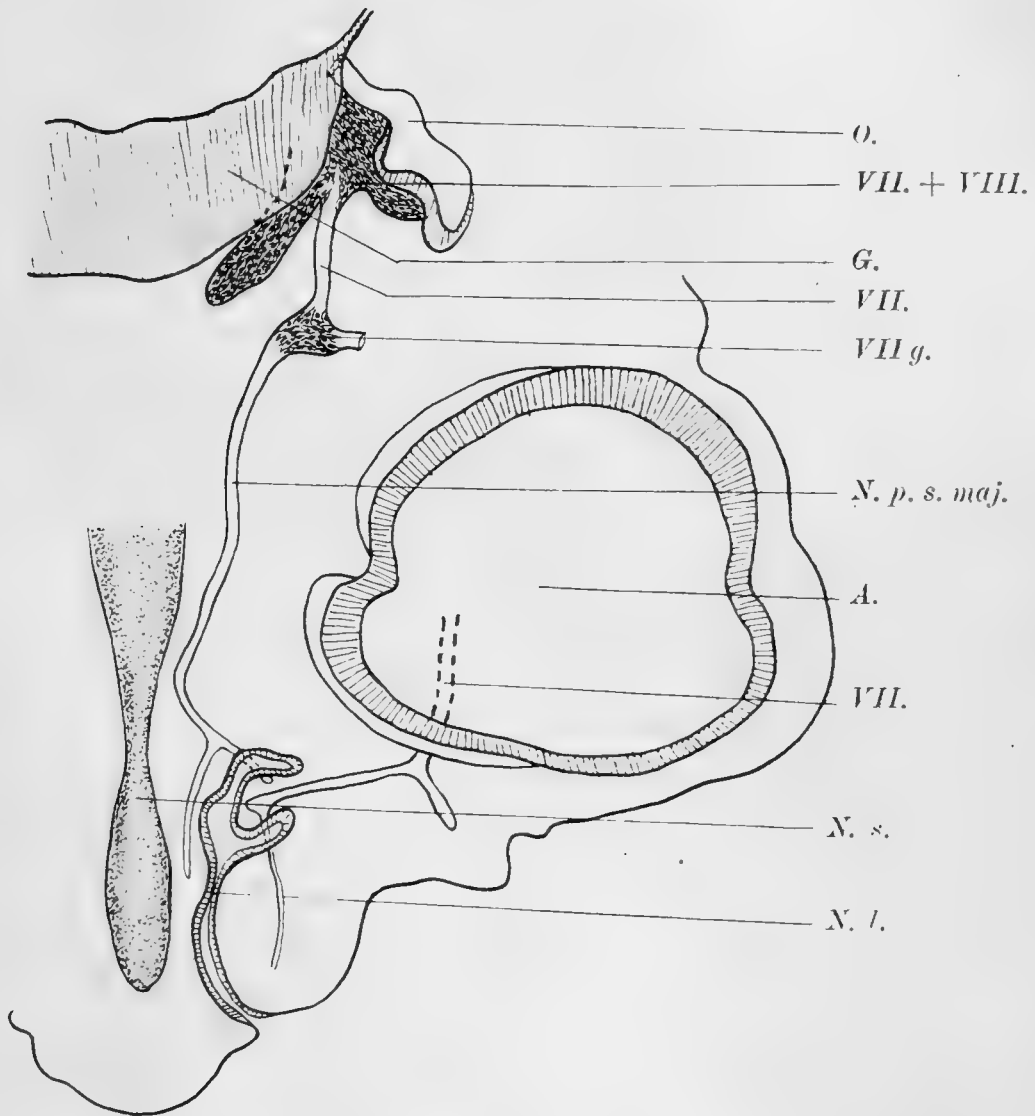
Querschnitt des Halses eines Sperlingembryo von 13 mm.
40fach vergrößert (um $\frac{2}{5}$ verkleinert).
Bezeichnungen wie bisher.

vorderen oberen Seite der Brust, teils an dem Bindegewebe der Sakralgegend an. Der vordere Teil wird von einem kleinen Ast des Vago-accessorius versorgt, der hintere Teil durch 8—9 Cervicalnerven. Dorsal hängt der Muskel mit dem der anderen Seite durch straffe Bindegewebszüge zusammen.

Nur die tiefe Schicht der oben erwähnten Muskeln kann man natürlich dem *Musc. trapezius* und *Sternocleidomastoideus* des Menschen etc. gleichsetzen.

M. digastricus besteht, wie schon erwähnt, aus dem proximalen mächtigen Teil der Facialismuskulatur, der von der Gehörkapsel und vom Knorpel des zweiten Schlundbogens zum

Fig. 32.



Frontale Rekonstruktion eines Sperlingembryo.
 56fach vergrößert (um die Hälfte verkleinert).
 n. p. s. maj. N. petrosus superficialis major,
 N. s. Nasenscheidewand.
 N. l. Nasenloch.

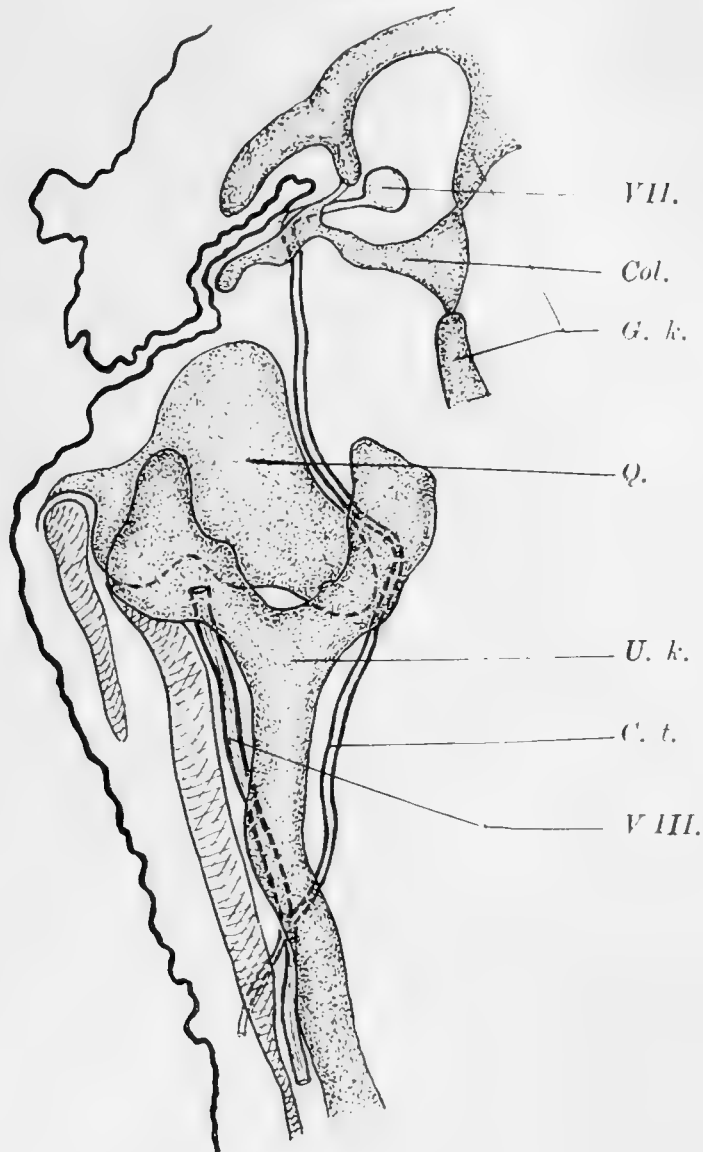
Unterkieferknorpel zieht. Die Verbindung mit dem zweiten Kiemenknorpel gibt er später auf. Bei den ältesten Embryonen stellt er noch einen durchaus einheitlichen Muskel dar, während er bei der Ente in mehrere Portionen zerfällt. Meiner Auffassung nach entspricht der Muskel dem ganzen *M. digastricus mandibulae* des Menschen, nicht nur seinem hinteren Bauche, denn ich habe in der früheren Arbeit gezeigt, dass der Muskel des Menschen einheitlicher Entstehung ist.

M. hyomandibularis medialis entspringt vollkommen getrennt von dem *lateralis* schon bei einem Embryo von 13 mm grösster Länge, von der Aussenfläche des hinteren Abschnittes des Unterkiefers. Er verläuft in ziemlich transversaler Richtung zur Mittellinie, wo er an straffem Bindegewebe in der Gegend des Kehlkopfes ansetzt (cf. über diesen Muskel und den folgenden die Angaben von Kallius, *Entwicklung der Zunge II.*).

M. hyomandibularis lateralis. Beim Embryo von 13 mm Körperlänge entspringt er auch noch von der Columella, verläuft an der vorderen lateralen Seite des vorigen Muskels und inseriert am Zungenbein; seine Trennung von der vorigen Muskel ist so wie bei der Ente deutlich. Sein Ursprung kann bei den verschiedenen Vogelspezies sehr variieren, was mit der Bewegungsfähigkeit der Zunge zusammenhängt, z. T. entspricht er dem *M. stylohyoideus* des Menschen vollkommen.

M. stapedius entsteht aus dem proximalen Teil der Facialismuskulatur, durch die der *N. facialis* in erwähnter Weise hindurchtritt. Dieser Vorgang trägt wohl dazu bei, dass die Blastemmassen, die den *Stapedius* liefern, von den übrigen abgetrennt wurden. Einzelne Fasern stellen noch eine Zeit lang die Verbindung zwischen den beiden Abschnitten her. Die Differenzierung des Muskels beginnt am medialen, distalen Teil, direkt an der Carotiswand. Mit der Entwicklung des Knorpels der Schädelbasis gewinnt das mediale Ende Zusammenhang mit

Fig. 33.



Frontale Rekonstruktion des neugeborenen Sperlings.
36fach vergrössert (um $\frac{1}{4}$ verkleinert).

G. k. Gehörkapsel,
U. k. Unterkieferknochen,
C. t. Chorda tympani.
Bezeichnungen wie sonst.

dem Os occipitale und der Columella (laterales Ende) sowie mit dem Gewebe der medialen Seite der Gehörgrube, das später zum Trommelfell wird.

Im ausgebildeten Zustande entspringt er also von dem Os occipitale laterale, geht durch ein grosses Loch in die Pauken-

höhle, um sich dort an der Columella und dem Trommelfell anzusetzen. Bronn homologisiert diesen Muskel mit dem Tensor tympani der Säugetiere. Auch über die Innervierung macht er völlig widersprechende Angaben. Soweit ich an jüngeren Embryonen sehen konnte, wird der Muskel vom Facialis innerviert. Er entspricht also wohl sicher dem gleichnamigen Muskel der Säugetiere.

Die Entwicklung des Nervus facialis.

Zuerst hat der Nerv keinen Zusammenhang mit dem Blastem des zweiten Schlundbogen; erst allmählich wächst er dort hinein. Er endet vielmehr an dem Epithel der ersten Schlundspalte. Als dann liegt er an der oberen lateralen Seite des Muskelblastems. Sein peripherischer Stamm zerfällt allmählich in die einzelnen Äste, genau gleichen Schritt haltend mit der Differenzierung und Wanderung der Muskeln.

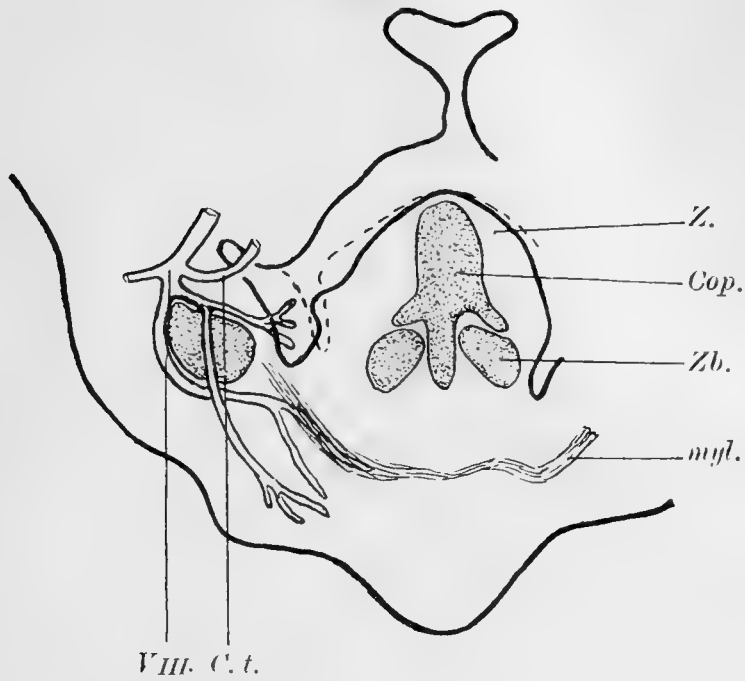
Der zum Oberkiefer ziehende N. petrosus superficialis maior verbindet sich ziemlich spät mit dem zweiten Ast des Trigemini — viel später als beim Menschen.

Ein Ast von dem N. petrosus s. m. geht auch zum Plexus ophthalmicus. Früher entsteht der Ast, der mit dem Glossopharyngeus anastomosiert; er liegt an der dorsalen Seite der ersten Schlundtasche und an der lateralen Seite der Vena jugularis. Er ist zweifellos dem N. tympanicus des Menschen homolog.

Der Nervus epibranchialis, der beim Menschen doppelt ist, ist beim Sperling einfach und bildet sich vollständig zurück.

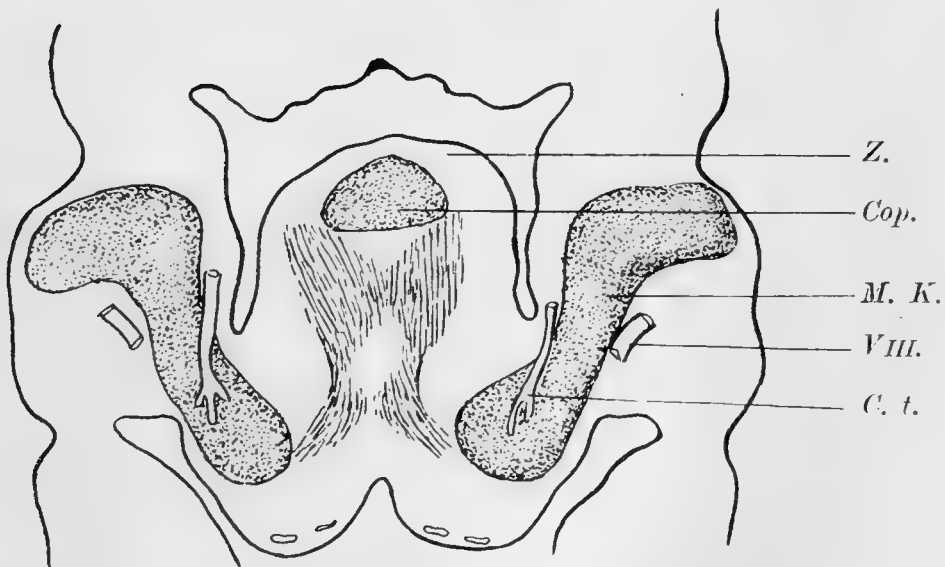
Die Chorda tympani, die auch noch neuerdings bei ausgebildeten Vögeln von Erl. Cords beschrieben ist, findet sich sehr deutlich bereits bei den Embryonen. Beim neugeborenen Sperling gibt der N. facialis nach der Absendung des N. petr. s. m. einen Ast ab, der zuerst zwischen Trommelfell und Columella durch den lateralen Teil der Paukenhöhle hinzieht und

Fig. 34.



Frontale Rekonstruktion eines Sperlingembryo ($c = 13$ mm).
79fach vergrößert (um $\frac{1}{4}$ verkleinert).
Bezeichnungen wie bisher.

Fig. 35.

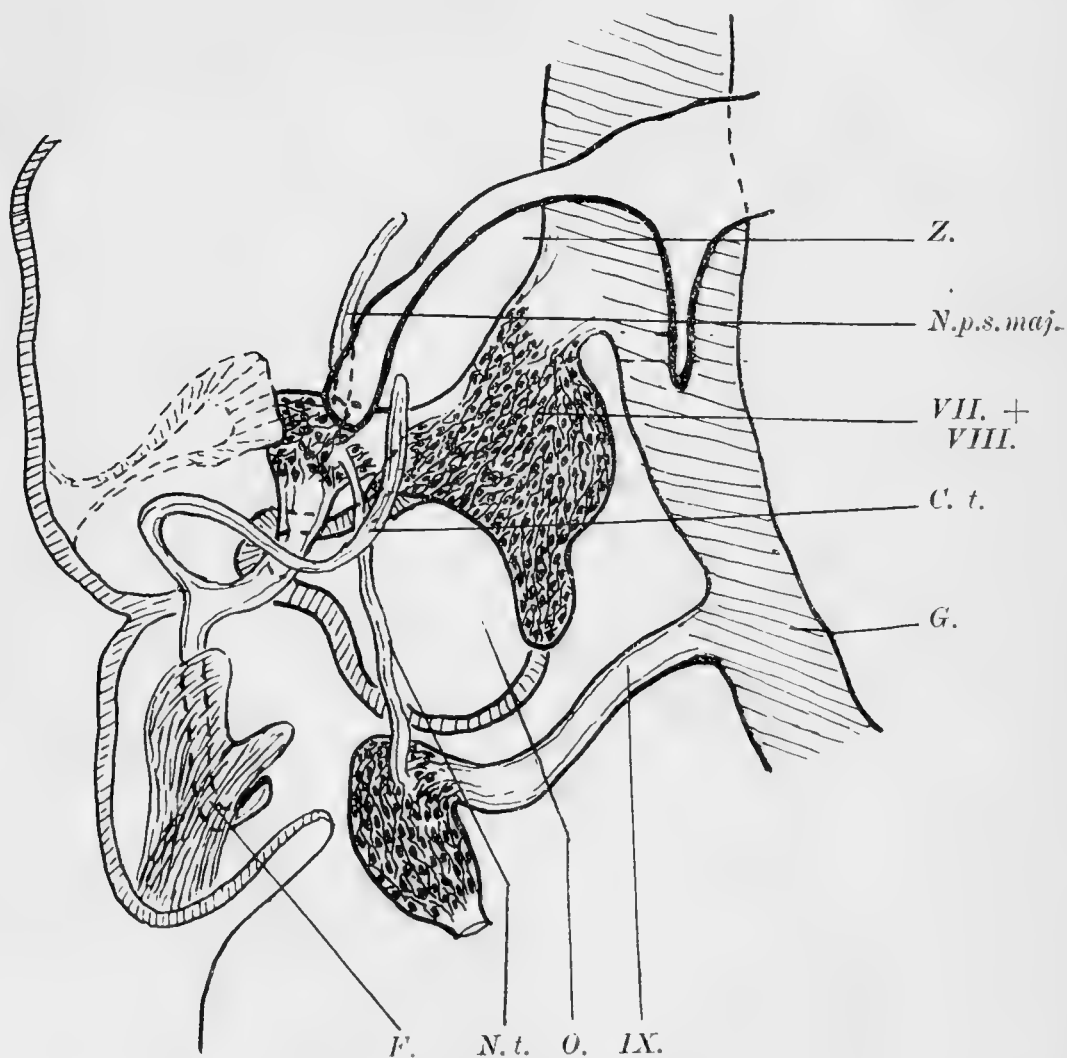


Frontale Rekonstruktion eines Sperlingembryo.
56fach vergrößert (um $\frac{1}{4}$ verkleinert).

der dann an der medialen dorsalen Seite des Quadratum vorbei zu der medialen Seite des Unterkiefers geht. Darauf verbindet er sich an der lateralen Seite der Zungenwurzel mit dem Unterkieferast des Trigeminus, bevor dieser die Alveolaräste und den Ast für den Mylohyoideus abgibt. In die Zunge wird kein Lingualis abgegeben. Alles dies verhält sich fast genau so wie bei der Eidechse.

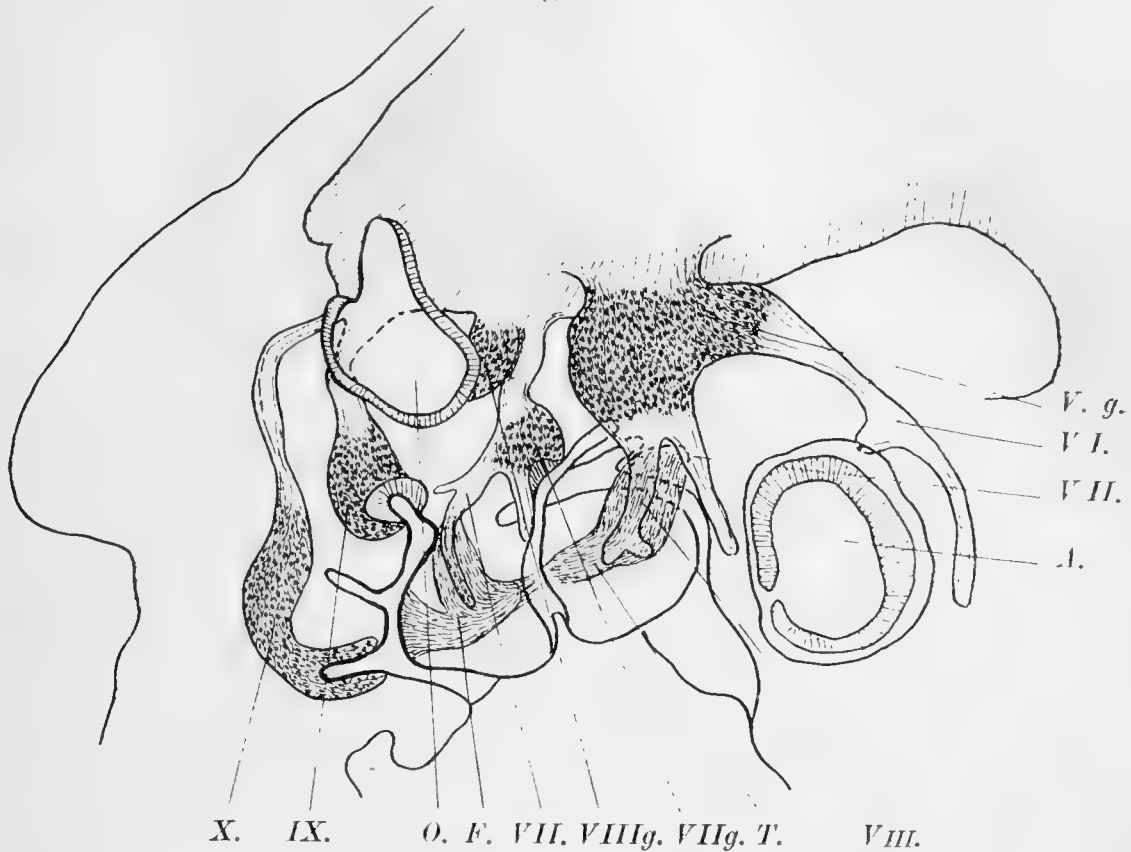
Bei jüngeren Embryonen hat die Chorda teilweise nähere Beziehung zum hinteren Teil der Zungenanlage, die dann aber

Fig. 36.



Frontale Rekonstruktion des Sperlingembryo ($c = 19$ mm).
79fach vergrößert.
Bezeichnungen wie vorher.

Fig. 37.



Sagittale Rekonstruktion des jüngsten Entenembryo.
 56fach vergrößert (um $\frac{2}{5}$ verkleinert).
 Bezeichnungen wie vorher.

offenbar wieder zurückgebildet werden, was als eine spezielle Eigentümlichkeit der Sauropsiden aufgefasst werden kann. Ob dies bei allen Species der Fall ist, müsste aber noch untersucht werden. Ich komme bei der Ente noch einmal darauf zurück.

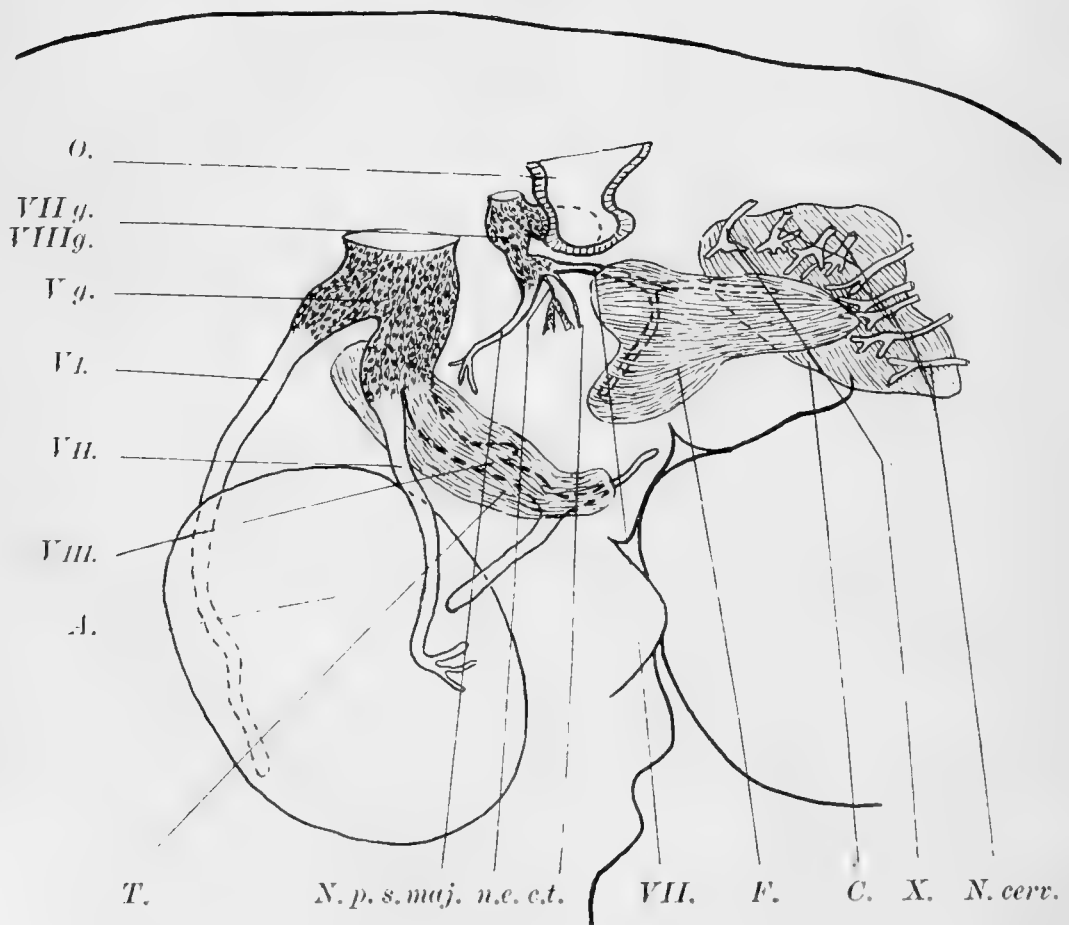
B. Ente.

Da vieles von dem beschriebenen bei der Ente genau so ist wie beim Sperling, will ich nicht im einzelnen auf alle diese Verhältnisse noch einmal eingehen. Das Material der Ente ist wohl noch vollständiger als vom Sperling. Die ersten Stadien verhalten sich gerade so wie beim Sperling, auch hier sieht man den Nervus fac. an der Epidermisverdickung der ersten Schlund-

tasche enden, getrennt von seinem im zweiten Bogen liegenden Muskelblastem. Alsdann erfolgt das Vorwachsen des Blastemes, die Vereinigung beider in der Mittellinie und mit der Trigemini-muskulatur. Sobald der Nerv in die Blastemmassen eingetreten ist, entsendet er einen feinen Ast lateralwärts um die hintere Seite der ersten Schlundspalte.

Der epibranchiale Ast bildet sich allmählich zurück. Später ist das proximale Ende der Blastemmasse, durch das der Facialis dann hindurchgetreten ist, wesentlich dicker als beim Sperling. Dies findet wohl seine Erklärung in der bei der Ente viel mächtigeren Ausbildung des *M. digastricus*. Der das Platysma

Fig. 38.



Lagittal-Rekonstruktion aus frontalen Schnittserien vom Entenembryo von 12 mm.
36fach vergrößert (um $\frac{1}{3}$ verkleinert).

liefernde Teil ist dagegen sehr dünn. Der *M. cucullaris* ist auch fast ganz genau so in seinen Anfängen, wie er beim Sperling beschrieben wurde. Auch hier ist zunächst der *N. petrosus sup. major* noch nicht in Verbindung mit dem zweiten Ast des Trigemini. Die Verbindung mit dem *Glossopharyngeus* ist aber frühzeitig vorhanden. Der oben erwähnte, zur ersten Schlundspalte ziehende Ast erweist sich dann in späteren Stadien als Anlage der *Chorda tympani*.

Allmählich beginnt die Differenzierung der einzelnen Muskelindividuen, genau in übereinstimmender Weise, wie beim Sperling. Der *M. cucullaris* verbreitert sich dann bedeutend nach vorn, zum grössten Teil von dem *Platysma* bedeckt. Die Trennung der beiden Teile des *hyomandibularis* beginnt lateral und schreitet medialwärts fort, wo der Muskel mit dem der anderen Seite und dem *M. mylohyoideus* zusammenhängt.

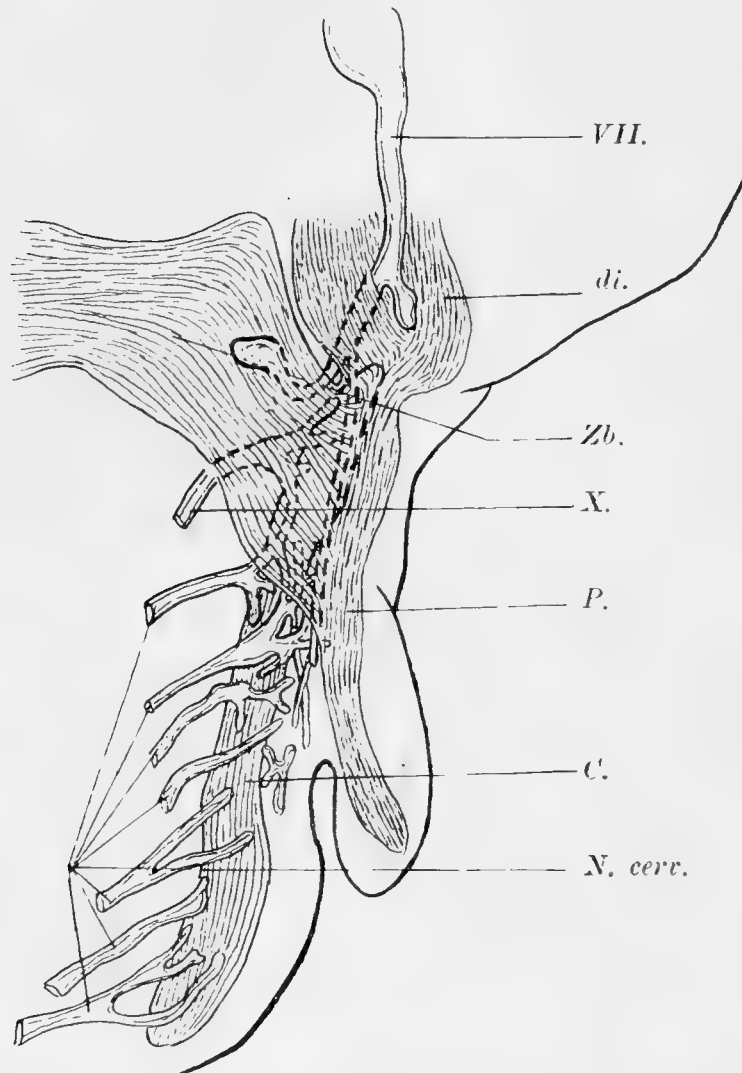
Bei einem Embryo vom Stadium 34a nach Kallius sind alle Facialismuskeln vollständig differenziert. Der vordere Teil des *Platysma colli* ist in zwei Teile, einen dorsalen und einen ventralen getrennt. Der ventrale verläuft nach vorn und vereinigt sich mit dem der anderen Seite in der Medianlinie in der Kehlkopfgegend. Der dorsale Teil verliert sich in dem subkutanen Bindegewebe der Hinterhauptgegend.

Vom *M. stapedius* will ich nur erwähnen, dass bei allen Embryonen das Eintreten des *Facialisastes* in ihm zu konstatieren war, nur beim ältesten Embryo gelang es mir nicht, wie beim Sperling den Nervenast zu finden.

Der *M. hyomandibularis medialis* und *lateralis* sind nicht vollständig von einander getrennt wie beim Sperling. Beide Muskeln entspringen gemeinsam vom Unterkieferknochen.

Besonders gut ist der *Musculus digastricus* entwickelt. Er besteht bei dem zuletzt erwähnten Embryo aus drei Portionen, die nicht deutlich von einander getrennt sind. Die erste, äussere

Fig. 39.



Frontale Rekonstruktion aus den frontalen Schnittserien eines Entenembryo von 13 mm.

- di. Zum *M. digastrius* werdender Teil der Muskulatur.
- Zb. Zur ventralen Seite des Zungenbeins ziehenden Teil,
- P. Zum *Platysma* werdender Teil.
- C. *M. encullaris*.

Portion entspringt breit von der Parietal- und Occipitalgegend und setzt sich an der Aussenfläche des proximalen Teiles des Unterkieferknochens an.

Die zweite entspringt, bedeckt von der vorigen, von der lateralen Seite der Occipitalgegend und vereinigt sich dann mit distalen Teilen der vorigen. Die dritte Portion entspringt von der Innen- und Unterfläche des *Processus occipitalis lateralis*

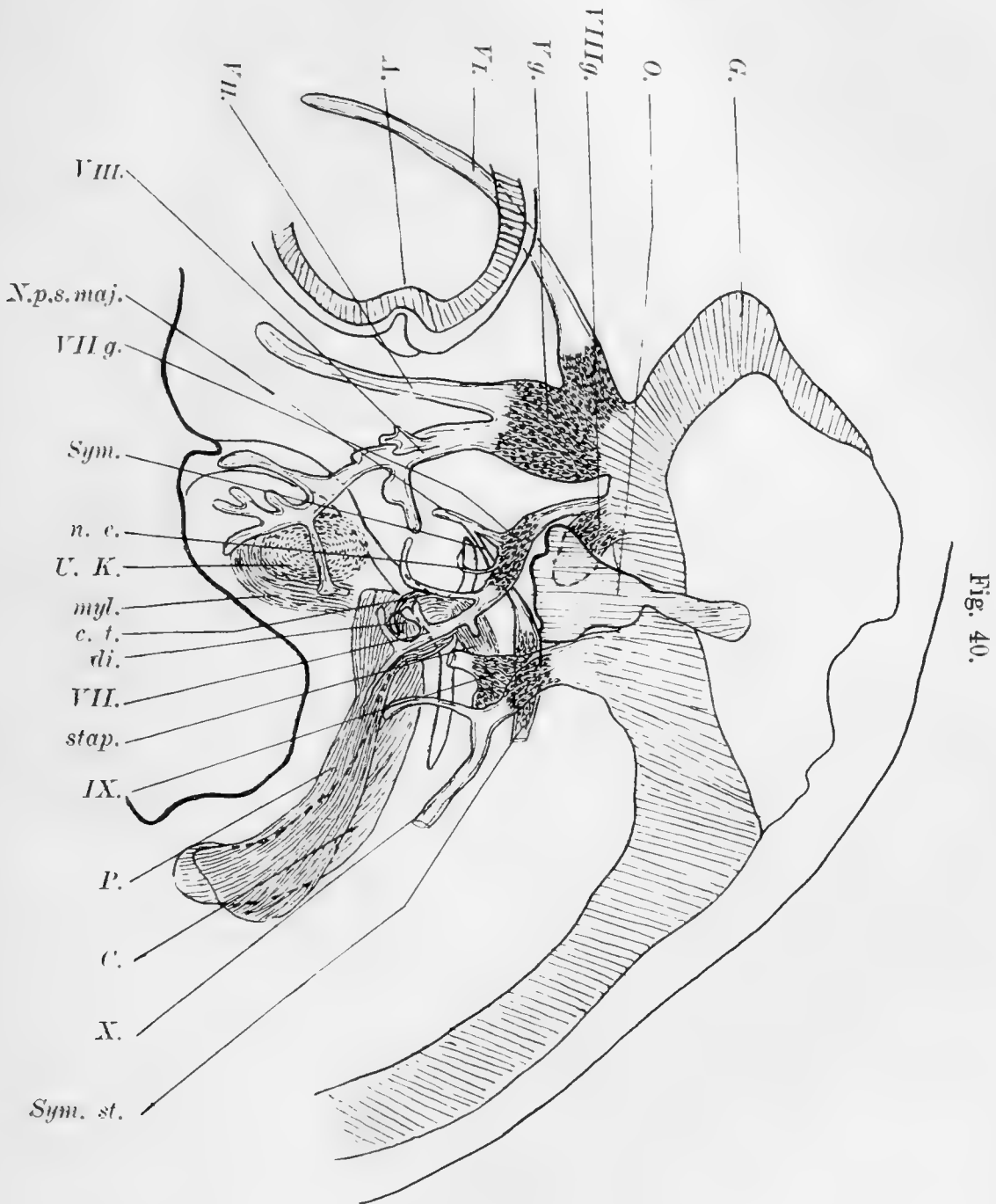


Fig. 40.

Sagittale Rekonstruktion aus sagittalen Schnittserien des Entenembryo von 13 mm.
36fach vergrößert (um $\frac{1}{3}$ verkleinert).

Sym. Ein Ast des Sympathicus, der sich mit N. petrosus superficialis major verbindet,

n. e. N. epibranchialis,

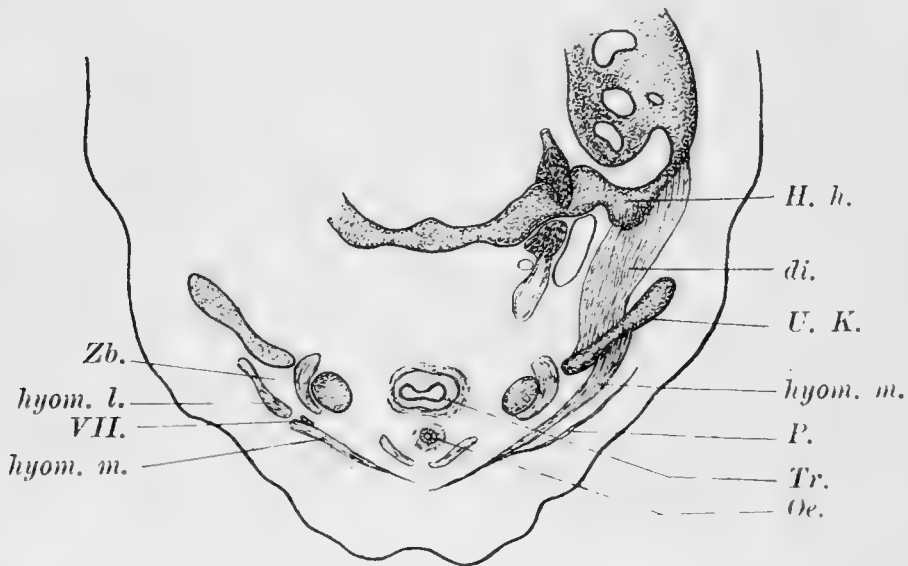
Sym. St. Sympathischer Strang.

Die anderen Bezeichnungen wie bisher.

und setzt sich an der hinteren Kante des Processus angularis internus des Unterkiefers an. Diesen Portionen entsprechen auch drei Äste des Nervus facialis, die sie versorgen.

Auch die Entwicklung des N. facialis bietet nichts besonderes. Der N. petros. sup. maj. und die Chorda tympani entstehen, wenn der Nervenstamm noch mit der Epidermis verwachsen ist. Auch hier teilt sich der erstere Ast in zwei Zweige, die zur lateralen und medialen Wand der Nasenhöhle ziehen. Später kommt es auch dann zu einer Bildung des Ganglion sphenopalatinum. Auch die Verbindung zum Bulbusplexus konnte gefunden werden. Die Chorda tympani vereinigt sich

Fig. 41.

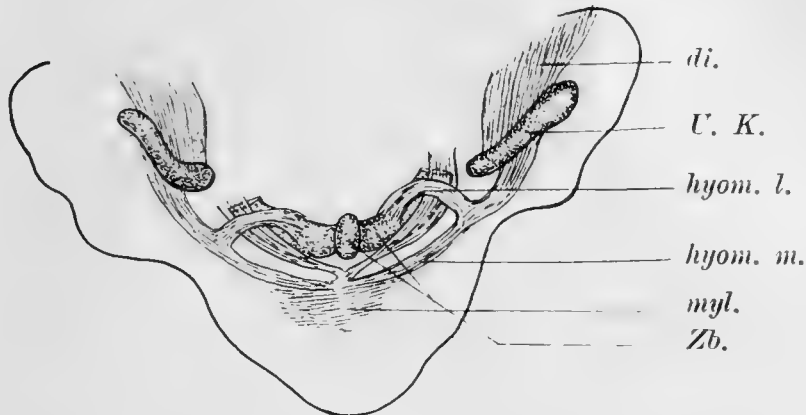


Die frontale Rekonstruktion aus frontalen Schnittserien des Entenembryo von 13.5 mm.
37fach vergrößert (um $\frac{1}{2}$ verkleinert).

- | | |
|----------|--|
| H. h. | Hinterhauptbein, |
| di. | M. digastricus, |
| U. K. | Unterkieferknochen, |
| hyom. m. | hyomandibularis medialis (in der rechten Seite hängt dieser Muskel an seinem ventralen Teile mit dem Platysma zusammen), |
| P. | Platysma, |
| Tr. | Trachea, |
| Oe. | Oesophagus, |
| hyom. l. | M. hyomandibularis lateralis (in dieser Seite ist dieser Muskel vom M. hyomandibularis medialis getrennt), |
| Zb. | Zungenbeinfortsatz, |
| VII. | Facialisast. |

aber nicht, wie beim Sperling, direkt mit dem dritten Ast des Nervus trigeminus, sondern mit einem ganz feinen Ast, der erst aus dem N. mandibularis entspringt, nachdem dieser den Ast für den M. mylohyoideus abgegeben hat. Dann verläuft die

Fig 42.

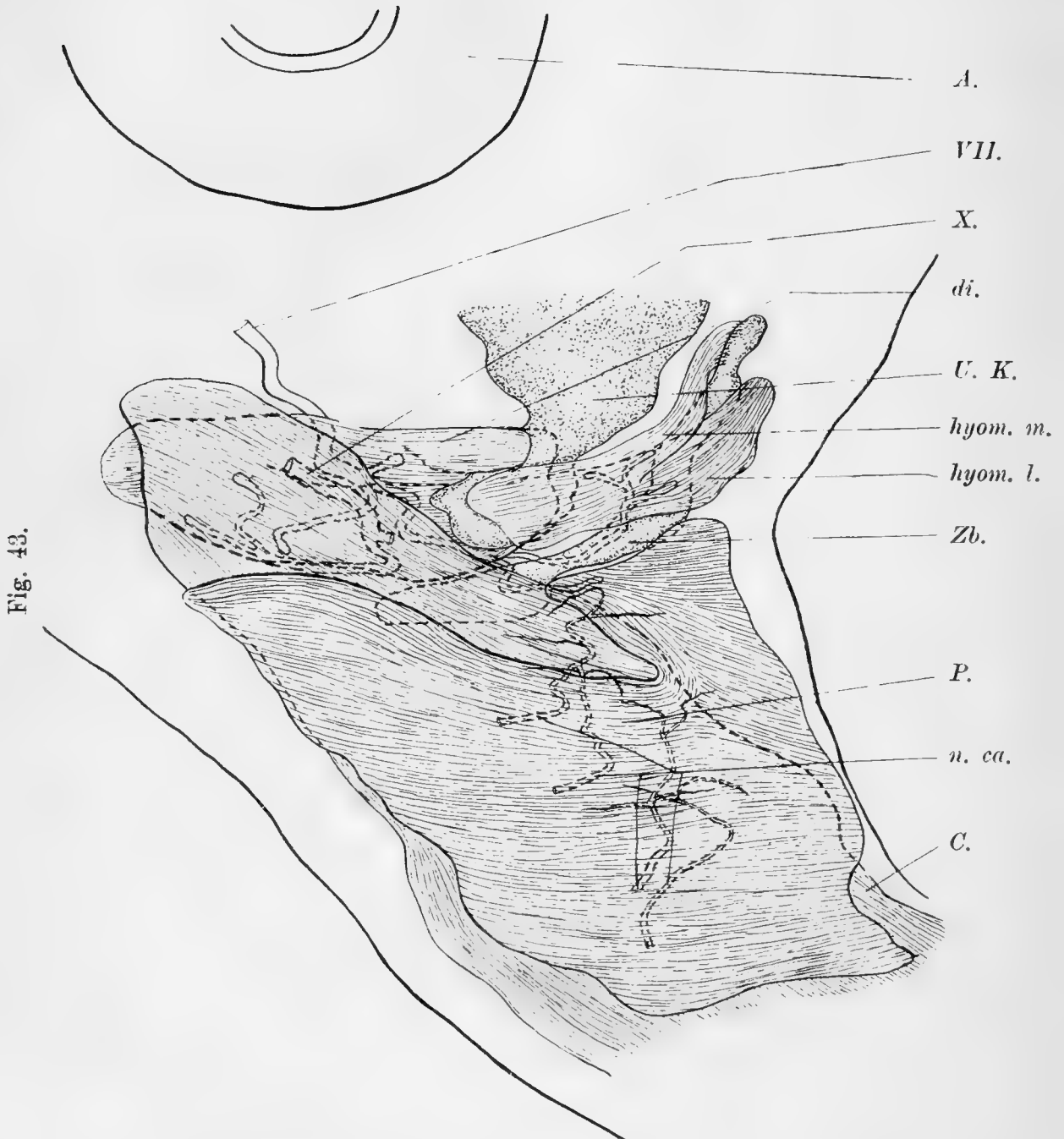


Frontale Rekonstruktion aus frontalen Schnittserien des Entenembryo von 15 mm.
37fach vergrößert (um $\frac{1}{2}$ verkleinert).
Bezeichnungen wie vorher.

Chorda nach dieser Verbindung zur Zungengegend, ohne sie jedoch zu erreichen. Hierin könnte man wohl die rudimentäre Anlage eines Ramus lingualis erblicken.

Vergleichung.

Beide untersuchten Vogelspezies zeigen durchaus ähnliche Verhältnisse ihrer Facialismuskulatur, die nur quantitativ etwas verschieden sind. Der Entwicklungsgang ist fast genau derselbe. Bei den Vögeln fehlt vollständig der Gesichtsteil der Facialismuskulatur. Bei der Ente scheint der M. subcutaneus colli besser entwickelt zu sein als beim Sperling. Dagegen ist der M. hyomandibularis beim Sperling weiter differenziert als bei der Ente, da seine beiden Teile vollständig getrennt sind. Der Lateralis ist beim Sperling etwas kräftiger als bei der Ente.



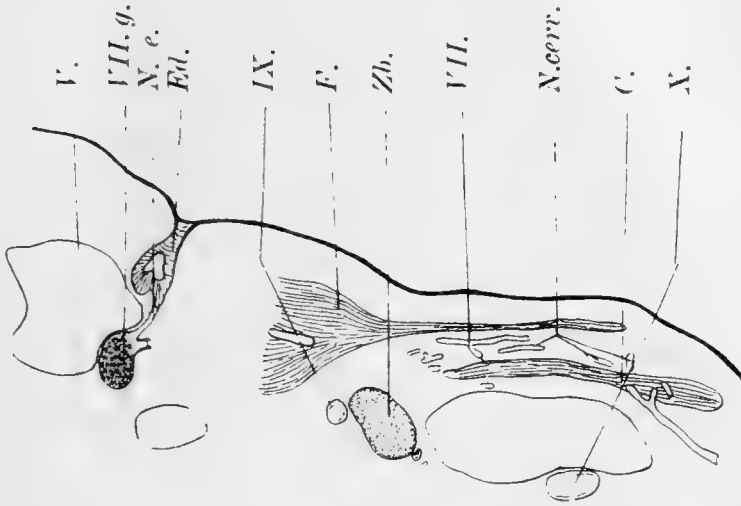
Die sagittale Rekonstruktion aus frontalen Schnittserien des Entenembryo von
von 20 mm.

37fach vergrößert (um $\frac{1}{2}$ verkleinert).

X. Vagusast, der den vorderen Teil des M. cucularis versorgt.

Bezeichnungen wie vorher.

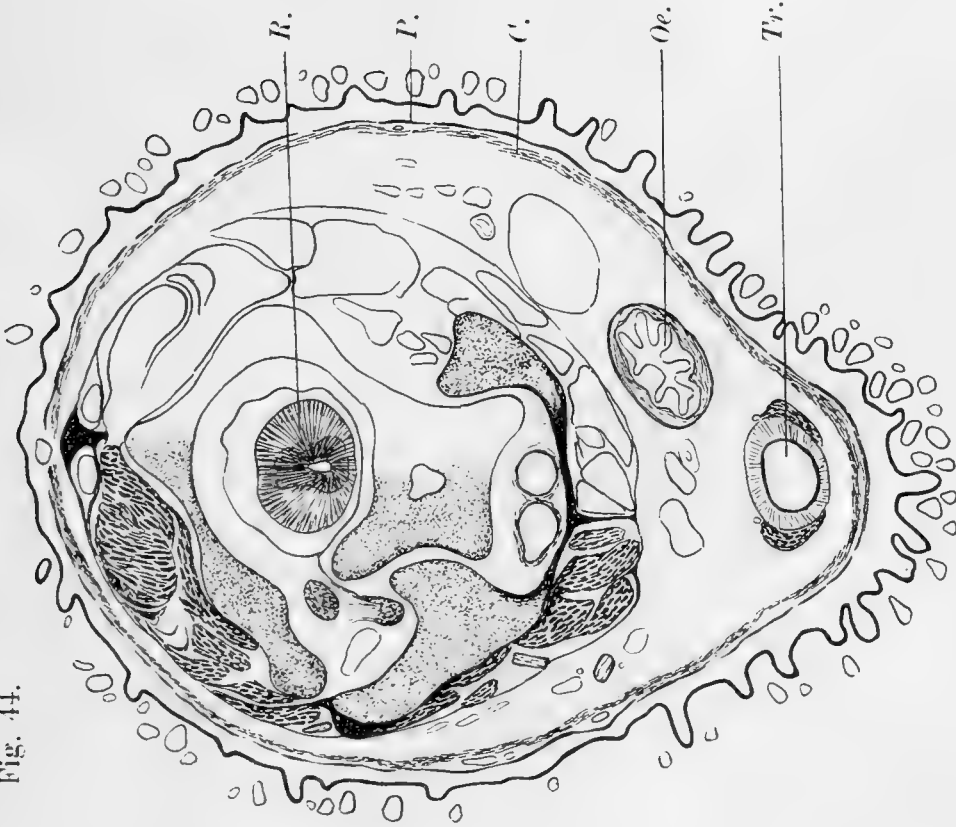
Fig. 45.



Frontaler Schnitt des Entenembryo von 20 mm.

- v. Kopfvene,
- VII. g. Ganglion geniculi.
- N. e. N. epibronchialis,
- Ed. Epidermisverdickung an der dorsalen Seite der ersten Kiementasche,
- IX. N. glossopharyngeus,
- VII. Peripherischer Teil des N. facialis.
- Sonstigen Bezeichnungen wie bisher.

Fig. 44.



Querschnitt des Halses des Entenembryo.
40fach vergrößert (um 1/2 verkleinert).
Bezeichnungen wie bisher.

Dafür ist wieder der Digastricus der Ente viel kräftiger entwickelt. *M. stapedius*, *digastricus* und *stylohyoideus* differenzieren sich aus dem Blastem der postauricularen Gegend.

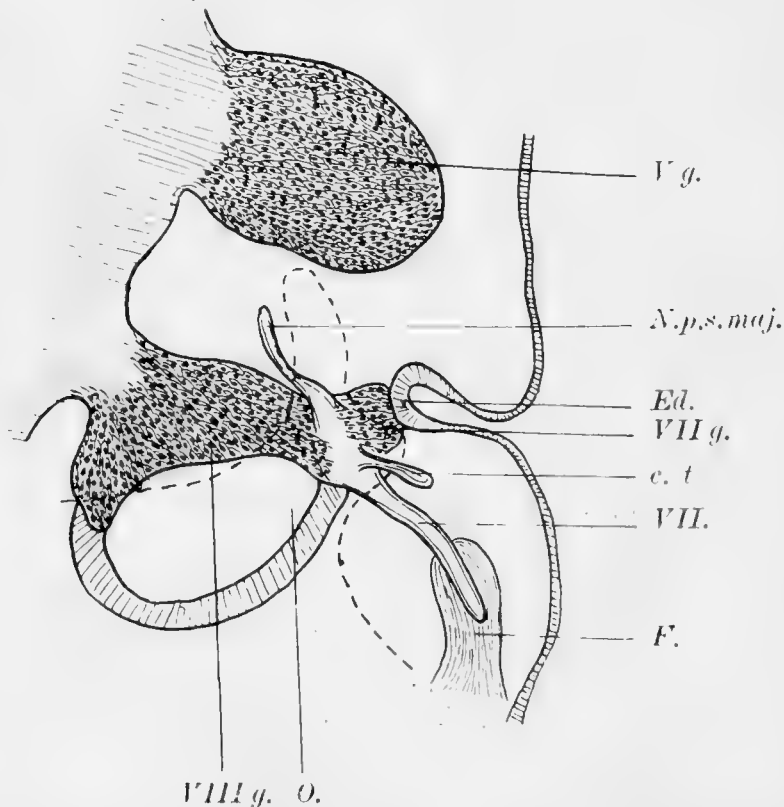
Von dem Nervus facialis will ich hier nur noch hervorheben, dass die rudimentären Reste eines *Lingualis*, der die *Chorda tympani* aufnimmt, doch nachzuweisen sind.

IV. Säugetiere.

Schwein.

Die wichtigste und merkwürdigste Fortbildung der Facialis-muskulatur bei den Säugetieren ist die Ausbildung der mimischen Gesichtsmuskulatur. Das *Platysma colli* ist über den Kiefferrand,

Fig. 46.



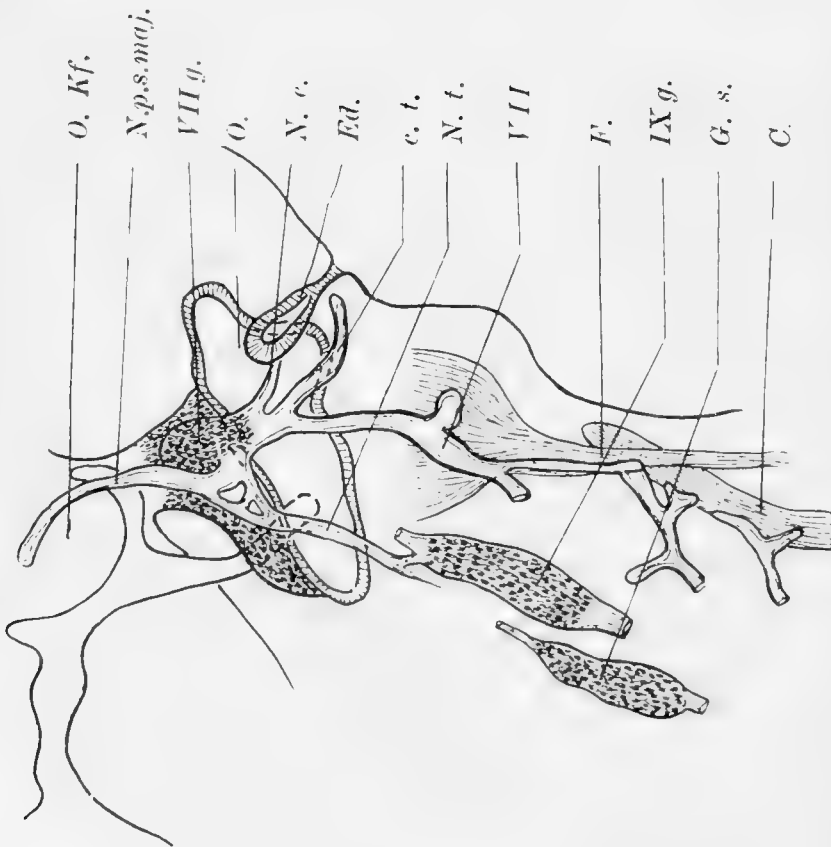
Frontale Rekonstruktion aus frontalen Schnittserien eines Entenembryo.
79fach vergrößert (um $\frac{1}{3}$ verkleinert).
VII. Eigentlicher Facialisstamm.

den es bei den Vögeln nicht überschreitet, in den Bereich des Gesichtes vorgewachsen. Die allbekannte Schwierigkeit der Untersuchung der Muskelentwicklung bei den Säugetieren durch Auflockerung der Blasteme im Gegensatz zu der kompakteren Bildung bei niederen Vertebraten, ist bei der Facialismuskulatur besonders bemerkbar.

Die erste Anlage der Facialismuskulatur findet sich auch beim Schwein in dem zweiten Schlundbogen. Bei einem Embryo (grösste Länge 8,4 mm, Scheitellänge 3,5 mm, Nackenlänge 5,5 mm) (20 Tage alt) (Abbild. 51) ist die Facialismuskulatur eine langgestreckte Anhäufung der myogenen Zellen um den motorischen Facialisstamm herum. Sie ist im dorsalen Teil ziemlich dick, lockert sich ventralwärts auf und hängt in der Mittellinie mit der der anderen Seite und der Trigemini-muskulatur zusammen (Fig. 52). Der Facialis entspringt vom Ganglion geniculi mit zwei Ästen, dem R. anterior und posterior. Der Posterior ist der eigentliche Facialisstamm. Er verläuft zuerst eine kleine Strecke kaudalwärts, dann ventralwärts in den zweiten Schlundbogen, wo er abgestumpft endet.

Von seinem dorsalen Teil entspringt als mächtiger Ast die Chorda tympani, und verläuft um die hintere Seite der ersten Schlundtasche schräg kranialwärts und medianwärts zum Mundhöhlenboden. Ein kleiner Ast geht zu der dorsalen hinteren Seite der Hyomandibularfurche. Verbindungen mit dem N. lingualis und mit dem Glossopharyngeus bestehen noch nicht. Der Ramus anterior, der von der vorderen ventralen Seite des Ganglion geniculi entspringt, verläuft an der dorsalen Seite der Hyomandibularfurche medial und kranialwärts in das Gebiet des zweiten Trigeminiastes. Dicht an der dorsalen Seite der Hyomandibularfurche teilt er sich in drei Äste, von denen einer nach vorn, einer nach hinten dicht an der Schlundspalte verläuft, während der dritte nach kurzem Verlaufe sich mit der Epidermis, dem Kiemenspaltenorgan, verbindet (N. epibranchialis).

Fig. 47.

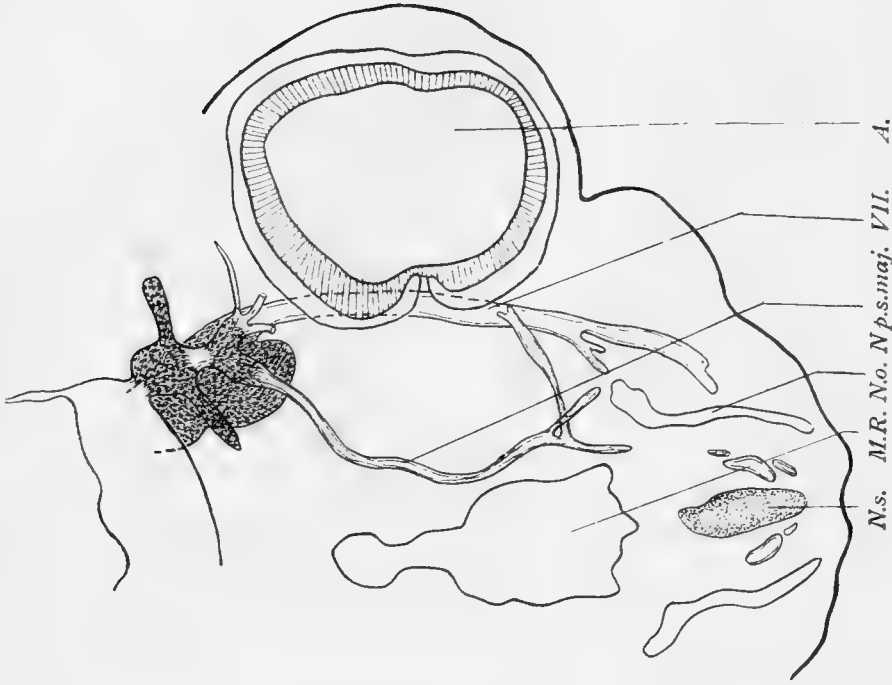


Frontale Rekonstruktion aus frontalen Schnittserien des Entenembryo von 12 mm.

56 fach vergrößert (um $\frac{1}{3}$ verkleinert).

- O. Kf.* Oberkieferfortsatz,
- VII.* Eigentliches Facialisstamm,
- G. s.* Ganglion sympathicum,
- c* *M. cucularis.*

Fig. 48.

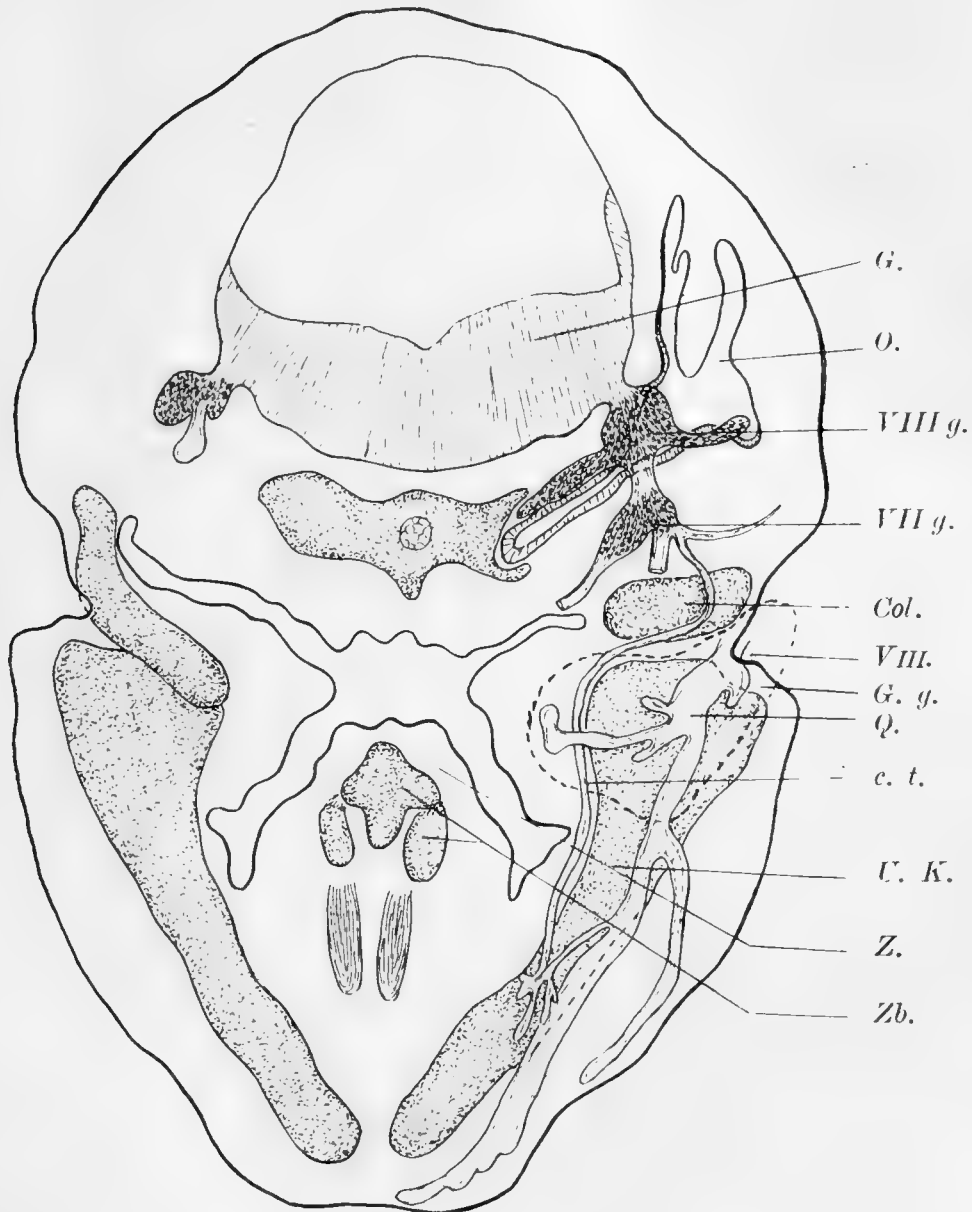


Frontale Rekonstruktion aus frontalen Schnittserien eines älteren Entenembryo von 12 mm.

40 fach vergrößert (auf die Hälfte verkleinert).

- N. o.* Nasenöffnung,
- M. R.* Mundrachenraum,
- Ns.* Nasenseidewand.

Fig. 49.



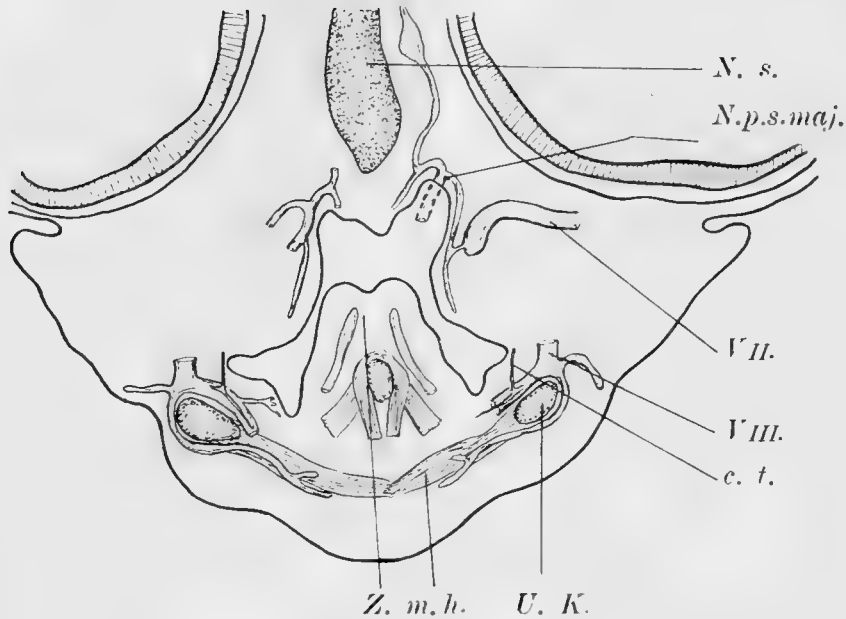
Die frontale Rekonstruktion aus frontatalen Schnittserien des Entenembryo.

40fach vergrößert (um $\frac{2}{5}$ verkleinert).

Og. Äusserer Gehörgang.

Bald verbreitert sich die Facialismuskulatur distal und dorsalwärts. Ihr proximaler Teil ist dann in zwei Schichten, eine mediale und laterale geteilt, die durch den N. facialis von einander getrennt sind.

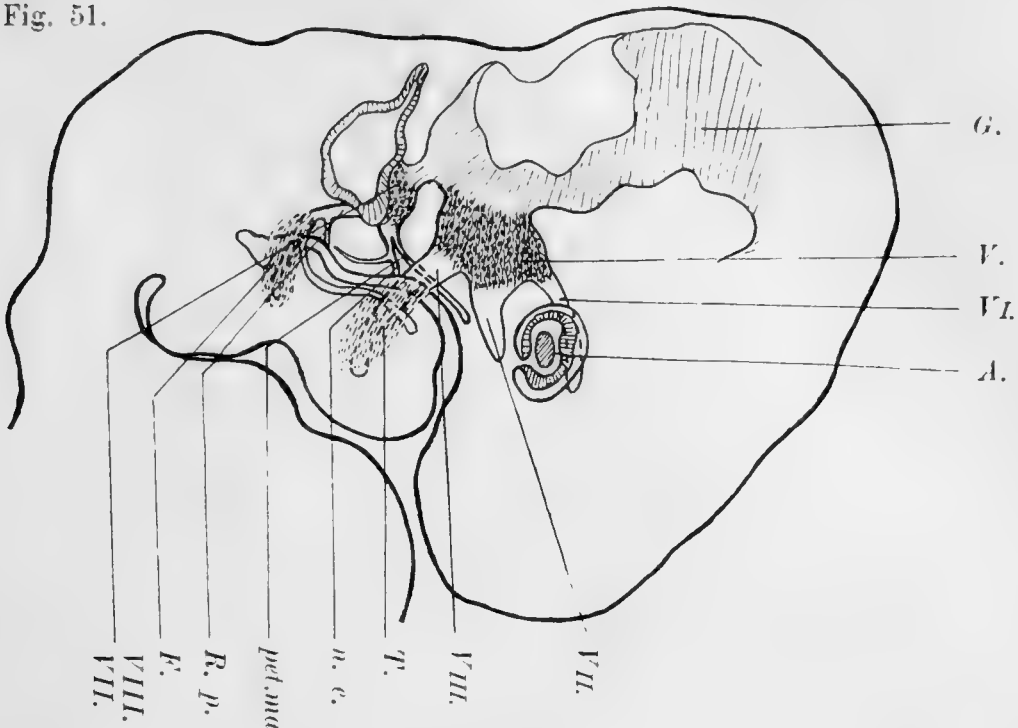
Fig. 50.



Frontale Rekonstruktion aus frontalen Schnittserien des Entenembryo von 22 mm.
40fach vergrößert (auf die Hälfte verkleinert).
Bezeichnungen wie bisher.

Die laterale Schicht läuft an der Seitenfläche des Halses kaudalwärts und bildet die Anlage des *Platysma colli*. Die mediale Schicht verläuft zuerst kaudal- und dann oralwärts gegen den vorderen Rand des Unterkiefers. Hier ist die gemeinsame Anlage des *M. stapedius digastricus* und *stylohyoideus* zu suchen. Um diese Zeit findet auch die Verbindung der *Chorda tympani* mit dem *Lingualis* statt. Der R. posterior entsendet den kleinen Ast, der zur *Epidermis* tritt, und der R. anterior läuft an einigen Stellen so dicht an der dorsalen Seite der *Hyomandibulartasche*, dass er dort mit der *Epidermis* verwachsen zu sein scheint; er geht dann in die *Oberkieferregion*, wo er sich in zwei Äste teilt. Der dritte Ast, der im vorigen Stadium mit der *Epidermis* der *Schlundtasche* verwachsen war, ist nicht mehr aufzufinden. Der als *N. petros. sup. maj.* zu deutende Ast im *Oberkiefer* hat die Verbindung mit dem *Trigeminus* noch nicht erreicht. Vom *Ganglion gen.* geht dann bei diesem etwas älteren Stadium ein Zweig zur

Fig. 51.



Sagittale Rekonstruktion aus sagittalen Schnittserien des Schweinembryo von 8.4 mm grössten Körperlänge. 37fach vergrössert (um $\frac{2}{5}$ verkleinert).

- | | |
|------------------|---|
| G. | Gehirn. |
| a. | Auge. A. Auge, |
| V. | N. trigeminus. |
| V., VII., VIII. | Ramus primus R. secund. R. tertius v. Trigeminus, |
| VI., VII., VIII. | R. primus, secundus, tertius n. trigemini, |
| T. | Die Anlage der Trigeminusmuskulatur, |
| n. e. | N. epibronchialis. |
| VII., VIII. | N. acousticofacialis. |
| n. p. s. maj. | N. petrosus superficialis major. |
| R. p. | R. posterior, |
| F. | Die Anlage der Facialismuskulatur. |

Fig. 52.

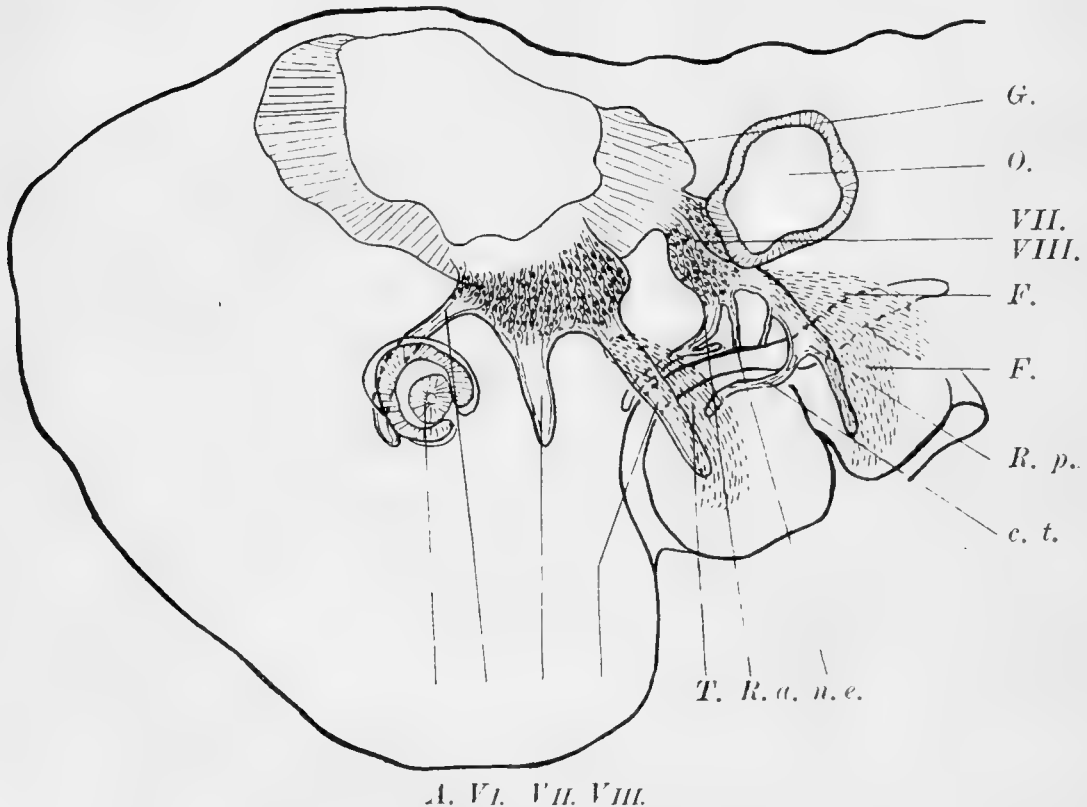


Frontale Rekonstruktion aus frontalen Schnitten des Schweinembryo des fast gleichen Stadiums 40fach vergrössert (auf die Hälfte verkleinert).
 K I. Erster Kiemenbogen,
 K II. Zweiter Kiemenbogen.

Schlundspalte (N. epibranchialis', der bei dem jüngeren Embryo nicht direkt vom Ganglion entsprang, sondern von dem als N. petr. sup. maj. bezeichneten Zweige.

Bei einem älteren Embryo (11 mm, 4,3 mm, 5,00 cem) sind die Anlagen der Reichertschen und Meckelschen Knorpel schon ganz deutlich, die Facialismuskulatur ist bedeutend breiter geworden und zeigt schon Zusammenhang mit dem Meckelschen Knorpel. Das vordere ventrale Ende der oberflächlichen Schicht des Platysma colli ist schon etwas über dem Kinnrand nach dem Unterkiefer verbreitert. Der Facialisstamm ist in zwei Äste geteilt. Der eine ist für die ober-

Fig. 53.



Sagittale Rekonstruktion aus sagittalen Schnittserien eines etwas älteren Schweineembryo.

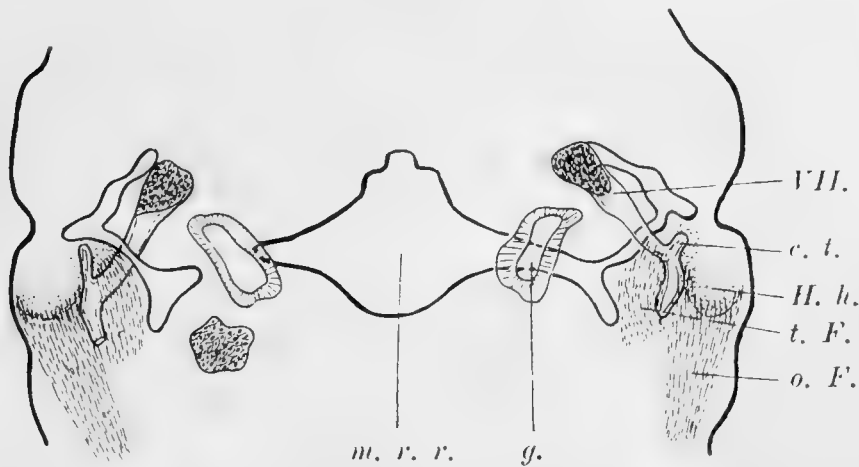
40fach vergrößert (um $\frac{2}{5}$ verkleinert).

F. d. Der Teil der Facialismuskulatur, der sich zum Platysma differenziert,
F. d. Der Teil der Facialismuskulatur, der sich zu den Mm. stapedius diastriacus
und stylohyoideus differenziert.

Bezeichnungen wie bisher.

flächliche Schicht, der andere für die tiefe Schicht bestimmt. Durch den proximalen Teil dieser Schicht tritt der Facialis hindurch; damit beginnt die Abtrennung der Muskelzellen die für den Stapedius bestimmt sind, gerade so, wie wir es bei den Vögeln gesehen haben. Der Nervus epibranchialis und der Ast, der vom Facialisstamm zur der Epidermis der Hyomandibular-tasche zog, sind nicht mehr vorhanden. Vom Gangl. glosso-pharyngei läuft an der dorsalen Seite der Hyomandibularfureche ein Ast nach vorn und erreicht die vordere ventrale Seite des Ganglion geniculi.

Fig. 54.



Frontale Rekonstruktion aus frontalen Schnittserien des fast gleich alten Schweineembryo.

40 fach vergrößert (auf die Hälfte verkleinert)

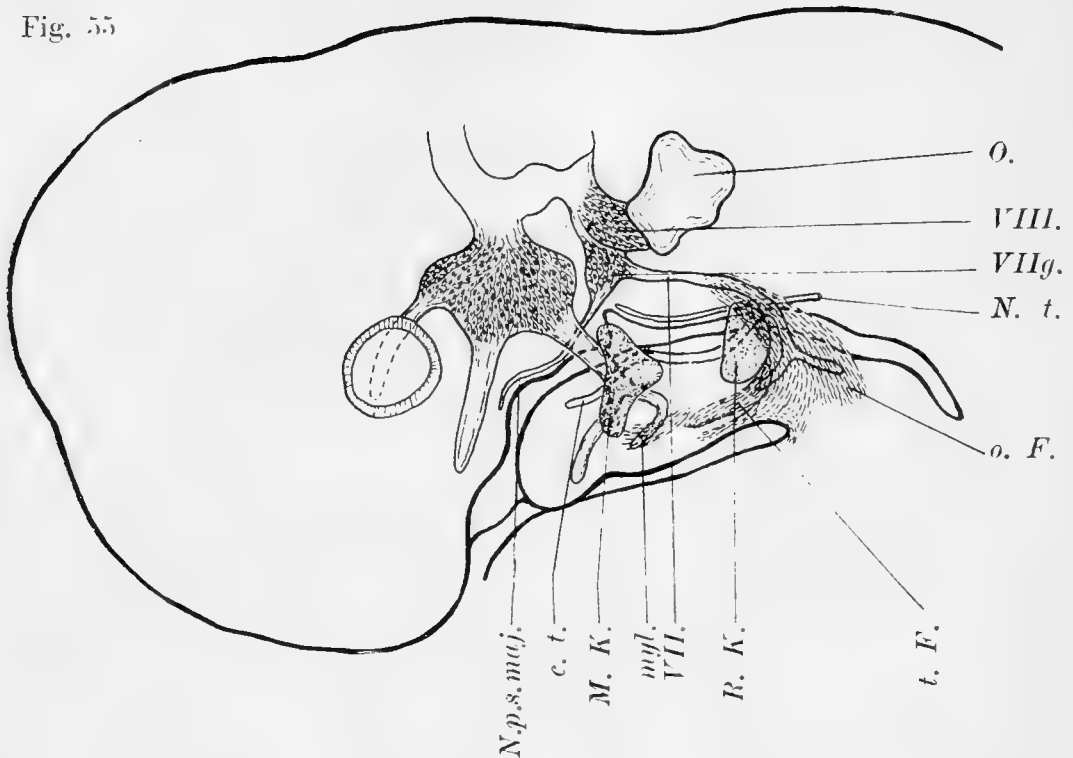
H. h. Hinterhauptbein.

o. F. Die oberflächliche Schicht der Facialis-muskulatur.

t. F. Die tiefe Schicht der Facialis-muskulatur.

Bei einem Embryo (20 mm, 8,5 cm, 6,5 mm Scheitelnaeken 6 cm) hat sich das Platysma bedeutend nach oben hingestreckt, während seine Verbreiterung nach unten noch nicht deutlicher geworden ist. Der vordere Teil des Platysma geht über den Kinnrand in das Gesicht, und tritt mit dem Munde, dem Auge und der Nase in Beziehung, in dem diese Öffnung zirkulär von den schon deutlicher gewordenen Fasern umzogen werden. Der hintere Teil des Platysma geht nach der Gehörgend und

Fig. 55



Sagittale Rekonstruktion aus sagittalen Schnittserien des Schweinembryo von 11 mm grösster Körperlänge. 37fach vergrössert (um $\frac{2}{5}$ verkleinert). Bezeichnungen wie vorher.

Fig. 56.



Sagittale Rekonstruktion aus frontalen Schnittserien des Schweinembryo von 20 mm grösster Körperlänge. 12fach vergrössert (auf die Hälfte verkleinert). v. T. Vorderer Teil des Platysma faciei, h. P. Hinterer Teil des Platysma faciei, Mu. Mund.

verbindet sich dort hinten mit dem proximalen Teil der tiefen Schicht, um mit diesem zusammen den Sphincter auriculæ zu bilden. Vor dem Ohre ist aber noch kein Zusammenhang der beiden Teile des Platysma — das geschieht erst später sekundär (cf. Fig. 56).

In einem wenig späteren Stadium hat sich die Facialis-muskulatur wesentlich weiter entwickelt. Der Sphincter auriculæ

Fig. 57.



Sagittale Rekonstruktion aus sagittalen Schnittserien dem Schweineembryo von 15 mm grösster Körperlänge.

37fach vergrössert (auf die Hälfte verkleinert).

- a. p. d.* Die Anlage des dorsalen Teiles der *Mm. auriculares posteriores*,
- a. p. v.* Die Anlage des ventralen Teiles der *Mm. auriculares posteriores*,
- d. P.* Dorsaler Teil des *Platysma faciei*,
- v. P.* Ventraler Teil des *Platysma faciei*,
- Sph. a.* *Sphincter auriculæ*,
- Scut.* Die Anlage des *M. scutularis*,
- VII.* *N. facialis*,
- C. A.* *Chorda tympani*,
- N. a. p.* *Nn. auriculares posteriores*,
- N. s. c. s.* *Nn. subcutanei colli superiores*,
- N. a. a.* *N. auricularis anterior*,
- N. b. d.* *N. buccalis dorsalis*,
- N. b. v.* *N. buccalis ventralis*.

geht weiter nach hinten und bildet dort die einheitliche Anlage der hinteren Ohrmuskeln. Das von der hinteren Seite des Ohres nach hinten ziehende Muskelgewebe lässt zwei Teile unterscheiden, die von je einem besonderen Ast des Facialis versorgt werden. Die dorsale grössere Partie (cf. Fig. 57) liefert den *M. levator auris longus*, *medius* und *brevis*, *M. abductor auris longus*, die kleinere ventrale Partie liefert den *M. abductor auris brevis*. Baum und Dobers leiten von der ersteren Partie den *M. levator auris longus* und *medius* ab, von der ventralen den *Abductor auris longus* und *brevis*. Die Nervenversorgung spricht entschieden für die Ansicht, aber ich kann ihr doch nicht beipflichten, da ich die spezielle Genese der Ohrmuskeln Schritt für Schritt verfolgt habe.

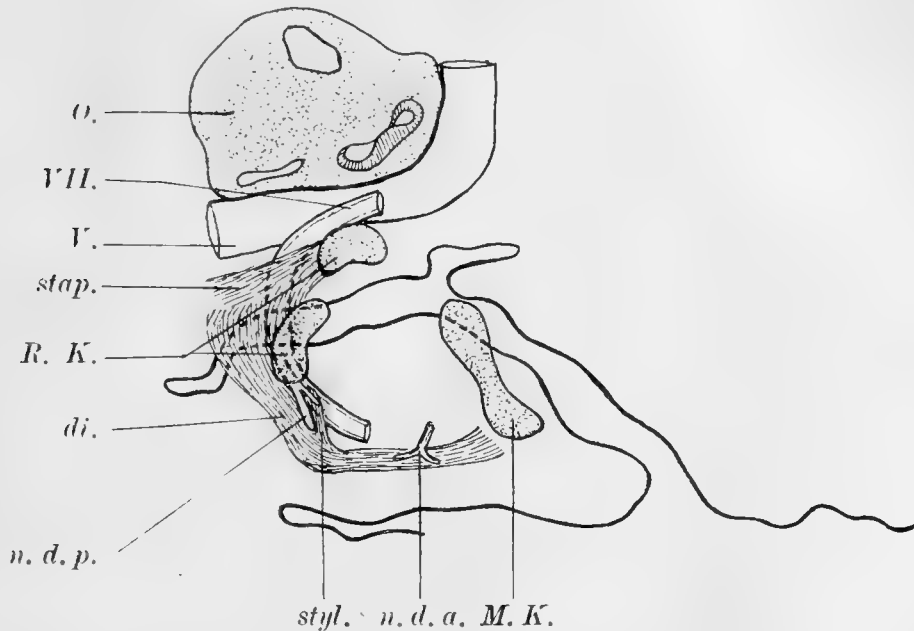
Der vordere Teil des *Platysma* ist von dem eben beschriebenen hinten durch einen schmalen leeren Streifen getrennt (cf. Fig. 58), hängt aber mit dem *M. sphincter auriculae* schon zusammen. Der weit dorsalwärts gewachsene Abschnitt liefert die Anlage für den *M. scutularis*.

Der *N. facialis* entsendet Äste, die der fortschreitenden Differenzierung der Muskelfasern entsprechen. (*N. auriculares posteriores*, *N. auricularis internus* [innere Fläche der Ohrmuskel] zwei *N. subcut. colli super.*, *N. buccalis dorsalis* und *ventralis*.)

Die gemeinsame Anlage für den *M. stapedius*, *digastricus* und *stylohyoideus* beginnt jetzt deutlichere Differenzierungen zu zeigen. Die Verbindung mit dem *Sphincter auriculae* hat sie aufgegeben. Der *Stapedius* lässt sich schon durch die Verlaufsrichtung seiner Fasern erkennen, hängt aber noch mit dem gemeinsamen Blastem zusammen. Auch die Gehörknöchelchen sind noch nicht genügend differenziert. Sie liegen als wenig deutlich abgrenzbare Massen von Zellanhäufungen um die Arterie *stapedialis* herein. Der proximale Teil des *Digastricus* teilt sich in zwei Teile, deren vorderer am Reichert-

sehen Knorpel inseriert, deren hinterer um die hintere Seite des Knorpels herum ventralwärts verläuft und am ventralen Ende des Meckelschen Knorpels inseriert. Der Muskel wird von zwei Nerven bereits innerviert: N. facialis und N. mylohyoideus. Beim Menschen glaubte ich aussprechen zu dürfen

Fig. 58.



Sagittale Rekonstruktion aus sagittalen Schnittserien desselben Schweinembryo wie vorige Figur.

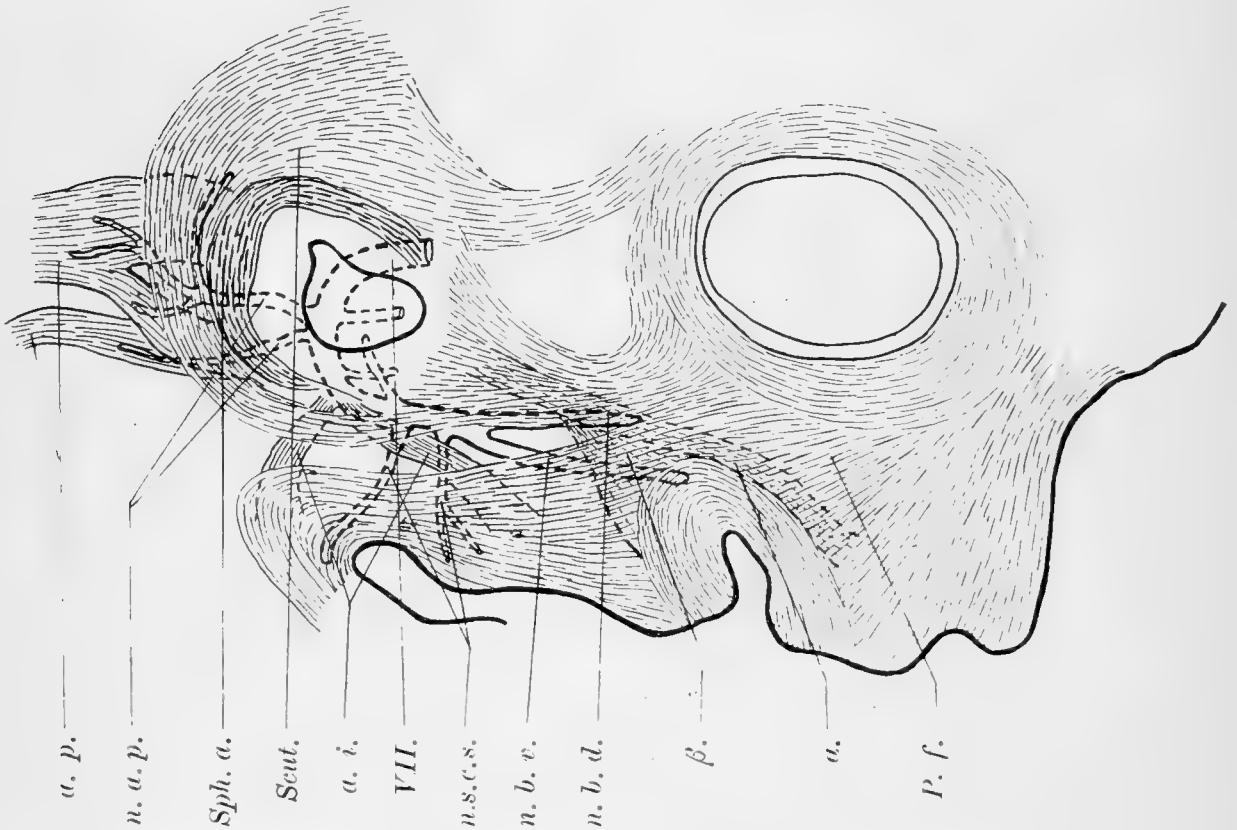
n. d. p. N. digastricus posterior,
 styl. M. stylohyoideus,
 n. d. a. N. digastricus anterior,
 M. K. Meckel'scher Knorpel.
 Sonstige Bezeichnungen wie bisher.

dass die Zwischensehne an der doppelten Innervierung des Muskels schuld sei. Das kann aber doch nicht der Fall sein, weil beim Schwein, bei dem der Biventer keine Zwischensehne besitzt, doch die zweifache Innervierung nachzuweisen ist.

Von dem Digastricus sprosst dann ein kleines Muskelfaserbündel heraus, das von dem N. digastricus posterior versorgt wird, das zwar noch nicht Beziehungen zum Reichertschen Knorpel besitzt, aber doch als Anlage des M. stylohyoideus erkannt werden kann.

Beim Embryo von 33 mm Schnauzenschwanzspitzenlänge (Nackensteiss gerade 20 mm) ist der Zusammenhang des *Platysma colli* mit dem *Spincter auriculae* sehr reduziert (cf. Fig. 59) und nur durch die vordere oberflächliche und hintere tiefe Portion des *M. depressor auris inferior* hergestellt. Dieser Muskel entspringt von der ventralen Seite des Ohres und teilt sich nach

Fig. 59.



Sagittale Rekonstruktion aus sagittalen Schnittserien des Schweinembryo von 33 mm Schnauze-Schwanzspitze.

37fach vergrößert (um $\frac{2}{5}$ verkleinert).

- a. p. *Mm. auriculares posteriores.*
- n. a. p. *Nn. auriculares posteriores,*
- Sph. a. *Sphincter auriculae,*
- Scut. *Der dem M. scutularis liefernden Teil des Platysma faciei,*
- a. i. *Die beiden Portionen des M. auriculares inferior,*
- n. s. c. s. *Nn. subcutaneus colli superiores,*
- n. b. v. *N. buccalis ventralis.*
- n. b. d. *N. buccalis dorsalis,*
- β. *Die-gemeinsame Anlage der Mm. depressor labii inferior. und buccinator.*
- α. *Die gemeinsame Anlage der Mm. levator labii superior. proprius. caninus. zygomaticus und depressor rostri,*
- P. f. *Platysma faciei.*

kurzem Verlaufe in eine vordere oberflächliche und eine hintere tiefe Portion. Beide verlaufen in ihrem peripherischen Teile eine Strecke weit durch das *Platysma colli* bedeckt, und verlieren sich dann in diesem. Nach Baum und Dobers geht diese Verbindung mit dem *Platysma* später verloren, durch Rückbildung einesteils des *Platysma*, andernteils der beiden Depressorportionen:

Der Teil des *Platysma*, der von der unteren Seite des Auges entspringt, ist zurückgebildet, der von der unteren dorsalen Seite des Auges beginnende Teil dagegen mit dem Muskelgewebe des Ohres verbunden. Der vom medialen und unteren Rande des Auges und vom oberen und lateralen Rande des Mundes entspringende Teil ist auch mit der vorderen Seite des Ohres verbunden, wie bei dem vorigen Embryo. Ein Teil dieser Muskelfasern läuft um die ventrale und hintere Seite des Ohres herum, nach seiner dorsalen Seite, wo sie mit dem Muskelgewebe zusammenhängen, das einen Teil des *M. scutularis* bildet. Dieser hat jetzt am Ohre selbst einen Ansatz erworben.

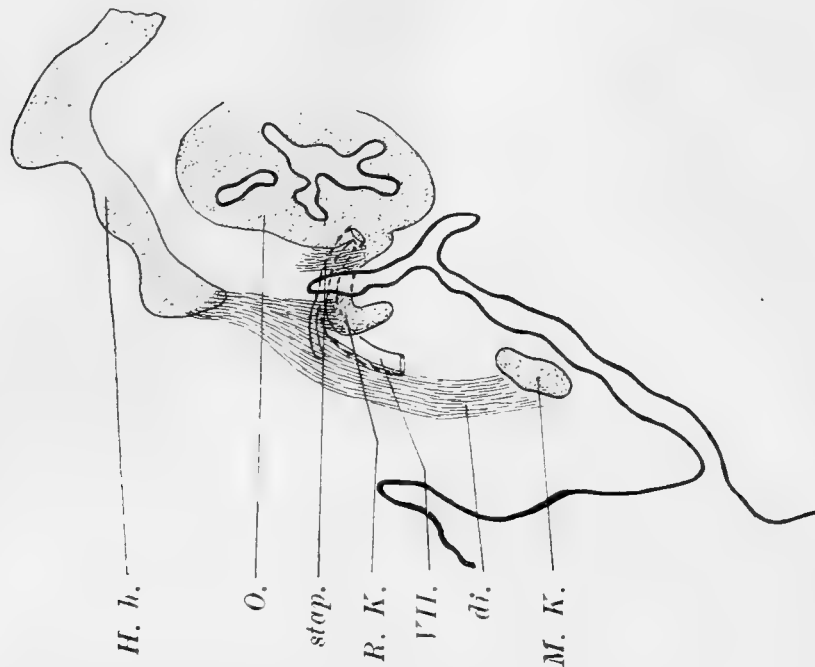
Der *Sphincter auriculae* ist auch wesentlich weiter entwickelt als bisher, zeigt aber doch noch keine Differenzierung. Sein ventrales und vorderes Ende hängt durch die Spalte zwischen *Tragus* und *Antitragus* mit dem *Tragus* zusammen.

Im Gesichte hat sich ein tiefer Muskel entwickelt, der von dem *Platysma* bedeckt ist und von der vorderen Seite des Ohres zum Oberkiefer hinzieht. Daraus bildet sich später der *N. levator labii sup. proprius*, der *M. caninus*, *zygomaticus* und *depressor rostri*. Am Mundwinkel werden einige Fasern für die untere Seite des Mundes abgegeben — die Anlage für den *M. depressor labii infer.*, *buccinat* und *orbicularis oris*.

Jetzt ist der *M. stapedius* auch von dem *Digastricus* ganz getrennt. Dazu trägt sowohl die Rückbildung der Zwischenfasern, als vor allen Dingen die Entwicklung des Hinterhauptbeines bei. Deutlich sind auch die Ansätze der Muskeln an den

Gehörknöchelchen und am Unterkiefer geworden. Von dem *M. stylohyoideus* konnte in diesem Stadium keine Spur gefunden werden.

Fig. 60.



Sagittale Rekonstruktion aus denselben sagittalen Schnittserien wie vorige Figur.
37fach vergrößert (auf die Hälfte verkleinert).
Bezeichnungen wie bisher.

Die peripherischen Facialisäste haben sich weiter umgebildet, indem der *auricularis posterior* noch einen Ast zur hinteren Seite der Ohrmuschel entsendet, zu der Anlage des *M. scutularis*. Jetzt hat auch der *N. petrosus superficialis major* seine Verbindung mit dem *Ganglion sphenopalatinum* und der *N. tympanicus* mit dem *Ganglion oticum* erreicht.

Die Facialismuskulatur, ist bei einem Embryo mit grösster Körperlänge (Sagittalschnitt) 21 mm, zeigt, dass die beiden oberflächlichen dorsalen Partien, der *Mm. auricul. post.*, die bisher zusammenhängen proximal sich in je zwei Partien geteilt haben. Von diesen vier Abschnitten ist nur die unterste mit dem *Sphincter auriculae* in Zusammenhang. Die ventrale tiefliegende Partie des *M. auricular. post.*, die später den *M. abductor aur. brev.* bildet, ist mit dem *Sphincter* noch verbunden.

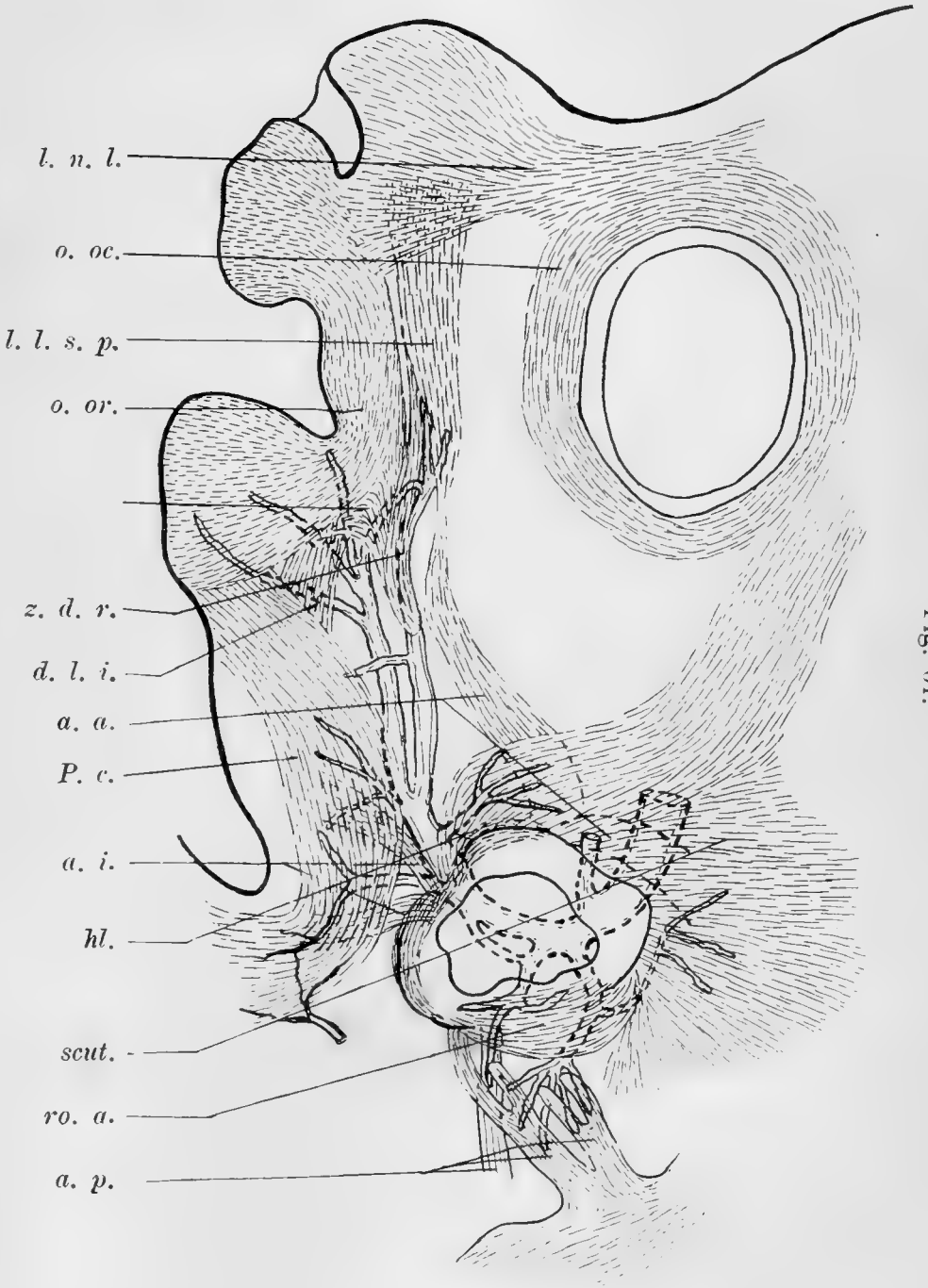


Fig. 61.

Sagittale Rekonstruktion aus sagittalen Schnittserien eines Schweinembryo von 21 mm grösster Körperlänge. 35fach vergrössert.

l. n. l.
o. oc.
l. l. s. p.

M. levator nasolabialis,
M. orbicularis oculi,
Die Anlage der Mm. levator labii superior. und caninus,

o. or.
z. d. r.

M. orbicularis oris,
Die Anlage der Mm. zygomaticus und depressor rostri,

d. l. i.

M. depressor labii inferior.

a. a.

P. c.

hl.

a. i.

scut.

ro. a.

Mm. auriculares anteriores,
Platysma colli,

Der Teil des M. scutularis, der den M. helicis liefert,

M. auricularis inferior,

M. scutularis,

Der Teil der Sphincter auricular. der die Mm. rotatores liefert,

Mm. auriculares posteriores,

a. p.

Mm. auriculares posteriores,

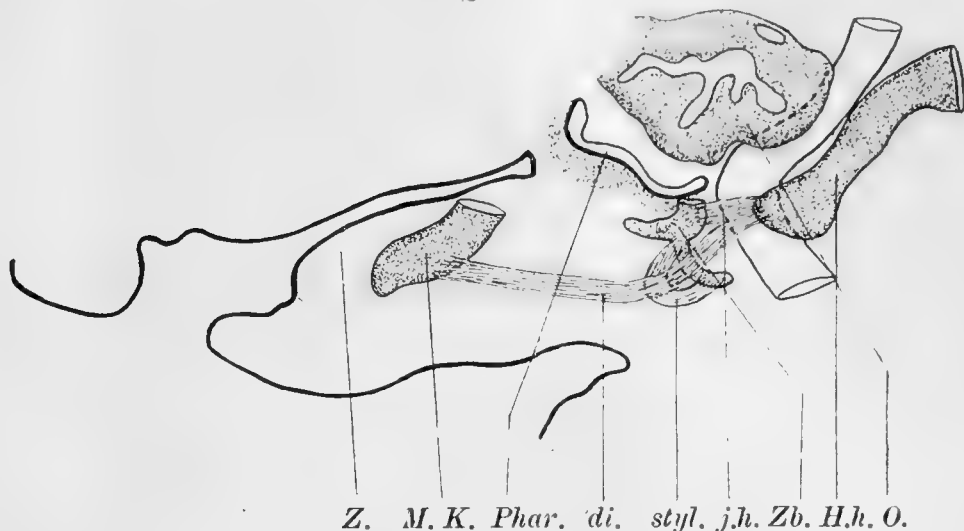
Der Sphincter selbst zeigt eine Verstärkung in den Teilen, die zum *M. trago-antitragicus*, zum *rotator* und *transversus aur.* werden, und die Zwischenbündel sind zurückgebildet. Der Tragicusteil des *M. trago-antitragicus* ist noch ganz schwach und zeigt keine Trennung von seinem Antitragicusteil.

Der von der hinteren Seite des Auges entspringende Teil des *Platysma* ist auffallend kräftiger geworden und geht direkt zu der Ohrmuskulatur herüber, um sich dort an der Bildung des *M. scutularis* zu beteiligen. Der hintere und ventrale Teil des *Platysma*, der sich an der vorderen und ventralen Seite des Ohres befindet, um dort den *M. helicis major* und *minor* zu bilden, ist noch ziemlich kräftig, bildet sich aber bald erheblich zurück. Der an der hinteren Seite des Ohres befindliche Teil des *Platysma* ist schon reduziert.

Bedeckt von den genannten Muskelmassen entspringen von der vorderen Seite des Ohres zwei Muskeln, die innig mit dem *M. sphincter auriculac* zusammenhängen. Sie seien als *M. auric. anter. dorsalis* und *ventralis* bezeichnet. Der dorsale verläuft nach oben dorsal, um etwas verbreitert zu enden. Der ventrale geht über den Jochbogen, wo er einen Ansatz gewinnt, nach vorn ventral zu der Nasenschauzengegend. So zerfällt er in zwei Teile, der hintere Teil gibt die Anlage für den *M. auriculus anterior externus* und *inferior*, der vordere Teil für den *M. levat. lab. sup. prop. und caninus*. Ein hinten unten verlaufendes schwaches Bündel, das am Jochbogen inseriert, gibt die Anlage für den *M. zygomaticus* und *depressor rostri*. Die Fasern strahlen z. T. in d. *M. orbicularis oris* ein. Der *M. depress. lab. inf.* ist jetzt auch selbständig differenziert. Er entspringt von der dorsalen Seite des *M. buccinator* und verläuft nach hinten ventral, um am Unterlippenteil des *M. orbicularis oris* zu enden.

Von der medialen Seite des Auges und vom Nasenrücken strahlen die Muskelfasern breit gegen die Nasenschauze und

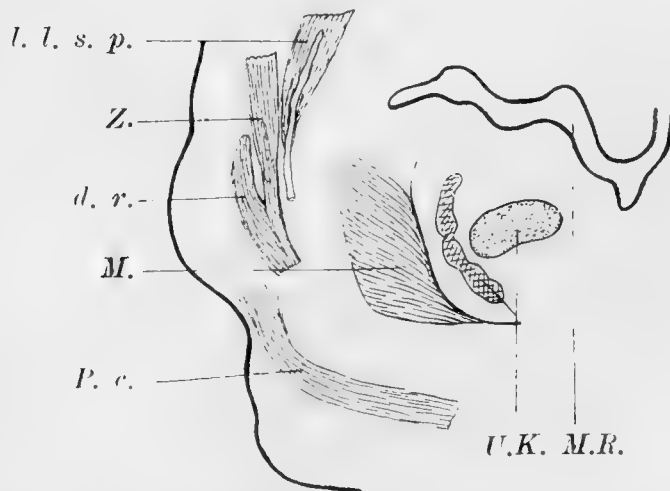
Fig. 62.



Sagittale Rekonstruktion aus denselben sagittalen Schnittserien wie vorige Figur.
37fach vergrößert (auf die Hälfte verkleinert).

- di. M. digastricus,
- styl. M. stylohyoideus.
- j. h. M. jugulo-hyoideus,
- Zb. Zungenbein,
- H. h. Hinterhauptbein,
- O. Gehörkapsel.
- Z. Zunge,

Fig. 63.



Frontale Rekonstruktion aus frontalen Schnittserien eines Schweineembryo von
22 mm grösster Körperlänge.

40fach vergrößert (auf die Hälfte verkleinert).

- l. l. s. p. Die Anlage der Mm. levator labii superior proprius und caninus,
- Z. M. zygomaticus,
- d. v. M. depressor rostri.
- M. M. masseter,
- P. c. Platysma colli.

Oberlippe, um so den *M. levator nasolabialis* zu bilden. Er liegt ganz oberflächlich und bedeckt das vordere Ende der gemeinschaftlichen Anlage des *M. lev. lab. sup. prop.* und *caninus*. Dieser Muskel scheint also dem *M. levator labii sup. alaeque nasi* der Halbaffen und Affen homolog zu sein. Die ventrale Portion des *M. auricul. inf.* ist noch nicht durch die *Gl. parotis* bedeckt, die das Ohr nicht erreicht.

Wieder halten die *Facialis*äste mit der Ausbildung der Muskeln gleichen Schritt. Der *N. buccalis dorsalis* entsendet einen Ast an die vordere Seite des Ohres. Er versorgt den vorderen Teil des *M. scutularis* und die *Mm. auriculares anter.* Sein Endteil verläuft zwischen der gemeinsamen Anlage des *M. levat. lab. sup. prop.* und *caninus* und der gemeinsamen Anlage der *Mm. depressor rostri* und *zygomaticus*, um in diese letzteren Muskeln einzutreten. Der *N. bucc. ventr.* teilt sich in mehrere Zweige, die den *M. orbicularis oris*, *buccinator* und *depress. lab. inf.* versorgen. Am Mundwinkel hat er eine Anastomose mit dem *dorsalis*.

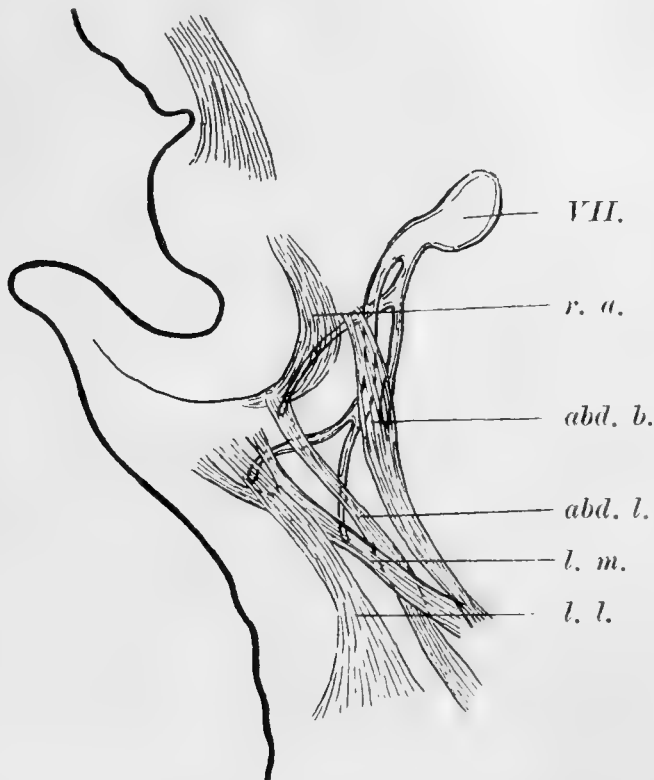
Jetzt ist auch der *M. stylohyoideus* ganz von dem *Biventer* getrennt. Er entspringt vom Reichertschen Knorpel nahe an dessen kranialen Ende und geht zum Zungenbein. Der *M. digastricus* ist in zwei Muskeln geteilt; ein Teil seiner Muskelfasern, der am Hyoidbogenknorpel ansetzt, trennt sich von dem anderen Teil und bildet den selbständigen *M. jugulohyoideus*, der gewöhnlich zum *Stylohyoideus* gerechnet wird, was mir aber falsch erscheint.

Ein Embryo von 22 mm grösster Länge zeigt die Differenzierung der gemeinsamen Anlage für den *Zygomaticus* und *Depressor rostri*. Die Trennung schreitet von vorn nach hinten fort, sie hängt zusammen mit der Anheftung von Muskelfasern des *Zygomaticus* am Oberkiefer.

Am Ohre ist die ventrale der oberflächlich liegenden Muskelanlagen in zwei Stücke zerfallen: *M. levator auris longus* und

abductor auris longus. Die andere Portion bildet den Levator auris medius und brevis, die aber grösstenteils noch zusammenhängen. Die Ansatzstellen des M. levator longus und abductor longus müssen sich dann verschieben, um ihre definitive Lage zu erreichen. Der M. abd. brevis und longus, die tiefer als die

Fig. 64.



Frontale Rekonstruktion aus denselben frontalen Schnittserien wie vorige Figur.
40fach vergrössert (um $\frac{1}{3}$ verkleinert).

- r. a. rotator auriculae.
- abd. b. M. abductor brevis.
- abd. l. M. abductor longus.
- l. m. M. levator medius,
- l. l. M. levator longus.

anderen Ohrmuskeln an der Muschel ansetzen, werden durch einen Facialisast, der M. levator brevis und longus werden durch einen anderen Ast versorgt. Der M. rotator ist noch nicht in einen longus und brevis geteilt.

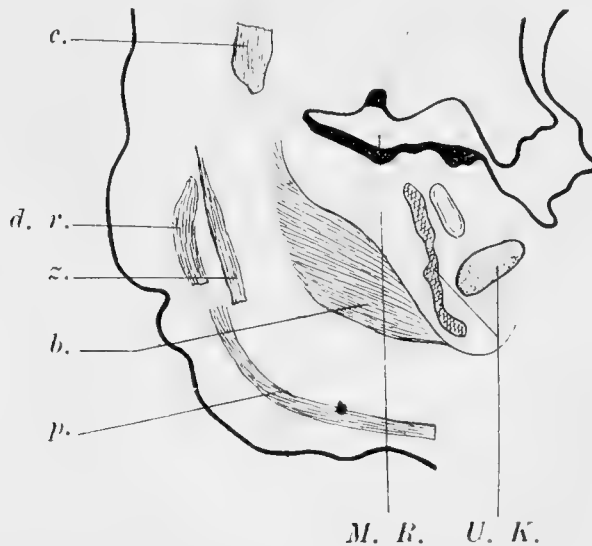
M. depressor rostri und zygomaticus sind bei einem Embryo von 25,2 mm grösster Länge vollständig getrennt. Der Depressor

rostri ist mehr nach hinten gestreckt als der Zygomaticus. Der Zygomaticus entspringt vom Arcus zyg, wo er mit dem Orbitomalaristeil des Orbicularis oculi zusammenhängt. Sein vorderes Ende ist auch von der gemeinschaftlichen Anlage des M. lev. lab. sup. prop. und des M. caninus ganz getrennt und strahlt am Mundwinkel in die Muskelfasern des Orbicularis oris ein.

Ein Embryo von 15 mm Schnauzenscheitellänge zeigt alle Facialismuskeln vollkommen differenziert.

Der M. auricul. ant. ventr. hat nicht mehr den Zusammenhang mit der gemeinschaftlichen Anlage für den Caninus und Lev. lab. sup. prop. Die intermediäre Strecke beider Teile ist zurückgebildet. Das hintere Ende der gemeinschaftlichen Anlage des M. can. und lev. lab. sup. p. hat zwei verschiedene Ansatzstellen gewonnen: der kraniale Teil (levator) auf dem Oberkieferknochen, der kaudale Teil (caninus) auf dem Alveolarfortsatz.

Fig. 65.



Frontale Rekonstruktion aus den frontalen Schnittserien des Schweinembryo von 25,2 mm grösster Körperlänge.

40fach vergrössert (auf die Hälfte verkleinert).

- c. M. caninus.
- d. r. M. depressor rostri,
- z. M. zygomaticus.
- b. M. buccinator.
- p. Platysma colli.

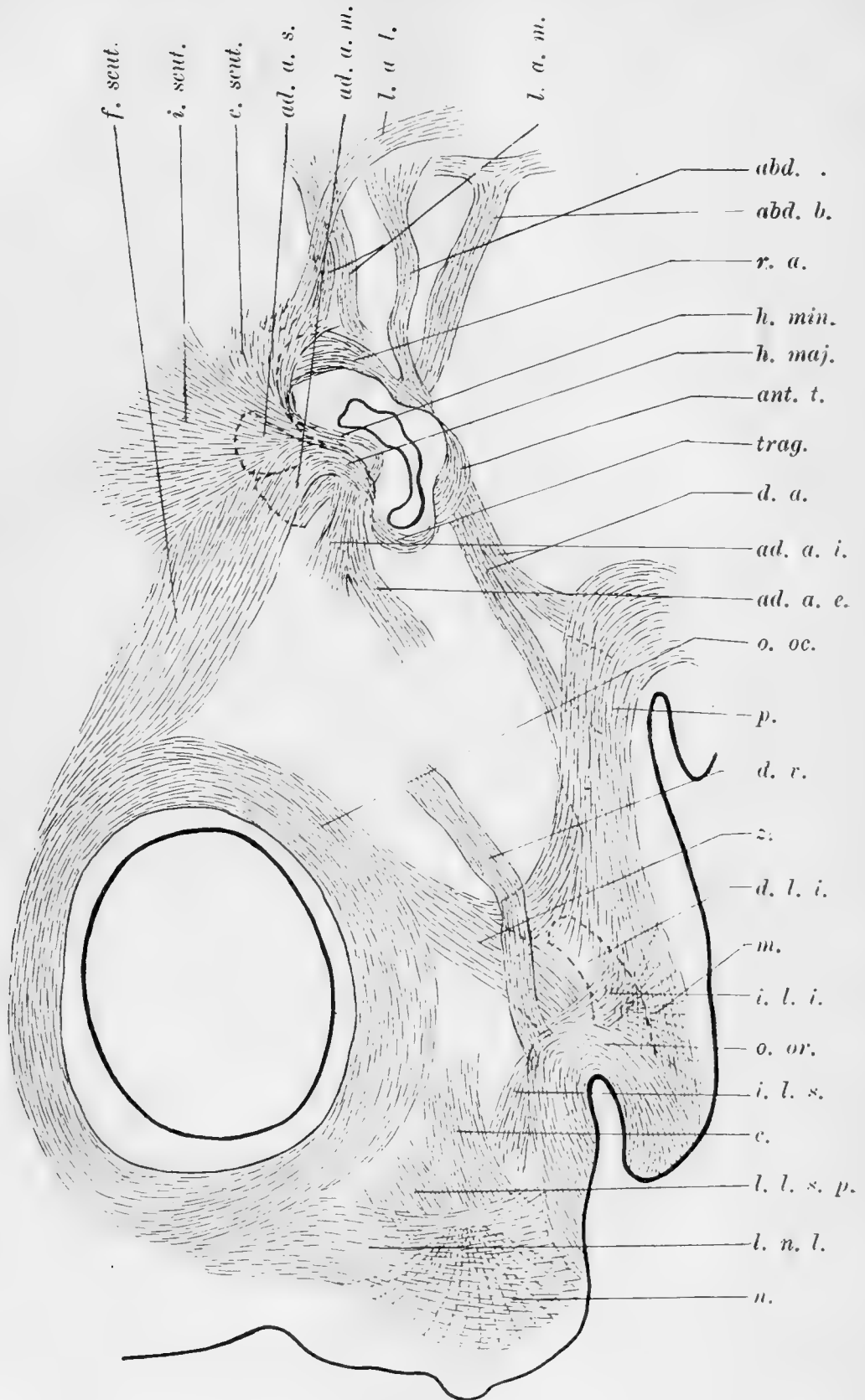
Die distalen Teile beider Muskeln bilden eine flache Muskelplatte, die von dem *M. levator nasolabialis* bedeckt, gegen die Nasenschnauze und Oberlippe ausstrahlt. *Musculi incisivi* sind auch bereits entwickelt, ebenso der *Mentalis*, letzterer entsteht von Muskelfasern, die vom *Platysma* an den Unterkieferknochen ausstrahlen, diese erwerben dort nach Ruge Ansatzstellen und wechselnde Verlaufsrichtung, um dann sekundär mit der Haut des Kinnes in Verbindung zu treten.

Nach vorn von dem *Incisiv. sup.* geht ein Muskel vom Oberkieferknochen zur Nase (*M. nasalis*). Seine laterale Portion geht zum Rücken der Nase, verbindet sich mit dem der anderen Seite und mit dem vorderen Teil des *Nasolabialis* (*Compressor narium* des Menschen). Die mediale Portion geht zur häutigen Nasensecheidewand und zum Nasenflügel, ein Teil der Fasern auch zur Oberlippe (*Depressor septi mob.* und *Depr. alae nasi* des Menschen).

Dass der *Nasalis* beim Schwein so vielseitiger entwickelt ist als beim Menschen, ist leicht zu begreifen. Mit Ruge glaube ich, dass er aus den aufwärts abirrenden Muskelfasern des *Orbicularis oris* entstanden ist.

Der *M. auric. ant. ventr.* teilt sich in zwei Portionen, die an der Muschel miteinander vereinigt sind. Die eine ventrale verläuft nach vorn zum Jochbogen (*M. adductor aur. ext.*), die andere, dorsale, bildet wahrscheinlich den *M. adduct. aur. inf.* Auch der *Auric. ant. dors.* zeigt die Andeutung von der Trennung in zwei Portionen, die wohl den *Adductor auris sup.* und *medius* liefern. Vom mittleren Teil des *M. scutularis*, der mit der Ohrmuschel zusammenhängt, steigt ein dünnes Bündel an der oberflächlichen Furché zwischen *Spina* und *Crus helicis* ventralwärts und vereinigt sich mit der Ansatzstelle des *M. auric. ant. ventr.* (*M. helicis minor.*). Der *Scutularis* zeigt eine Gliederung in drei Portionen (*m. frontoscutularis*, *m. interscutularis*, *m. cervicoscutularis*). Die ventrale Portion des *Auricularis*

Fig. 66.



Beschreibung von Figur 66.

Sagittale Rekonstruktion aus sagittalen Schnittserien des Schweinembryo von
15 mm und Stirn-Scheitel 11 mm.

37fach vergrößert (um die Hälfte verkleinert).

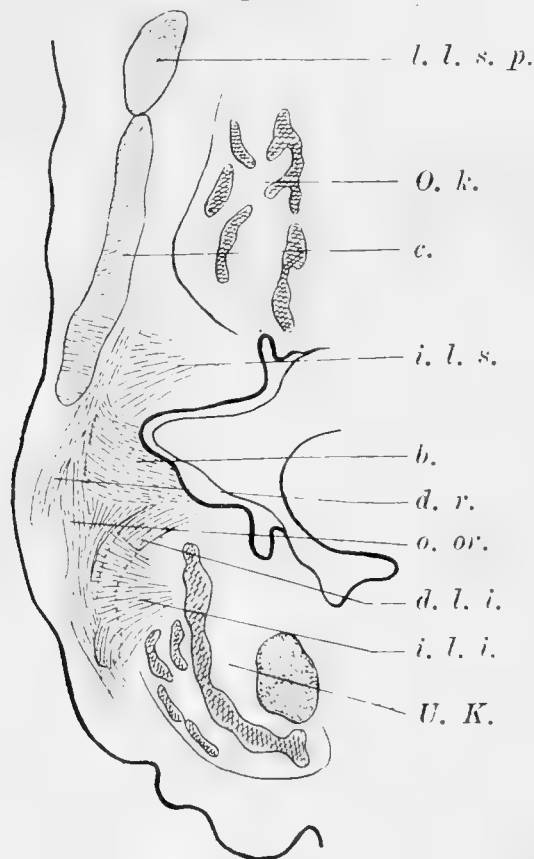
n.	M. nasalis,
l. n. l.	M. levator naso-labialis,
l. l. s. p.	M. levator labii superior. proprius,
c.	M. caninus,
i. l. s.	M. incisivu labii superior.,
o. or.	M. orbicularis oris,
i. l. i.	M. incisivu labii inferior.,
m.	M. mentalis,
d. l. i.	M. depressor labii inferior.,
z.	M. zygomaticus,
d. v.	M. depressor rostr,
p.	Platysma,
o. oc	M. orbicularis oculi,
ad. a. e.	M. adductor auris externus,
ad. a. i.	M. adductor auris inferior.,
d. a.	M. depressor auriculae,
trag.	M. tragicus,
ant. t.	M. antitragicus,
h. maj.	M. helcis major,
h. min.	M. helcis minor,
r. a.	M. rotator auris,
abd. b.	M. abductor brevis,
abd. l.	M. abductor longus,
l. a. m.	M. levator auris medius,
l. a. l.	M. levator auris longus.
ad. a. m.	M. adductor auris medius.
ad. a. s.	M. adductor auris superior,
f. scut.	M. fronto-scutularis,
i. scut.	M. inter-scutularis,
c. scut.	M. cervico-scutularis.

inf. ist jetzt von einem Teil der Parotis bedeckt. Der M. tragicus ist auffallend stärker entwickelt und verbindet sich mit dem Antitragicus, während er mit dem Teil des Scutularis, der den M. helcis major bildet, nicht zusammenhängt. Da der Schildknorpel nur als ein Fortsatz des Crus. helcis beim Embryo besteht, und sich erst längere Zeit nach der Geburt von diesem abtrennt, so kann der Scutularis beim Embryo sich natürlich nicht an diesem Schildknorpel ansetzen.

Zugleich zur Zusammenfassung diene der folgende Teil, in dem die einzelnen Muskeln noch einmal durchgesprochen werden sollen.

1. *Platysma colli* entsteht aus der oberflächlichen Schicht der Facialismuskulatur und ist hinter dem Ohre mit der Hyoidmuskulatur verwachsen. Es erreicht sehr früh den oberen Rand der Herzverwölbung und wird dann mit der fortschreitenden Entwicklung des Halses weiter gestreckt. In der Kinngegend hängen die Muskeln der beiden Seiten zusammen und divergieren dann in bekannter Weise nach der Brust hin. Eine tiefe

Fig. 67.



Frontale Rekonstruktion aus frontalen Schnittserien eines etwas jüngeren Schweineembryo.

40fach vergrößert (auf die Hälfte verkleinert).

- | | |
|-------------|-------------------------------------|
| l. l. s. p. | M. levator labii superior proprius, |
| O. k. | Ohrkieferknochen, |
| c. | M. caninus, |
| i. l. s. | M. incisivus labii superior, |
| b. | M. buccinator. |
| d. r. | M. depressor rostri. |
| o. or. | M. orbicularis oris. |
| d. l. i. | M. depressor labii inferior. |
| i. l. i. | M. incisivus labii inferior. |
| U. K. | Unterkieferknochen. |

Lage der Halsmuskulatur, ein Sphincter colli, ist nirgends zu konstatieren. Da der am Ohr liegende Teil bedeutend tiefer liegt als der übrige, so glaube ich behaupten zu können, dass der zum Ohr ziehende Teil des Platysma dem Sphincter colli der Halbaffen, Affen und des Menschen entspricht.

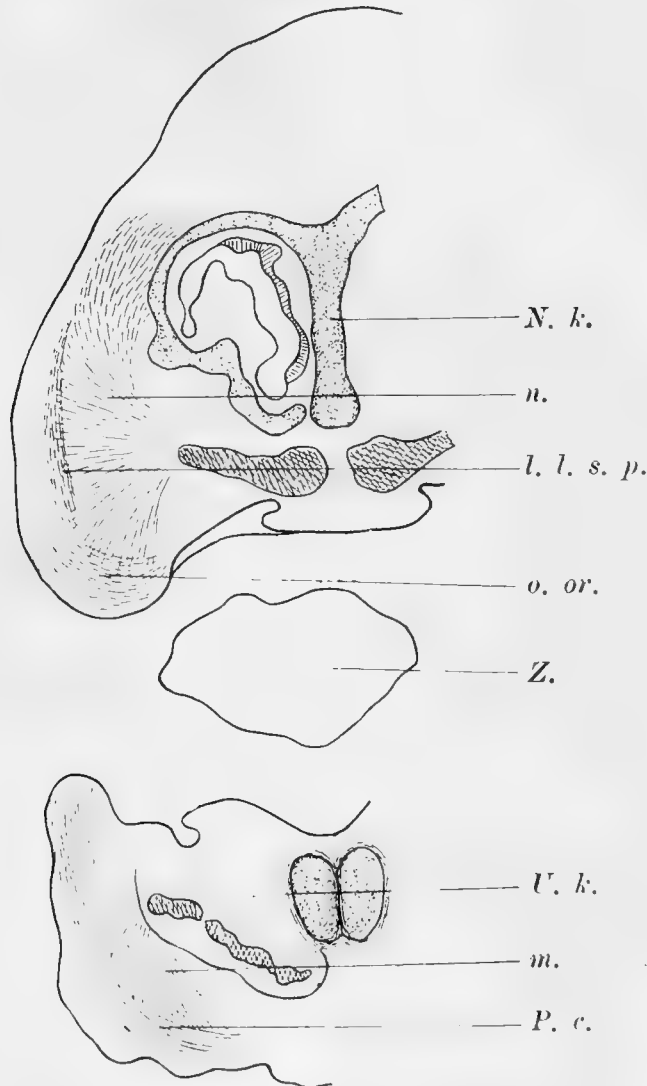
Diese Anschauung wird durch die Tatsache gestützt, dass der *M. auriculares inf.* an seinem ventralen Ende vom *Platysma colli* und die *Mm. auriculares ant.* durch den *M. scutularis*, der sich vom *Platysma faciei* herleitet, bedeckt ist, ferner, dass fast alle Gesichtsmuskeln, die bei den Halbaffen, Affen und beim Menschen sich aus dem Sphincter colli differenzieren, sich von der gemeinschaftlichen Anlage mit dem *M. auricularis ant. ventr.* entwickeln. Das vom *Platysma colli* zum Ohr gehende Muskelgewebe hat Ähnlichkeit mit dem bei jenen Tieren vorkommenden *M. auriculo-labialis inf.*, aus dem nach Ruge sich der *M. tragoantitragicus* differenziert. Das Muskelgewebe, das von der Nasenschnauze und dem oberen Teil der Oberlippe nach der vorderen Seite des Ohres zieht und die gemeinsame Anlage für *Auric. ant. ventr. levator lab. sup. p.*, *Caninus*, *Zygomat.* und *Depressor rostri* bildet, hat mit dem *M. auriculo-labialis sup.* ähnliches Verhalten. Nach Ruge ist dieser Muskel aus dem *Platysma colli* herzuleiten, während beim Schwein seine Abkunft aus den tiefen Schichten (*Sphincter colli*) zu erweisen ist.

Bei meiner Untersuchung der Facialismuskulatur des Menschen fand ich, dass der *M. tragoantitragicus* aus der tiefen Schicht des *Platysma* herzuleiten ist. Beim Schweine finde ich auch eine Bestätigung hierfür.

Die Verbindung des *M. zygomaticus* des Schweines an seinem aboralen Ende mit dem dem *M. orbitomalaris* entsprechenden Teil des *M. orbicularis oculi* und an der lateralen Seite des Mundes mit dem *Platysma colli* ist sekundär erworben, nicht primär.

Wie beim Menschen kann man bei der Gesichtsmuskulatur des Schweines eine oberflächliche und eine tiefe Schicht unterscheiden. Die aus dem *Platysma faciei* differenzierten Muskeln gehören zu der oberflächlichen Schicht (*M. orbicularis oculi*,

Fig. 68.



Frontale Rekonstruktion aus denselben Schnittserien wie die vorige.
40fach vergrößert (auf die Hälfte verkleinert).

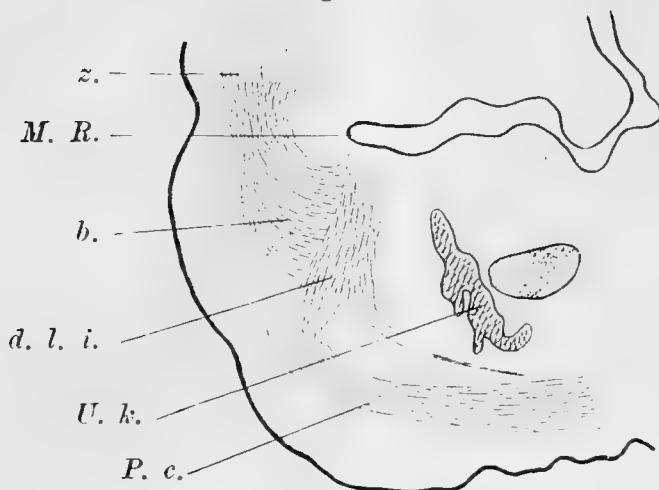
- | | |
|-------------|--|
| N. k. | Nasenkapselknorpel, |
| n. | <i>M. nasalis</i> , |
| l. l. s. p. | Der peripherische Teil des <i>M. levator labii superior. proprius</i> und <i>caninus</i> ,
wo beide Muskeln vereinigt sind, |
| o. or. | <i>M. orbicularis oris</i> , |
| U. k. | Unterkieferknochen, |
| m. | <i>M. mentalis</i> , |
| P. c. | <i>Platysma colli</i> . |

levator nasolabialis, mentalis). Die aus dem Sphincter colli entwickelten Muskeln gehören zu der tiefen Schicht (M. levat. lab. sup. p., Caninus, Depressor rostri, Zygomaticus, Depressor labii inf., Buccinator, Orbicularis oris, Incisivi, Nasalis). Anfangs hängt die gemeinsame Anlage dieser Muskeln mit der des Auricularis ant. ventr. zusammen und zieht von der vorderen ventralen Seite des Ohres gegen die Nasenschnauze. Von dieser Anlage strahlt ein Teil der Muskelfasern gegen die Mundwinkel (M. depress. lab. inf. buccinator, Orbicul. oris [Incisivi nasalis]). Alsdann trennt der am Jochbogen erworbene Ansatz diese gemeinsame Anlage von dem M. auric. ant. ventr. Der Buccinator entwickelt sich, wie ich auch beim Menschen fand, vom lateralen Teile des M. orbicularis oris, der durch die Verkleinerung des embryonalen Mundes in die Wange hineingezogen wird. Sein am Mundwinkel besonders inniges Zusammenhängen mit dem Orbicularis verrät noch seine Herkunft.

Es fragt sich nun woraus sich der M. orbicularis oris etc. oculi in der Embryonalzeit entwickelt, wenn der zum Gesichte ziehende Teil des Platysma nur der oberflächlichen Schicht des Platysma colli der Halbaffen, Affen und des Menschen entspricht, und keine tiefe Schicht vorhanden ist. Der Orbicularis oris scheint mir hauptsächlich aus dem Muskelgewebe, das von der vorderen Fläche des Ohres zur oberen Seite des Mundes zieht, und meiner Ansicht nach zur tiefen Schicht der Gesichtsmuskulatur gehört, gebildet zu sein. Seine Muskelfasern hängen ja sehr innig mit dem des Zygomaticus und Depressor rostri am Mundwinkel zusammen. Ob das Platysma faciei auch an der Bildung des Orbicularis oris beteiligt ist, kann ich nicht entscheiden.

Der M. orbicularis oculi hängt während der Embryonalzeit mit dem Mesenchymgewebe in der Nähe der Augenmuskeln zusammen. Dieses Mesenchymgewebe zieht zu den Augenlidern und am Ductus nasolacimalis entlang zur Nasenkapsel; damit

Fig. 69.



Frontale Rekonstruktion aus frontalen Schnittserien des Schweinembryo von 22 mm grösster Körperlänge.

30fach vergrössert (auf die Hälfte verkleinert).

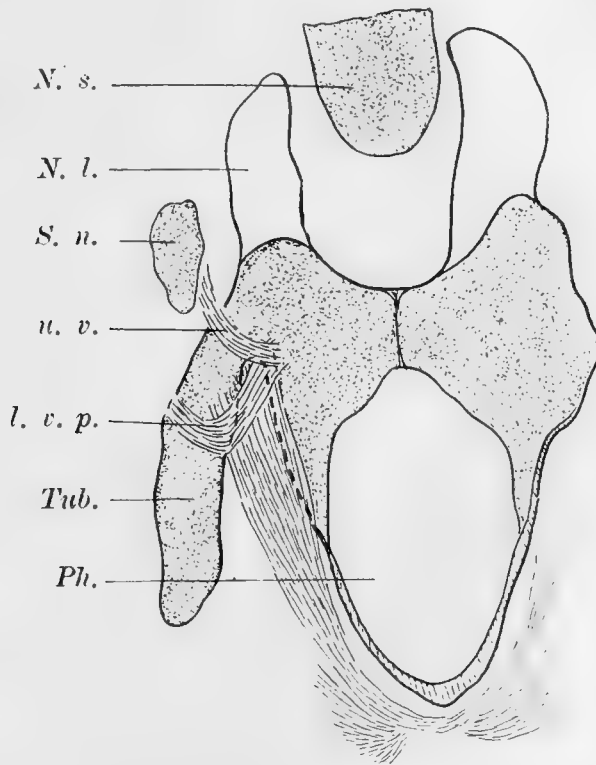
z.	M. zygomaticus,
M. R.	Mundrachenraum,
b.	M. buccinator,
d. l. i.	M. depressor labii inferior.,
U. k.	Unterkieferknochen.
P. c.	Platysma colli.

scheint eine Art Sphincterbildung um diese Öffnungen zusammen zu hängen. Diese werden aber später von dem myogenen Gewebe, das vom *Platysma faciei* stammt, ersetzt. Beim Menschen konnte dieser Prozess genauer verfolgt werden.

Die Entwicklung des *M. levator veli palatini* und des *M. uvulae* scheint beim Schwein genau so zu sein wie beim Menschen. Beide Muskeln differenzieren sich aus dem Gewebe des *Platysma colli*, das von der vorderen Seite des Oberkieferfortsatzes nach seiner medialen Seite zieht. Der an der medialen Seite des Oberkieferfortsatzes liegende Abschnitt wird durch das Zurückbilden des vorderen Teiles von dem Gesichtsteil des *Platysma* getrennt. Dann gewinnt er Anheftung an der *Spina nasalis* und an der *Tuba auditiva* und ihrer Umgebung, differenziert sich dann zu den beiden Gaumenmuskeln, die mit der Bildung des weichen Gaumens und der *Uvula* ihre definitive Lage bekommen.

Meine Angaben über die Ohrmuskeln des Schweines stimmen nicht in allen Punkten mit denen von Gurlt, Ellenberger und Baum überein. Zum Teil ist das oben darauf zurückzuführen, dass ihre Ausbildung nach dem letzten Embryonalstadium, das ich beschrieben habe, noch weiter fortschreitet.

Fig. 70.



Frontale Rekonstruktion aus denselben Schnittserien wie Fig. 67 und 68.
40fach vergrößert (auf die Hälfte verkleinert).

- N. s. Nasenscheidewand,
- N. l. Hinterster Teil des Nasenloches,
- S. n. Vorknorpel der Spina nasalis,
- u. v. M. uvulae,
- l. v. p. M. levator veli palatini,
- Ph. Pharynx,
- Tub. Tuba Eustachii.

Nach diesen Autoren fehlt der M. interscutularis; beim Embryo finde ich ihn aber, und die neuesten Angaben von Baum-Kirsten erwähnen ihn auch beim erwachsenen Tier. Der M. scutularis besteht aus drei Portionen, wie erwähnt: M. fronto-scutularis, M. interscutularis, M. cervico-scutularis, die aber nicht vollkommen von einander getrennt sind. Der fronto-

scutularis soll nach Baum-Kirsten sehr oft in zwei Portionen zerfallen. Eine entspringt vom Arcus zygomaticus (Portio temporalis) und eine medial davon gelegen vom Pr. zygom. ossis frontis und der Crista front. ext. (Portio frontalis). Der M. cervico-scutularis soll in der Mittellinie des Nackens entspringen und ausserdem mit einem zweiten Schenkel von der Oberfläche des M. lev. longus und medius. Bei den Embryonen habe ich davon nichts gesehen. Nach Baum-Dobers entwickelt sich der Muskel folgendermassen. Der orale Schenkel des S-förmigen Muskelzuges, der die dorsale Wand der Ohrmuschel umzieht und auf den oro-dorsalen Seite der Muschel an dem Crus helicis endet, wächst an der naso-ventralen (vorderen unteren) Seite der Spina weiter und zwar bis an die Unterflache der Concha. Er strahlt dann von dem Insertionspunkt an der Ohrmuschel fächerförmig in dorsaler Richtung gegen Stirn, Schädel und Hinterhauptsgegend aus. Diese fächerförmige Muskelplatte (naso- oder oro-dorsale Muskelplatte) teilt sich im ventralen Verlauf in eine oberflächliche und eine tiefe Schicht; aus der letzteren differenzieren sich der M. cervico-scutularis (aus dem kaudalen Teil) adductor auris medius (aus dem dorsalen Teil) und frontalis (aus den nach der Stirn verlaufenden Fasern).

Aus der oberflächlichen differenzieren sich M. adductor auris sup. (aus den direkt frontalgerichteten Muskelfasern) fronto-scutularis und interscutularis. (Beide aus den Muskelfasern, die von dem Margo oralis helicis und der Spina helicis stirnwärts verlaufen.)

Mm. auricularies antt. finde ich auch vier. Die beiden mehr ventral liegenden (M. adduct. aur. ext. und inf.) differenzieren sich aus dem M. auric. ant. vent., der von der vorderen ventralen Seite der Muschelpalte entspringt und zum Arcus zygomaticus verläuft. Die anderen zwei, mehr dorsal liegenden (M. adduct. med. und sup.) entstehen aus dem M. auric. ant. dors. der von

der vorderen und dorsalen Seite der Muschelspalte nach vorn und dorsalwärts ausstrahlt; grösstenteils sind sie von dem *M. scutularis* bedeckt. Alle vier Muskeln leiten sich aus dem Sphincter aur. ab. Im gewissen Stadium sind sie alle mit dem Sphincter verbunden und von dem vorderen ventralen Teil des *M. scutularis*, aus dem sich der *M. helicis* maj. und min. differenziert, bedeckt. Nach Baum und Dobers ist der *M. adduct. aur. ext.* und *inf.* aus dem Platysma, der *M. adductor aur. sup.* und *med.* aus dem Ursprungsmuskelgewebe (entspricht meinem Sphincter aur.) abzuleiten. Die Differenzierungsweise des *M. add. aur. ext.* und *inf.* geht so vor sich, dass vom ventralen Muschelwinkel aus eine fächerförmige Verbreitung der oberflächlichen Platysmafasern eintritt, die sich in drei Muskeln (*M. helicis* maj., *adductor aur. inf.* und *ext.*) zerlegen lässt. Die Muskelfasern, die den *M. adduct. aur. inf.* bilden, verlaufen direkt dorsal und heften sich an dem kolbig verdickten Ende der Spina helicis, dem späteren Schildknorpel an. Die Fasern, die den *M. adduct. aur. externus* bilden, strahlen in einem einfachen aber ziemlich breiten Muskelbündel gegen die Stirn zu aus und verbinden sich bei älteren Embryonen mit den sich von oben her entwickelnden Fasern des *M. fronto-scutularis* so, dass dadurch auf der vorderen Ohrgegend eine ausgebreitete Muskelplatte gebildet wird. Von der Differenzierungsweise des *M. adductor aur. sup.* und *med.* wurde schon oben das nötige erwähnt. Alle vier vorderen Ohrmuskeln entwickeln sich aus dem Platysma faciei und ich nehme an, dass der S-förmige Muskelzug, der sich nach Baum und Dobers aus dem „Ursprungsmuskelgewebe“ ableitet, ein Teil des *M. scutularis* ist.

Zu den oberen Ohrmuskeln gehören bei den Haustieren zwei Muskeln: der kurze und mittlere Heber. Beide Muskeln hängen bei den Embryonen am Hinterhaupt noch mit einander zusammen. Sie haben, wie oben gesagt, mit den *Mm. aur. posterior.* innigen genetischen Zusammenhang.

Zu den hinteren Ohrmuskeln rechnet man den Levator aur. longus und den Abductor auris longus und brevis. Alle drei Muskeln entspringen am Nackenbande und setzen sich an der hinteren Seite der Ohrmuschel an. Die Ansatzstelle des Abduct. brevis ist durch die des Abductor longus bedeckt.

Der Musc. aur. inf. besteht, wie die Autoren angeben, aus einer oberflächlichen und einer tiefen Portion. Die tiefe Portion ist von der Parotis bedeckt. Beide Portionen ziehen ventralwärts und verlieren sich in dem Platysma colli, nach dem sie eine Strecke weit unter ihm verlaufen sind. Die Richtung der Fasern ist genau so, wie die des M. abductor aur. brevis, aber ich habe niemals gesehen, dass sie, wie Baum-Dobers erwähnen, in die Fasern des Abd. brevis übergehen. Diese Autoren sagen, dass der Muskel wie der Antitragicus eine Ausbreitung des Ursprungsmuskelgewebes in oro-ventraler Richtung sei.

Der M. auricul. profundus entspringt an der ventralen Seite des Muschelgrundes und setzt sich an seiner dorsalen Seite an. Er ist vom Sphincter aur. durch Rückbildung des zwischen ihm und dem Antitragicus liegende Teiles abzuleiten. Nach Baum-Dobers entstehen zwei Muskeln: M. rotator auris longus und brevis aus diesem einfachen Muskel durch Bildung der Spalte zwischen Scutulum und Eminentia conchae. M. rotator auris brevis verläuft von vorn nach hinten und füllt diese Spalte aus, während der M. rotat. longus ventralwärts verläuft. Da das Scutulum sehr spät, wie oben erwähnt, zur Ausbildung gelangt, differenzieren sich diese Muskeln auch sehr spät.

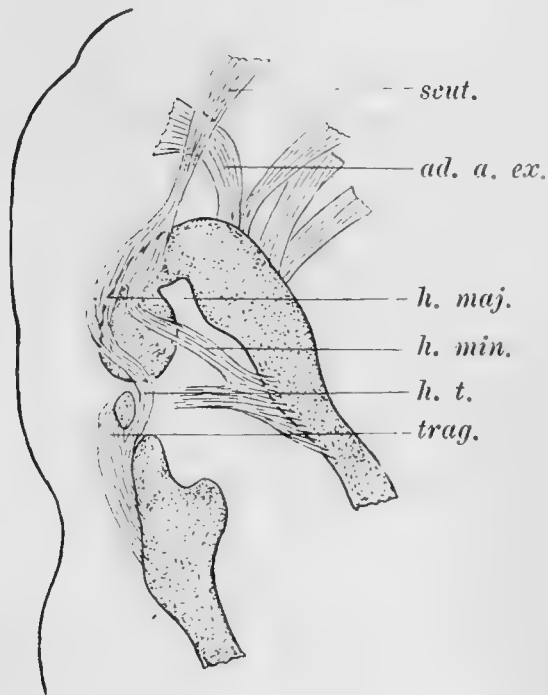
Alle oberen, hinteren, unteren und tiefen Muskeln lassen Baum und Dobers aus dem Ursprungsmuskelgewebe entstehen, das wie gesagt meinem Sphincter aur. entspricht; dieser Angabe kann ich zustimmen.

Der M. tragicus und antitragicus, die denen des Menschen sehr ähnlich sind, sind bei dem ältesten Schweineembryo noch nicht getrennt. Meiner Meinung nach sind sie aus dem Sphincter

auriculae abzuleiten. Baum und Dobers sagen, dass sich der Tragicus aus dem Platysma bilde, während der Antitragicus aus dem Ursprungsmuskelgewebe abzuleiten ist. Die den ventralen Ohrwinkel umziehenden vor der Ohrmuschel dorsal verlaufenden Fasern des Platysma (Muskelfasern des aboralen Halbkreisbogens) wachsen am ventralen Muschelwinkel und an der Aussenseite des Tragus in die Tiefe. Sie werden durch die Muskelfasern des oralen Halbkreisbogens die am weitesten oral zwischen Auge und Ohr vorgedrungenen Fasern des Platysma verstärkt und bilden den M. tragicus.

M. helcis maj. und min. stellen einen Teil des M. scutularis dar, der am vorderen Teile der Helix hinabsteigt.

Fig. 71.



Frontale Rekonstruktion aus frontalen Schnittserien des Schweinembryo, der älter als derjenige der Figur 66 ist. Vordere Ansicht.

37fach vergrößert auf die Hälfte verkleinert).

scut.	M. scutularis,
ad. a. ex.	M. aductor auris externus,
h. maj.	M. helcis major,
h. min.	M. helcis minor,
h t.	M. helico-tragicus,
trag.	M. tragicus.

Er ist durch schwache Muskelbündel, die den *Helicotragicus* darstellen, mit dem *Tragicus* verbunden. Ein Teil seiner Muskelfasern verläuft, von den anderen getrennt, an dem aus der Concha hervortretenden Teile der Helix und stellt den *M. helieis minor* dar. Die Spaltung geschieht durch Einschiebung eines knorpeligen Gebildes, der *Spina helieis*. Ein Teil der Fasern des *M. helieis minor* verläuft horizontal und endet, ohne sich mit dem *M. helicotragicus* zu verbinden. Genaueres kann ich darüber nicht aussagen, weil mir ältere Embryonen fehlten.

Den *M. transversus* und *obliquus* habe ich trotz besonderer Mühe nicht gefunden. Wahrscheinlich treten sie eben sehr spät auf. Sie lassen sich nach Baum und Kirsten nicht mehr trennen und stellen einen ringförmigen bandartigen Muskelstreifen dar, dessen Faserrichtung der Längsrichtung der Ohrmuschel entspricht. Durch die Ansätze der *M. levatores*, *adductores* und *abductores* ist er bedeckt. Nach Baum und Dobers entstehen sie aus dem Ursprungsmuskelgewebe. Beim Menschen fand ich, dass der *Transversus* aus dem *M. aur. post.*, der *Obliquus* aus dem *Auric. sup.* entsteht. Nach Ruge entstehen beide bei Affen und Halbaffen aus dem *Transversus*. Ob diese Muskeln beim Schweine mit denen des Menschen etc. aber homolog sind, wage ich nicht zu entscheiden.

Über die Vergleichung der Ohrmuskeln des Schweines mit denen des Menschen haben sich Baum und Kirsten ausführlich geäußert. Sie haben den *M. scutularis* mit der Galea und ihren Muskeln verglichen, was mancherlei Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Die *M. adductores* haben sie mit dem *Auricularis anterior* des Menschen, den *Levator longus* und *medius* mit dem *Auricul. superior*, den *Abductor longus* und *brevis* mit dem *Auricul. poster.* homologisiert. Meiner Untersuchung nach entwickeln sich diese Muskeln alle aus dem *Sphincter auric.* und können somit nicht ohne weiteres mit den menschlichen verglichen

werden. Der *M. auric. inf.* fehlt dem Menschen und nach Ruges Untersuchungen sämtlichen Primaten und Prosimiern.

Ruge leitet die Ohrmuskeln nach seinen äusserst bedeutenden vergleichenden Untersuchungen alle von *Platysma colli* ab. Killian hat dagegen die Ohrmuskulatur aus der hinteren oberflächlichen Schicht des dorsalen Abschnittes der Hyoidmuskulatur abgeleitet. Baum und Dobers haben die gleiche Ansicht wie Killian; nach ihnen zieht die äussere Ohrmuskulatur, die ihren Anfang dicht unter dem dorsalen Ende des Reichertschen Knorpels nimmt, erst ventralwärts und dann in leicht gekrümmtem Verlaufe lateralwärts und tritt an die Rückseite der Knorpelschicht, die sich in dem hyoidalen Ende der Kiemenspalte und an der Oberfläche des Embryo zur Ohrmuschel bildet. Die Beziehungen zum *Platysma* werden nicht ausführlicher erörtert, obgleich die Autoren den Zusammenhang an der ventralen Seite der Ohröffnung erkannt haben. Zugleich behaupten sie, dass die *Platysma*-elemente zeitlich später auftreten, als die Zellen der hinteren Ohrmuskulatur.

Bei meiner Arbeit über die Entwicklung der menschlichen Gesichtsmuskulatur glaube ich erwiesen zu haben, dass die Ohrmuskeln sich wie Ruge meinte, nicht nur vom *Platysma colli*, sondern auch aus dem hintersten Teile des *Sphincter colli* ableiten lassen. Denn es sind an den Ohrmuskeln in frühen Stadien deutlich zwei Schichten zu erkennen, die übereinander gelegen mit einander Verbindungen haben. Der genaue Ursprung der Ohrmuskeln ist aber sehr schwer zu bestimmen, weil an der Hinterhauptsgegend der Facialismuskulatur die Sonderung der einzelnen Teile (Hyoidmuskulatur, *Sphincter colli* und *Platysma*) am spätesten eintritt. Auf den Zusammenhang der *Platysma*-zellen mit der tieferen Facialismuskulatur wurde ja auch mehrfach hingewiesen. Trotz alledem glaube ich aber nach meinen Untersuchungen berechtigt zu sein zu sagen, dass die Ohrmuskeln aus dem *Platysma* und dem *Sphincter colli* ent-

stehen. Das Baum-Doberssche »Ursprungsmuskelgewebe« ist jedenfalls mit meinem Sphincter auriculae identisch.

Alle Ohrmuskeln des Schweines mit Ausnahme des M. scutularis, des M. helicis major und minor die vom Platysma ableitbar sind, entstehen aus dem Sphincter colli. Baum und Dobers sagen aber, dass alle Ohrmuskeln, mit Ausnahme des M. tragicus, helicis major, abduct. auris externus und inferior, die vom Platysma stammen, sich aus dem »Ursprungsmuskelgewebe« differenzieren.

Zusammenfassung.

Die gesamte Facialismuskulatur differenziert sich, wie ja auch allgemein angenommen wird, aus dem Mesothelgewebe des zweiten Schlundbogens. Dieses ist bei den Amphibien, Reptilien und Vögeln ein dichtes, von der Umgebung recht gut abgrenzbares Gewebe, während es bei den Säugetieren sehr locker ist und meist ohne scharfe Grenze in das umliegende Gewebe übergeht. Ehe der Nerv sichtbare Beziehung zu dem Muskelblastem hat und während er noch mit dem Schlundtaschenepithel innig zusammenhängt, lockert sich der peripherische Teil des Gewebes bei Amphibien, Reptilien und Vögeln und dann wird die Vereinigung mit dem Facialis hergestellt. Bei den Säugetieren sind aber von Anfang an die Nervenfasern in das Muskelblastem hinein zu verfolgen. Da die Muskelzellen noch dicht an dem Knorpel des zweiten Schlundbogens liegen, so ist auch zu verstehen, dass Ansatz- resp. Ursprungsbeziehungen zu ihm sich früher entwickeln als an dem Meckelschen Knorpel. Das proximale Blastem zeigt auch bei den Säugetieren dichtere Zellenanhäufungen als seine peripherischen Teile.

Mit der Haut hat die Facialismuskulatur bei Reptilienembryonen gar keine Beziehung, sondern sie verläuft nur zwischen Skelettstücken. Beim Frosche wird aber die Verbindung

mit der Haut durch die oberflächliche Schicht des Hyomandibularis hergestellt.

Bei den Reptilien liegt dann dicht unter der Haut das Platysma, das hinten deutlich zwei übereinander liegende Schichten erkennen lässt. Die oberflächliche Schicht, die zum Platysma wird, verbreitet sich über den Hals nach vorn und hängt mit dem Mylohyoideus innig zusammen. Die tiefe Schicht, die anscheinliche Entwicklung erlangt, bildet den Digastricus und den Muskelapparat des Ohres. Der *M. capito-dorso-clavicularis* und der *M. capito-cleido-episternalis* haben keine Beziehung zum Platysma.

Bei den Vögeln teilt sich die Anlage der Facialismuskulatur auch an der hinteren Seite der Gehörkapsel in eine oberflächliche, das Platysma bildende, und eine tiefe Schicht. Wenn auch das Platysma weiter entwickelt ist als bei den Reptilien, so bleibt es dennoch ausschliesslich auf den Hals beschränkt. Charakteristisch ist, dass das Platysma und *M. cucullaris*, der wie der *Capito-dorso-clavicularis* und der *Capito-cleido-episternalis* vom *Vago-accessorius* und von Cervicalnerven versorgt wird, so innigen Zusammenhang haben, dass sie von den Autoren als ein einheitlicher Muskel betrachtet werden. Von der tiefen Schicht differenzieren sich *M. digastricus*, *M. stapedius*, *M. hyomandibul. med.* und *lat.*

Erst bei den Säugetieren steigt das Platysma, das durch den gleichen Prozess, wie bei den Reptilien und Vögeln von dem anderen Teil der Facialismuskulatur getrennt wird, über den Kinnrand in das Gesicht hinein. Nach Ruge bilden sich aus dem Platysma alle Ohr- und Gesichtsmuskeln, nach Killian sollen dagegen die Ohrmuskeln aus dem oberflächlichen Teile der Hyoidmuskulatur entstehen (cf. auch Baum-Dober's). Ich habe der Rugesehen Ansicht zu zustimmen, obgleich die genaue Entscheidung äusserst schwierig zu sein scheint. Die Ansichten von Ruge und Killian sind deswegen nicht allzu

sehr von einander different, weil die oberflächlichen Fasern des proximalen Teiles der Hyoidmuskulatur der Reptilien und Vögel vielleicht den Teil des Platysma bilden, der bei Säugetieren mit dem Ohre in Verbindung tritt. Beim Schwein differenzieren sich die Ohrmuskeln früher als die Gesichtsmuskeln, während es beim Menschen gerade umgekehrt ist, was wohl nicht ohne allgemeines Interesse zu sein scheint. Das ist ein Grund mehr, mich der oben kritisierten Anschauung von Baum und Kirsten nicht anzuschliessen.

Die Gesichtsmuskeln, die sich von der tieferen Lage des Platysma ableiten, differenzieren sich früher als die anderen. Beim Schwein stammen nur *M. orbicularis oculi*, *levator nasolabialis* und *mentalis* von der oberflächlichen Schicht ab. Der andere grössere Teil der Gesichtsmuskeln kommt von der tiefen Lage. Phylogenetisch entwickeln sich die von der oberflächlichen Schicht stammenden Muskeln weiter mit der höheren Entwicklung der Spezies. Dies tritt deutlich bei der Vergleichung vom Schwein, Prosimiern und Primaten zu Tage. *M. frontalis*, *corrugator*, *risorius*, *Quadratus lab. sup.* (p. zygomat.), die für die Mimik speziell wichtig sind, finden sich so nur beim Menschen.

Von der Hyoidmuskulatur wird bei den Säugetieren der *M. stapedius digastricus* und *Stylohyoideus* geliefert.

Der *M. stapedius* stammt von den Muskelfasern, die sich vom proximalen Teil der Hyoidmuskulatur nach den Gehörknöchelchen begeben; bei den Reptilien (Krokodil, *Lacerta*) ist er mehrfach und in seiner Funktion auch verschieden von der der Vögel und Säugetiere. Nach Killian finden sich beim Krokodile Ohrmuskeln, die Heber, Herabzieher der Ohrklappe und Spanner des Trommelfelles sind. Bei der Eidechse konnte ich nur zwei Muskeln finden, die ich dem Levator der Ohrklappe und dem Depressor der Ohrklappe und Spanner des Trommel-

felles der Krokodile verglichen habe. Bei den Vögeln, Säugtieren und dem Menschen ist der Stapedius einfach, geht beim Vogel an die Columella und bei den Säugern an den Steigbügel. Hier verliert er damit die direkte Beziehung zum Trommelfell, und macht auch einen Funktionswechsel durch, auf den ich hier aber nicht näher eingehen will. Der Nervus facialis scheint bei seiner Abgliederung eine nicht unwesentliche Rolle zu spielen, da er beim Durchtreten durch den proximalen Teil seiner Muskelmasse einen medial von ihm liegenden Teil (Stapediusanlage) von dem anderen Teil abgegrenzt. Dies war besonders deutlich bei den Vögeln zu sehen.

Der *M. digastricus*, der aus dem grösseren Teil der Hyoidmuskulatur entsteht, kommt bei der Eidechse, bei der Ente und beim Sperling von der Hinterhauptsgegend, und setzt sich an den proximalen Teil des Unterkieferknochen an. Beim Schwein und Menschen geht er zu dem vorderen Teil dieses Knochens. Bei der Eidechse bildet er einen ziemlich flachen, den vorderen seitlichen Teil des Halses bedeckenden Muskel der beim Sperling viel stärker ist, und am stärksten bei der Ente gefunden wird, wo er sogar drei Portionen besitzt. Beim Schwein hat er einen Muskelbauch und mit dem grössten Teil seiner Fasern keine Beziehungen zum Zungenbein und zum Stylohyoideus; ein kleinerer Teil inseriert als *M. jugulohyoideus* am Zungenbein. Beim Pferde, Wiederkäuer und dem Menschen ist er zweibäuchig und durchbohrt beim Pferde und Menschen den Stylohyoideus. Er entsteht als einheitlicher Muskel aus der Hyoidmuskulatur, setzt sich nicht, wie Gegenbaur meinte, aus zwei selbständigen Muskeln zusammen. His glaubte, dass er als Abspaltung des Sternocleidomastoideus entstünde, Chaîne lässt ihn aus dem äusseren Abschnitt des Geniohyoideus entstehen. Diese Anschauungen muss ich natürlich auch verwerfen. Die zweifache Innervierung bleibt aber trotzdem etwas sehr merkwürdiges

Der *M. stylohyoideus* entsteht aus dem *Digastricus* beim Schwein und Menschen.

Sein definitives Verhalten ist allerdings bei beiden recht verschieden.

In ganz ähnlichen Weise entwickeln sich die beiden *Mm. hyomandibulares* der Vögel. Vielleicht könne sie dem *Stylohyoideus* wenigstens teilweise homolog sein.

Die Gaumenmuskeln (*M. levator veli palatini* und *M. uvulae*) werden beim Schwein ganz in der gleichen Weise wie beim Menschen gebildet. Das nötige ist schon in meiner ersten Arbeit auseinandergesetzt worden.

Ich hoffe mit meinen Untersuchungen gezeigt zu haben, dass eine ganze Reihe von wichtigen Fragen der vergleichenden Anatomie durch die vergleichende Entwicklungsgeschichte speziell Organogenese weitere Aufklärungen erfahren.

Literaturverzeichnis.

Hier sind nur die Arbeiten aufgeführt, die in meiner ersten Arbeit über die Entwicklung der Gesichtsmuskulatur etc. des Menschen noch nicht erwähnt wurden.

1. Baum und Dobers, Die Entwicklung des äusseren Ohres bei Schwein und Schaf. Anat. Hefte, 28. Bd., Jg. 1905.
2. Baum und Kirsten, Vergleichend-anatomische Untersuchungen über die Ohrmuskulatur verschiedener Säugetiere. Anat. Anz., 24. Bd., Jg. 1904.
3. Bonnet, R., Grundriss der Entwicklungsgeschichte der Haussäugetiere.
4. Derselbe. Zur Embryologie der Wiederkäuer. Bayerisches ärztliches Intelligenzblatt, 1883, Mitt. der morpho-physiol. Gesellschaft zu München, S. 8. Nov. 1883.
5. Derselbe. Beiträge zur Embryologie der Wiederkäuer, gewonnen am Schafe. Arch. für Anatomie und Entwicklungsgeschichte, 1884.
6. Derselbe, Beiträge zur Embryologie der Wiederkäuer, gewonnen am Schafe. Vom Auftreten der ersten Ursegmente bis zur Bildung der Extremitätenstummel, 6 Taf. Arch. für Anat. und Physiol., Anat. Abt.
7. Balfour, F. M., Comparative Embryology, London 1880—1881. Übersetzt von Vetter. Jena 1880—1881.
8. Bronn, Klassen des Tierreiches.
9. Buttman, De musculis crocodili. Diss. inaug., Halae 1826.
10. Clason, Die Morphologie des Gehörorganes der Eidechsen. Anat. Studien, I. Bd., 1870—1873.
11. Chauveau, A., The comparative Anatomy of the domestic Animals.
12. Chaine, Observations sur le développement phylogénique du digastrique. Procès verbaux des séances Soc. sc. phys. et nat., Bordeaux, 22 Janv. 1903.
13. Chaine, Note sur le stylo-hyoïdien de la Gazelle dorcas (*Gazella dorcas* Pall.), Considerations générales sur ce muscle. Procès verbaux des séances Soc. sc. phys. et nat., Bordeaux, 8 Janv. 1903.

14. Cuvier, G., Leçons d'anatomie comparée.
15. Dugès, A., Recherches sur l'osteologie et la myologie des Batrachiens à leurs differ. ages 1835.
16. Ecker, Die Anatomie des Frosches.
17. Ellenberger, W. und Müller C. Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere.
18. Ellenberger und Baum, Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere.
19. Fischer, J. A., Die Gehirnnerven der Saurier. Abhandl. aus dem Gebiete der Naturwissenschaften, II. Bd., II. Abt., Hamburg 1852.
20. Frank, L., Handbuch der Anatomie der Haustiere, mit besonderer Berücksichtigung des Pferdes.
21. Fürbringer, Zur Lehre von den Umbildungen der Nervenplexus.
22. Gaupp, Anatomie des Frosches.
23. Gerber, Fr., Handbuch der allgemeinen Anatomie des Menschen und der Haussäugetiere.
24. Gurlt, L. Fr., Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haussäugetiere.
25. Haughton, P., On the muscular Anatomy of the Crocodile. Proc. of the Royal Irish Acad., Vol. IX, Part III.
26. His, W., Die morphologische Betrachtung der Kopfnerven. Archiv f. Anat. und physiol., Anat. Abt., 1887.
27. Humphry, H., Observations in myolog. includ. the myolog. of cryptobranchus, lepidosiren, ceratodus etc. Cambridge and London 1872.
28. Heitzmann, Louis, Bau- und Entwicklungsgeschichte des quer-gestreiften Hautmuskels Platysma myoides. Arch. für Dermat. und Syphil., Bd. 33, 1895.
29. Huxley, T. H., Handbuch der Anatomie der Wirbeltiere. Deutsch von Ratzel.
30. Kadyi, H., Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Haustiere. Anz. der Akad. d. Wiss. zu Krakau, 1892.
31. Keibel, F., Über die Entwicklungsgeschichte des Schweines. 2. Abt. Anat. Anz., Jg. 6, 1887.
32. Derselbe, Über die Entwicklungsgeschichte des Schweines. Verh. d. X. internat. Congr., Berlin 1890, Bd. 2
33. Derselbe, Über die Entwicklungsgeschichte des Schweines. Morph. Arbeiten (Schwalbe), Bd. 3, 1894.
34. Derselbe, Normentafeln zur Entwicklungsgeschichte des Schweines.
35. v. Klein, Beiträge zur Anatomie der ungeschwänzten Batrachier.

36. Killian, G., Zur vergleichenden Anatomie und vergleichenden Entwicklungsgeschichte der Ohrmuskel. Anat. Anz. 1890.
37. Derselbe, Die Ohrmuskeln des Krokodiles. Archiv f. Ohrenheilkunde, Bd. 29, Heft 1 und 2.
38. Kostanecki, K. v., Zur Morphologie der Tubengaumenmuskulatur. Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgesch., Jg. 1891.
39. Martin, Anatomie der Haustiere.
40. Moldenhauer, Vergleichende Histologie des Trommelfells. Arch. für Ohrenheilkunde. N. F., Bd. 7, 1878.
41. Müller, Fr., Lehrbuch der Anatomie der Haussäugetiere.
42. Owen, On the Anatomy of Vertebrates.
43. Prenant, A., Eléments d'embryologie de l'homme et des vertébrés.
44. Stannius, Handbuch der Zootomie.
45. Tataroff, Dimitri, Über die Muskeln der Ohrmuschel und einige Besonderheiten des Ohrknorpels. Archiv für Anat. und Physiol., Anat. Abt., 1887.
46. Tiedemann, Zoologie.
47. Zenker, J. C., Batrachomyologie. Diss. inaug., Jena 1825.

AUS DEM ANATOMISCHEN INSTITUT ZU TÜBINGEN.

DIE HUFEISENNIERE.

(NACH EINEM VORTRAG IN DER MEDIZINISCH-NATUR-
WISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT ZU TÜBINGEN.)

VON

Dr. E. MUTHMANN,

Assistent am anatomischen Institut zu Tübingen.

Mit einer Abb. auf Tafel 35/36.

Angeborene Anomalien der Nieren und ihrer Lage gehören zu den am häufigsten beobachteten Missbildungen einzelner Organe beim Menschen. Der Grund dieser Erscheinung liegt wohl einerseits in der komplizierten Entwicklung des Organs, anderseits in dem Umstande, dass die Entwicklung der bleibenden Niere erst erfolgt, wenn die anderen Organe bereits einen verhältnismäßig hohen Grad von Ausbildung erreicht haben und infolgedessen die Nierenlage leicht beeinflussen können. In der Literatur über dieses Thema, welche merkwürdigerweise keine einzige, strengeren Anforderungen an Naturtreue genügende Abbildung enthält, finden sich beschrieben: völliger Defekt beider Nieren, Defekt einer Niere; doppelte Niere beiderseits oder einerseits (wohl stets nur scheinbar, da die Ureteren sich immer vor der Einmündung in die Blase vereinigen); Cystenniere — zu erklären damit, dass die Vereinigung der vom Nierenblastem gebildeten gewundenen Harnkanälchen mit den vom Nierenbecken aussprossenden geraden Kanälchen nicht überall erfolgt ist: Verlagerung einer oder beider Nieren; Verwachsung beider Nieren.

Am häufigsten findet man nach Naumann (1897) die Cystenniere und die Verwachsung der Nieren, letztere natürlich stets mit bedeutender Verlagerung verbunden.

Die Verwachsung kann eine mehr oder weniger ausgedehnte sein: wenn sie den ganzen innern Rand der Organe betrifft, finden wir ein plattes, rundliches Gebilde mit zwei Ureteren, die »Kuchenniere«; wenn nur die unteren oder — selten — die oberen Pole verwachsen sind, finden wir ein hufeisenförmiges Gebilde, die »Hufeisenniere«.

Es mögen jetzt zunächst an dem vorliegenden Präparat, welches von einem etwa 50 jährigen Manne herrührt, die charakteristischen Eigenschaften der Hufeisenniere hervorgehoben werden (siehe Tafel 35/36).

(Der Fall wurde von Herrn Professor Froriep bei einer Sektion im Tübinger Präpariersaal gefunden und der Sammlung einverleibt).

Die unteren Pole der beiden Nieren sind in grosser Ausdehnung miteinander verwachsen, jedoch lässt eine in der Richtung der Aorta verlaufende Furche die Grenze zwischen beiden Organen erkennen. Im übrigen ist die Oberfläche glatt, von embryonaler Lappung nichts bemerkbar.

Die Innigkeit der Verwachsung ist in den einzelnen Fällen recht verschieden; unter den sieben Hufeisennieren des hiesigen pathologischen Institutes, welche mir Herr Professor v. Baumgarten in liebenswürdigster Weise zur Verfügung stellte, befinden sich solche, bei welchen eine Verwachsung von Nierensubstanz überhaupt nicht vorliegt, sondern eine lockere bindegewebige Masse die Verbindung herstellt, so dass die Form der Nieren fast normal ist, anderseits solche, bei denen die Nierensubstanz vom unteren Ende des Hilus bis zum unteren Pol verwachsen ist; eine »Verwachsungslinie« ist nicht in allen Fällen deutlich. In der Literatur finde ich einen Fall beschrieben, bei welchem zwei Verwachsungslinien erkennbar waren, so dass die Vermutung ausgesprochen wurde, es könne sich hier um eine accessorische dritte Niere gehandelt haben, die als Mittelstück die Verwachsung vermittelt (Simon 1897). Da aber nur je ein Ureter beiderseits vorhanden ist, wird man diese Vermutung mit Vorsicht aufnehmen müssen.

In unserm Falle liegt die linke Niere im wesentlichen zur Seite des II. –IV. Lendenwirbels (in der Abbildung ist der dargestellte oberste Wirbel der XII. Brustwirbel); dagegen ist die rechte Niere mehr in die Queraxe des Körpers verlagert und

liegt vor und neben dem IV. Lendenwirbel, ihr oberer Pol in der Höhe des oberen Randes des III. Lendenwirbels.

Der untere Pol des ganzen Doppelorganes liegt an der Teilungsstelle der Aorta, eine Lage, welche für Hufeisenniere mit Verwachsung der unteren Pole als typisch gilt, während bei Verwachsung der oberen Pole das Organ gewöhnlich noch tiefer liegt; die Kuchenniere wird sogar meist im kleinen Becken gefunden.

Nur ein Fall ist bekannt geworden, bei welchem trotz Verwachsung der unteren Pole die Nieren in richtiger Höhe lagen (H. E. Hills 1899, Philadelphia, Med. Journ.).

Der Hilus ist bei unserm Präparat nicht wie sonst ein schmaler Spalt, welcher an der medialen Seite der Nieren liegt, sondern er ist sowohl rechts wie links als weit offene flache Vertiefung, von Wülsten begrenzt, auf der vordern Fläche zu sehen, ebenfalls ein für die Hufeisenniere typisches Verhalten.

Das Nierenbecken hat hier die ramifizierte Form, der Ureter teilt sich in einen aufsteigenden und absteigenden Ast, von diesen gehen die Nierenkelche ab.

Die Ureteren mit ihren Verzweigungen liegen also wie in allen Fällen von Hufeisen- oder Kuchenniere vor den Nieren, während sie bei normaler Anordnung von den Gefässen, bezw. vom untern Nierenpol verborgen, an der hintern Bauchwand liegen und erst unterhalb der Nieren sichtbar werden; ausserdem treten die Äste des Nierenbeckens nicht alle von medial nach lateral an die Nierensubstanz heran, sondern zum Teil umgekehrt von lateral nach medial. Der übrige Verlauf der Ureteren, sowie deren Einmündung in die Blase ist normal.

Die Gefässversorgung ist unregelmässig. Die Arterien entspringen sämtlich aus der Aorta: links eine etwas unterhalb der A. mesenterica superior, rechts eine ungefähr in gleicher Höhe (von dieser ist auf der Abbildung nur ein Ast zwischen

zwei Venen zu sehen), und ferner eine zweite in Höhe der *A. mesenterica inferior*; eine vierte *Arteria renalis* gibt nach beiden Seiten Äste ab.

Die zahlreichen Venen münden links mittelst eines, rechts mittelst zweier Hauptstämme in die *Vena cava* ein.

Die *Vasa spermatica* entspringen beiderseits aus Nierengefässen.

In andern Fällen von Hufeisenniere finden sich noch bedeutend grössere Unregelmässigkeiten, die Gefässe können aus der *Iliaca* oder *Hypogastrica* entspringen.

Das Lageverhältnis zwischen den Nierenkelchen und den Gefässen ist im allgemeinen das normale: vorn die Venen, weiter hinten die Arterien und am weitesten hinten die Nierenkelche. Es findet also eine Kreuzung statt zwischen den Gefässen und den Ästen der Ureteren, da ja diese letzteren im Gegensatz zum normalen Verhalten vorn liegen.

Über die Ursache der Hufeisenniere liegen bestimmte Anschauungen zur Zeit nicht vor. Jedoch lässt sich, wie mir scheint, aus der Entwicklungsgeschichte der Nieren, welche in den letzten Jahren durch die Arbeiten von E. Hauch (1903), K. E. Schreiner (1902) und W. Felix (1905) eine so erfreuliche Förderung und Klärung erhalten hat, ein Schluss wenigstens auf den Zeitpunkt ziehen, in welchem die Verwachsung erfolgt sein muss.

Die bleibende Niere (*Metanephros*) entsteht durch Vereinigung der aus dem primitiven Nierenbecken aussprossenden geraden Harnkanälchen mit den vom Nachnierenblastem gebildeten gewundenen Kanälchen.

Das Nachnierenblastem (*metanephrogener Gewebstrang*) liegt, nachdem alle Urnierenkanälchen angelegt sind, an der dorsalen Körperwand, beim Kaninchen in der Gegend des 30.—32. Segmentes; das kraniale Ende schliesst sich unmittelbar an das letzte Urnierenkanälchen an, das kaudale endet frei. Die beider-



H. Goussier sculp.

seitigen Anlagen bestehen zunächst aus nicht differenzierten, vom benachbarten Gewebe nicht scharf abgrenzbaren Zellmassen. Sie liegen einander recht nahe und sind, zumal an ihrem kaudalen Ende, nicht durch ein dazwischen liegendes Organ getrennt, so dass eine Verwachsung schon in frühester Zeit, bevor eine Lagerverschiebung stattgefunden hat, denkbar ist. Die Fälle von Kuchemiere, bei denen das Organ völlig im kleinen Becken liegt, scheinen diese Möglichkeit zu bestätigen.

Bei menschlichen Embryonen von etwa 6 mm Länge (= 25 Tage) sprosst aus dem Urnierengang der Nachnierenureter aus; er wächst mit seinem geschlossenen, bläschenförmigen Ende (primitives Nierenbecken) rein dorsalwärts, bis er das metanephrogene Gewebe erreicht; sodann erfolgt eine Teilung in einen kranialen und einen kaudalen Schenkel (beim Menschen in der fünften Woche).

Das metanephrogene Gewebe liegt also in diesem Stadium hinten (dorsal), das primitive Nierenbecken vorn (ventral).

Am Ende der fünften Woche beginnt sich diese Lage derart zu ändern, dass das Nierenbecken nach medial gedreht wird, bis schliesslich in der achten Woche Nierenbecken und Nierenanlage in der Frontalebene stehen. Ausserdem beginnt eine Wanderung der inzwischen isolierten Nierenanlage in kranialer Richtung, verbunden mit entsprechendem Längenwachstum des Ureters; bei 4—5 wöchentlichen Embryonen liegt die Nierenanlage in Höhe der Teilungsstelle der Aorta, bei 6—7 wöchentlichen der grösste Teil schon kranial von der Arteria iliaca. Bei achtwöchentlichen liegt der untere Pol in Höhe des vierten, der obere in Höhe des ersten Lendenwirbels, oder noch höher. In der neunten Woche, wenn die Niere ihrer definitiven Lage schon erheblich nahe gekommen ist, erfolgt die endgültige Differenzierung der Nieren-Blutgefässe.

Vergleichen wir mit diesen den Arbeiten von Hauch (1903), Schreiner (1902) und Felix (1905) entnommenen entwicklungs-

geschichtlichen Daten die typischen Eigenschaften der Hufeisenniere, nämlich unregelmäßiger Gefässverlauf, Tieflagerung des Organs, Vorneliegen des Hilus und Ureters, so kommen wir zunächst zu dem Schluss, dass die Verwachsung erfolgt sein muss, bevor die Gefässe sich entwickelt haben; gerade im vorliegenden Falle scheint deutlich die Gefässversorgung dem schon verwachsenen Organ angepasst zu sein, da die mehr kranial liegenden Teile andere Gefässe erhalten, als die mehr kaudal liegenden und ausserdem eine für rechte und linke Teile gemeinsame Arterie vorhanden ist.

In der achten Woche sollen Nierenbecken und Ureter in der Frontalebene liegen, der Ureter völlig an der hinteren Körperwand. Die diese Lage bedingende Drehung in der fünften bis achten Woche kann aber in unserm Fall überhaupt nicht, oder nur unvollkommen ausgeführt worden sein, da hier der Hilus ventralwärts schaut und Nierenbecken und Ureter vor dem Hilus liegen. Wir müssen also annehmen, dass die Verwachsung spätestens bei Beginn der Drehung erfolgt ist, also zu einer Zeit, in welcher das Nachnierenblastem erst in sehr geringem Grade differenziert war. Wenn die Verwachsung erst später, nach vollendeter Drehung erfolgt wäre, müsste man erwarten, dass das Nierenbecken auf der hintern Fläche des Organs läge und der Anfangsteil des Ureters bei der Ansicht von vorne dem Auge des Beschauers durch die Niere verborgen wäre.

Die Wanderung kranialwärts scheint bei der Hufeisenniere in der Regel etwa in der achten Woche Halt zu machen, wahrscheinlich weil Darmteile oder deren an der hintern Bauchwand befestigter Bauchfellapparat einer weiteren Wanderung Hindernisse entgegensetzen.

Das seltene Vorkommen der durch Verwachsung der oberen Pole erzeugten Hufeisenniere erklärt sich vielleicht aus dem Umstande, dass der metanephrogene Gewebstrang die unmittelbare Fortsetzung des mesonephrogenen bildet, dass also sein kraniales

Ende noch längere Zeit mit dem Urnierengewebe einen Zusammenhang bewahrt und dadurch in seiner eventuell anzunehmenden Beweglichkeit im Gegensatz zu dem freien kaudalen Ende beschränkt ist.

Jedenfalls müssen wir die Hufeisenniere für eine in recht früher embryonaler Zeit entstandene Missbildung halten, denn nur durch diese Auffassung werden ihre typischen Eigenschaften (Tieflagerung, Gefäßversorgung, Lage des Hilus, des Nierenbeckens und Ureters) einigermaßen verständlich.

In der vergleichenden Anatomie findet sich kein normales Analogon, und ein spätes Verwachsen der Nieren, nachdem diese ihre schon erreichte normale Lage etwa wieder verlassen hätten (Wandernieren), ist durch die Art der Gefäßversorgung nahezu ausgeschlossen. Die Angaben über die Häufigkeit dieser Missbildung sind sehr verschieden. Bei verschieden grossem Material fanden Morris 0,06%, Socin 0,3%, Ballowitz 0,5%, Naumann 0,17%; wenn man aus diesen Angaben das Mittel zieht, so erhält man etwa 0,25%, also ein Fall auf 400. Alle Autoren geben an, dass Frauen bedeutend mehr beteiligt sind als Männer.

Literatur.

- Felix, 1905. Entwicklung der Harnorgane. Handbuch der Entwicklungsgeschichte, herausgegeben von O. Hertwig.
- Hauch, E., 1903. Über die Anatomie und Entwicklung der Niere. Anat. Hefte, Band XXII.
- Heuer, C., 1902. Über Hufeisenniere. Dissertation, Leipzig 1902.
- Heilbronn, J., 1902. Über kongenitale Nierenanomalien. Dissertation, Würzburg 1902.
- Naumann, A. H., 1897. Über die Häufigkeit der Bildungsanomalien der Nieren. Dissertation, Kiel 1897.
- Schreiner, K. E., 1902. Über die Entwicklung der Amniotenniere. Zeitschrift für wissensch. Zoologie, Band 71.
- Simon, Ch., 1897. Un cas de „rein en fer à cheval“. Bibliogr. anat. 1897.

Erklärung der Abbildung auf Taf. 35/36.

Präparat von einem ungefähr 50jährigen Mann, nicht ganz $\frac{1}{5}$ der natürlichen Grösse. Becken und Wirbelsäule, vom zwölften Brustwirbel ab. Bauchdecken entfernt. Von Muskeln erhalten: Quadratus lumborum und Iliopsoas; von Eingeweiden: Rectum, Harnblase, Endabschnitt der Ductus deferentes. Zur Darstellung gebracht: Hufeisenniere mit ihren Arterien (rot), Venen (blau), Nierenbecken und Ureteren (gelblich).

**EINE VOM RAT DER STADT NÜRNBERG 1773
ERLASSENE ORDNUNG DIE ANATOMISCHEN DEMON-
STRATIONEN IM ANATOMISCHEN THEATER
DORTSELBST BETREFFEND.**

VON

Dr. HERMANN SCHÖPPLER,

k. Oberarzt, z. Zt. kommand. zum pathol. anatom. Institut München.

Von heute einen Blick auf Verhältnisse vergangener Zeiten zu werfen, dürfte auch dem Mediziner zuweilen angenehm sein.

Durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Konservators des Archivs und der Stadtbibliothek Nürnberg, Guido v. Volckamer-Kirchensittenbach bin ich in die Lage versetzt, eine interessante Ordnung der Stadt Nürnberg veröffentlichen zu können, die nach meiner Ansicht besonders dem Anatomen von Interesse sein dürfte. Sieht doch gerade dieser, welcher Art seine Dienstobliegenheiten waren, welche Assistenz er hatte, wie seine Demonstrationen besucht wurden etc. etc. Ich lasse deshalb die Ordnung, wie sie mir im Original vorliegt, ohne mich auf weitere Erörterungen einzulassen, folgen. Herrn v. Volckamer aber möchte ich gleich an dieser Stelle meinen ergebensten Dank für sein Entgegenkommen aussprechen.

A.

Eines Hochlöblichen Rathes der des heil. R. Reichs Stadt Nürnberg gesetzte Ordnung, wie es bey Demonstrationibus publicis et privatis auf dem hiesigen Theatro Anatomico soll gehalten werden.

(Gegeben im Jahre 1773.)

Es hat Ein Hochlöblicher Magistrat der des heil. R. Reichs Stadt Nürnberg schon bey 200. Jahren den vortreflichen Nutzen der Anatomischen Anstalten eingesehen; und hat daher, um vielen Personen, welche den künstlichen Bau des menschlichen Körpers kennen zu lernen Lust haben, besonders denen, welchen diese Kenntniss unumgänglich nöthig ist, Gelegenheit dazu zu verschaffen, denen hiesigen Doctoribus Medicinae zu dergleichen Unternehmungen, nicht nur zum öftern Cadavera überlassen, ihnen eigene Zimmer dazu eingeräumt und bequem einrichten lassen, sondern sogar das Collegium Medicum erinnert, dergleichen Uebungen öfters vorzunehmen.

Nun sind auf dem dermaligen Theatro anatomico in dem St. Catharina Kloster, welches 1677 dem Collegio Medico überlassen, und 1728 mit vielen Kosten verneuert wurde, viele dergleichen Anatomien gehalten worden.

Da aber, bey der seit verschiedenen Jahren gemachten Einrichtung, einige Hindernisse denen, welche die anatomische Kenntniss so nöthig als die andern haben, sich solcher Uebungen auf gleiche Art nützlich zu machen, in Weg geleyet worden; so hat man folgende Ordnung, wie es soll ins künftige bey anatomischen Demonstrationibus gehalten werden, entworfen. Diese wird nun hiemit Oberherrlich bestätigt, mit dem ernstlichen Erinnern, solcher genau nachzukommen, um unausbleiblichen Ahndungen und Bestrafungen zu entgehen.

1.

Wird das Theatrum anatomicum von Einem Hochlöblichen Magistrat dem Collegio Medico ferner überlassen, sich dessen zu anatomischen Uebungen zu jeder Zeit zu bedienen. Damit aber zur Erhaltung guter Ordnung und Abwendung alles Schadens und Nachtheils gehörige Obsicht gepflogen werde, so soll ein jedesmaliger Decanus Collegii Medici als Director Theatri anatomici bestellt seyn, welcher in der Cista medica ein Inventarium von allem, was daselbst verwahrt wird, es seyen instrumenta, sceleta oder praeparata, liegend haben soll.

2.

Das Collegium Medicum hat einen aus seinen Mitgliedern zum Anatomico ordinario zu erwählen, welcher die Cadavera, die von Magistrats wegen auf das Theater geliefert werden, besonders zum Nutzen der hiesigen Chirurgorum, der Barbierer und Bader nebst ihren Gesellen und Jungen, anzuwenden hat. Disem sollten auch andere todte Körper aus dem hiesigen Zucht- und Werkhaus, wenn er darum ansucht, überlassen werden; und will er solche nur daselbst eröffnen, und kann er einen oder den andern Theil davon nutzen, so soll ihm auch dieses zugestanden seyn.

3.

Dabey ist aber keinem andern Doctori Collegiato die Gelegenheit benommen, um ein Cadaver anzusuchen, und solches auf dem Theatro anatomico zu präpariren oder zu demonstriren. Vielmehr wird es angerathen, dass mehrere ihre anatomische Geschicklichkeit zeigen möchten.

4.

Da die Schlüssel zum Theatro anatomico eigentlich in das Wohllobliche Spitalamt gehören, werden solche dennoch dem Decano und Anatomico überlassen. Jedoch soll jeder hiesiger Physikus, der einen Cadaver erhalten, bey des Herrn Castellans Wohlgebohrnen Herrlichkeit um Eröffnung des Theatri ansuchen; welches auch jährlich der Anatomicus zu thun hat.

5.

Dem Anatomico wird vom Decano des Theatrum nebst dem Inventario von allem, was daselbst verwahrt wird, zu dessen Nutzen und Besorgung übergeben. Auch wird diesem der Fiscus, der zur Bestreitung der Unkosten angeleget ist, überlassen; davon er aber eine Specification der Ein- und Ausgaben jedem Decano nach seiner An- und vor seiner Abtretung dieses Amtes zu übergeben hat.

6.

Da vorzüglich denen Chirurgis die Erlernung der Anatomie nöthig ist, so wird auch der Anatomicus trachten, denenselben Demonstrationes privatas öfters zu halten. Es wird daher allezeit, wenn ein Cadaver auf das Theater soll gebracht werden, denen Altgesellen derer Barbierer und Bader davon Nachricht geben, solches zu übernehmen und die Zubereitung zur Anatomie zu machen. Zugleich wird, als zweyen separaten corporibus, jedem eine Scheda gegeben, darauf er seine Willens-Meinung erklärt, worauf alle diejenigen von jedem Mittel ihre Namen eigenhändig schreiben sollen, welche die Demonstrationes zu besuchen Lust haben. Von einem jeden dieser unterschriebenen sollen sie zur Bestreitung der Unkosten 30 Kreuzer einsammlen, und wenn sie es beysammen haben, dem Anatomico zustellen; sie aber sollen für ihre Bemühung dieses Beytrags befreyt seyn. Dafür werden sie mit Obsicht halten, dass alles ordentlich zugehe, und dem Anatomico hülfreiche Hand leisten.

7.

Da der Anatomicus zum voraus nicht weiss, wie viele Demonstrationen er halten kann; so wird er nach Endigung derselben denen Altgesellen andeuten, ob und was ein jeder nachzuzahlen hat. Und wenn letzteres nöthig ist, so haben diese solches von den andern zu colligiren, und dem Anatomico einzuhändigen.

8.

Da es denen hiesigen Barbierern und Badern selbst zur Wiederholung sehr nützlich seyn wird, dergleichen Demonstrationes zu besuchen, so können sie freyen Zutritt haben. Doch verspricht man sich von ihnen, dass sie zur Bestreitung der Unkosten einen jährlichen Beytrag freywillig thun werden; zumal man ihren Lehrjungen einen freyen Zutritt verstattet. Auch werden sie ihre Gesellen selbst anhalten, die Anatomie fleissig zu besuchen, indem sie ja selbst Nutzen und Ehre davon haben, wenn ihre Subjecta immer geschickter werden.

9.

Sollten sich andere Personen finden, die dergleichen Demonstrationes besuchen wollen, so müssen sie entweder vom Anatomico besondere Erlaubniss dazu bekommen, oder sich bey den Barbieren oder Badern mit unterschreiben. Denn ausserdem wird niemand zugelassen. Es muss sich also einer, der dieses nicht thun will, und doch kommt, gefallen lassen, wenn er weggewiesen sind.

10.

Kommt eine Weibsperson auf das Theater, so soll der Anatomicus denen Hebammen ein paar Lectiones allein halten, und ihnen die Teile, die den Weibspersonen besonders eigen sind, in und ausser ihrer Lage zeigen und erklären. Wobey niemand als Accoucheurs, die ihm wechselseitig beystehen sollen, und höchstens ein Aitgesell zugelassen wird.

11.

Da es mit diesen anatomischen Uebungen die einzige Absicht hat, vorzüglich denen, welche die Chirurgie ausüben wollen, den menschlichen Körper genau kennen zu lehren, und diese Kenntniss dem Bader so nöthig als dem Barbierer ist, weil sie beyde als Chirurgen stehen; so kann bey denenselben kein Vorzug statt haben. Sie sollen also beyde gleichen Zutritt bekommen, dabey aber separata corpora bleiben, und ein jedes besonders dieser Ordnung nachleben, ohne eines von dem andern abzuhängen.

12.

Deswegen sollen beyde allen Hass, Neid und Feindschaft gegen einander ablegen, und gedenken, dass sie hier an einem öffentlichen Orte und in einerley Absicht, den bewunderungswürdigen Bau des menschlichen Körpers kennen zu

lernen, versammelt sind, wo Friede, Ruhe, Ordnung und Stille herrschen muss. Wer also in dergleichen Demonstrationes gehen will, muss vorzüglich diesem nachkommen; denn diejenigen, die darwider zu handeln sich anmassen würden, sollen des Zutritts ganz verlustig seyn; auch muss an gehöriger Instanz angezeigt werden, um ihren Frevel nach Rechten zu bestrafen.

13.

Da zum Präpariren der Anatomicus Stille und Raum nöthig hat, so kann darzu niemand zugelassen werden, als den derselbe nach seiner Fähigkeit und Lust auswählt; er sey Barbierer oder Bader, Herr oder Gesell. Woraus er auch einen zum Profektor, wenn er ihn geschickt dazu findet, ernennen kann, wenn anders kein College selbst diese Stelle versehen will. Diejenigen aber, welche diesen Zutritt bekommen, werden alles willig verrichten, was zum Nutzen und zur Bequemlichkeit des Anatomici gereicht; zumal dazu den geringen Verrichtungen von des Herrn Castellans Wohlgebornen Herrlichkeit dem Anatomico ein Spitäler als Famulus um einen geringen Taglohn überlassen wird. Dafür aber sollen sie von Haut, Fett, den demonstirten praeparatis und sogar von Knochen haben, was der Anatomicus nicht selbst aufbehalten will.

14.

So werden auch die Altgesellen, oder diejenigen, die der Präparation beywohnen, das Theatrum zur Demonstration zubereiten, das Cadaver in dasselbe tragen, und ein Paar davon dem Demonstratori zur Hand seyn, zu leuchten, Messer, Schwamm, oder was er nöthig hat, zu reichen. Die andern aber sollen sich, ohne Unterschied, in die obern Reihen rangiren. Denn da man bey dergleichen Versammlung niemals auf den Rang sieht, einen gewissen Platz einzunehmen, so soll es auch hier geschehen; nur dass die nächste Reihe um den anatomischen Tisch denen Herrn, oder fremden angesehenen Personen, wenn einige kommen, eingeräumt wird. Den Lehrjungen aber gebührt, hinter denen Gesellen zu stehen.

15.

Nach Endigung einer jeden Demonstration sollen die nämlichen wieder alles in Ordnung bringen, das Cadaver verwahren, die Instrumenta reinigen, und dergleichen mehr, und besonders darauf sehen, dass von dem Famulo alles Nöthige, zumal das Auslöschten des Feuers und der Lichter, sorgfältigst geschehe. Und so sollen sie auch zur Begräbniss des Ueberbleibels von Körper Beystand leisten.

16.

Gefiele es dem Anatomico, ein Cadaver zum Nutzen der Chirurgie anzuwenden und Operationes daran zu machen, so soll es dabey in allen auf die vorige Art gehalten werden; und jede Person soll ihren gleichen Beytrag, so viel der Demonstrator verlangt, bezahlen. Sollte ein Chirurgus den Titel eines Operateurs suchen, so soll derselbe auf dem Theatro operationum unter Direction des Anatomici machen.

17.

Wollte der Anatomicus eine Demonstrationem publicam halten, da jedermann auch in einzelne Lectiones Zutritt bekommt, so soll die Schlüssel gestellt werden, und jede Person bey dem Eintritt wenigstens 6 Kréutzer jedesmal bezahlen, worauf allezeit einer von den Barbierer- und Badergesellen zu sehen hat, und er soll das gefallene Geld dem Anatomico bey dem Beschluss jeder Lection einhändigen, zur Erleichterung der Ausgaben und Vermehrung des Fisci. Ausserdem soll es, wie bey Privatdemonstrationen gehalten werden, dass die Barbier- und Badergesellen ihre Namen, die es mithalten wollen, auf die ihnen von dem Anatomico zugeschickte Schedam aufschreiben, und den verlangten Beytrag den Altgesellen zustellen. Nach Endigung einer solchen Anatomie werden sie von diesen erfahren, ob und was sie nachzuzahlen haben: welches sie alsdann willigst und dankbarlichst abstatten werden.

18.

Will der Anatomicus ihnen ausserdem Monatsweis physiologische oder andere Lectiones in gewissen Stunden halten, so soll es auf gleiche Art geschehen, dass beyde Corpora ihre Namen auf die mitgetheilte Schedam schreiben, und monatlich das von dem Anatomico verlangte Honorarium ihren Altgesellen zustellen; damit diese solches zu rechter Zeit dem Anatomico einhändigen können. (Die diese Privatlectiones besuchen, sollen den Vortheil haben, dass sie bey Nachzahlung für die Demonstrationes mit der Hälfte des ausgeschlagenen durchkommen sollen.)

19.

Wann der Anatomicus nöthig findet, denen praeparatis nachzusehen und aufzufüllen, oder die sceleta von Staub zu reinigen, und was schadhaft ist oder mangelt, zu verbessern oder zu ersetzen; sollen die Altgesellen beyder Mittel ihm hilfreiche Hand leisten, und Geld soll dazu aus dem Fisco genommen werden.

20.

Wann Fremde oder hiesige Personen das Theatrum zu sehen Lust haben, so sollen die Altgesellen dem Anatomico davon Nachricht geben, welcher, wenn es die Zeit leidet, selbst mitgehen wird. Wenn er aber nicht Zeit hat, so wird er ihnen die Schlüssel zwar zustellen, aber mit dem Beding, solche bey Zeiten nebst dem, was an Trankgeld gefallen, redlich zurückbringen, um es dem Fisco beyzulegen.

21.

Damit dieser Fiscus zu den nöthigen Ausgaben hinreichen möge, so wird dieses nützliche Institut der Generosität hoher Patronen und Gönner bestens empfohlen.

B.

Einige besondere Geseze, welche noch zu beobachten sind.

1.

Da dem Collegio Medico das Theatrum anatomicum zur Obsicht überlassen worden, so wird von einem jeden, der die Anatomie frequentiren will, gefordert, dass er sich hüte, nichts zu schulden kommen zu lassen, wodurch Schaden oder Nachtheil, oder Beschwerung entstehen könnte.

2.

Besonders müssen die Gesellen der hiesigen Barbierer und Bader mit Feuer und Licht sorgfältig umgehen, und mit keinem brennenden Lichte ohne Laterne aus einem Zimmer in das andere gehen. Da durch das Tobakrauchen öfters Feuer ausgekommen, so soll solches überhaupt verboten seyn; es sey denn, dass der Anatomicus solches in dem Praeparir-Stübgen, wegen des Cadaverösen Geruchs und bey dem Auswaschen der Gedärme, auch etwan bey einer Arbeit in der Küche erlaube, aber niemals mit Pfeifen ohne Deckelchen; und da soll immer einer dabey seyn, und Obacht geben.

3.

In der Nachbarschaft, es sey in Gärten oder Wohnungen, soll nichts abgebrochen, verdorben oder weggetragen werden: es sey von Blumen, Bäumen, Holz, Hausgeräthe und dergl. bey Verlust des Zutritts zur Anatomie und andern Bestraffungen.

4.

Zur bestimmten Stunde der Demonstration sollen alle durch den ordentlichen Eingang in die Anatomie, und nicht durch den Garten der Fr. Geh. R. Trewin gehen. Ist es noch nicht offen, so sollen sie warten, bis geöffnet wird. Dann sollen sie sich vor dem Theatro versammeln, und nicht in das Präparir-Stübgen gehen, weil vielleicht der Anatomicus noch nicht fertig ist, folglich gehindert würde, indem mit dem Schlag das Theatrum wird aufgeschlossen werden. Auch sollen andere, ausser die dem Anatomico zur Hand sind, wenn die Demonstration ein Ende hat, ohne sich aufzuhalten, wieder den ordentlichen Weg still und ruhig nach Hause gehen.

5.

Da der Famulus zu den geringen Verrichtungen dem Anatomico zu Diensten ist, so sollen die Gesellen ihm weder Verrichtungen zumuthen, noch ihm scherzhaft oder grob beegnen, noch weniger für sie wegschicken.

6.

Der Famulus soll alles, was ihm von dem Anatomico befohlen wird, sorgfältig beobachten und verrichten; besonders bey dem Anzünden und Auslöschen der Lichter und des Feuers achtsamst verfahren, und ohne dessen Vorwissen und Erlaubniss nicht weggehen. Was durch ihn geholt wird, soll er genau behandeln, redlich anzeigen, und richtig, wann er das Geld vom Anatomico erhalten, bezahlen. Dafür soll er seinen bestimmten Lohn und die alten Kleider von Cadavern bekommen. Gegen die Zuhörer soll er höflich und bescheiden seyn; gute Absicht halten, dass nichts wegkomme oder fortgetragen werde, und ja nicht Tobak, ausser mit Genehmigung des Anatomici mit geschlossner Pfeiffe rauchen.

7.

Zuletzt werden die Zuhörer ihren Lehrer, als gesittete Leute, durch Höflichkeit und Dankbarkeit aufmuntern, seine Bemühung mit Vergnügen zu verrichten.



WH LAYL T

