Aus der anatomischen Anstalt zu Tübingen.

Über die Einstülpung der Augenblase.

Von
August Froriep.

Hierzu Tafel I.

Die Meinung, dass die Umwandlung der Augenblase zum Augenbecher auf einer passiven Einstülpung durch die Linse beruhe, trifft man bis in die neueste Zeit herein sehr allgemein vertreten, trotz der gewichtigen Einwände, die zu wiederholten Malen gegen dieselbe erhoben worden sind. Das kommt wohl daher, dass uns einmal der Augenschein der Präparate in der gedachten Richtung täuschend beeinflusst, sodann aber und vielleicht hauptsächlich, dass wir für den so seltsamen Gestaltungsvorgang ein zureichendes Motiv suchen und keines finden.

Die Auffassung geht zurück bis auf Huschke, der mit der Entdeckung des Linsensäckchens (1832) und der klaren Feststellung und richtigen Deutung der Augenspalte (1835), in der Erforschung der Augenentwicklung als hervorragender Beobachter glänzt. Er äussert sich über das mechanische Moment sehr vorsichtig, indem er zwar sagt (1835, p. 279), die Einstülpung der *Integumenta communia* drücke die gewölbte äussere Fläche der Augenblase gegen den Sehnervenkanal hin oder nach innen ein, jedoch hinzusetzt: „oder — will man sich die Nervenhaut hierbei selbsttätig denken — die Retina rollt sich samt den *Integumentis communibus* gegen sich selbst ein, nach Art einer serösen Haut, und besteht dann aus zwei Blättern.“

Weniger zurückhaltend spricht sich Schoeler (1848) aus, der in betreff des Augenbechers und der Spalte die Darstellung Huschkes erweitert, indem er der Bildung des Glaskörpers besondere Aufmerksamkeit widmet und eine selbständige mechanische Rolle zuerteilt. In der Spalte, sagt er (p. 22), dringe unter und hinter der Linse, ebenfalls als ein Teil des Hautsystems, das

Corpus vitreum zwischen die hintere Wand der Linsenkapsel und die Augenblase vor, wodurch das innere Blatt der letzteren, die Retina, mehr und mehr von der Linse ab- und zurückgedrängt und der Bulbus, bei dem raschen Wachstum des Glaskörpers, bald zu seiner eigentümlichen Kugelgestalt aufgetrieben werde.

Bei Remak (1855) findet sich die in Rede stehende Vorstellung schon als eine selbstverständliche, die nicht besonders erörtert wird, so z. B. p. 73, wo es heisst, die Linse gehe aus einer Einstülpung des Hornblattes hervor, „durch welche die vordere Wand der primitiven Augenblase nach hinten gedrängt wird.“

Die nachdrücklichste Fassung aber hat Köl liker (1861) gegeben in einem Referat der Schoeler'schen Arbeit, welches eigentlich nicht sowohl ein Referat, als die Darstellung der Ansicht von Köl liker selbst war und in der objektiven Schilderung über Schoeler merklich hinausging. Die betreffende Stelle lautet (p. 280): „Während von vorn her die Linse die primitive Augenblase einstülpt, geschieht dies kurze Zeit darauf auch von unten her durch einen Fortsatz, welcher wohl unzweifelhaft als eine Wucherung der Cutis gedeutet werden darf. Anfänglich erscheint dieser Fortsatz in Gestalt einer schmalen und kurzen Leiste, welche unmittelbar hinter und unter der Linse die untere Wand der primitiven Blase gegen die obere drängt, bald aber wuchert dieser Fortsatz zu einem kugeligen Gebilde heran und dann ist die primitive Augenblase nicht nur von vorn, sondern auch von unten her vollkommen eingestülpt, so dass die vordere und untere die obere und hintere Wand derselben berührt.“

Es kann nicht wundernehmen, dass diese Darstellung, klar wie sie ist und vorgetragen von einem Autor wie Köl liker, man kann wohl sagen, klassisch geworden ist, oder wenigstens die didaktische Literatur beherrscht bis herauf in die neueste Auflage von O. Hertwigs Grundriss der Entwicklungsgeschichte (1904, p. 294).

Der erste, der sich frei davon machte, war His (1868) dadurch, dass er die Einstülpung der Augenblase in die Umgestaltungsvorgänge am Gehirn einordnete und auf die hier von ihm zu grunde gelegten formbestimmenden Spannungsverhältnisse zurückführte. Er sah hiernach in den Augenblasen Biegungs-

ohren, welche die Seitenwand des Vorderhirns bildet infolge der Fixation des vorderen Hirnendes bei überwiegendem Längswachstum des Hirnrohres gegenüber den ventral ihm anliegenden Organen, und fasste nun die Augenspalte als die Höhlung der Knickungsfalte auf und ihre Lippen als die Faltenränder. So fördernd diese Anschauungsweise bei der allgemeinen Formanalyse der ganzen Anlage ohne Zweifel gewesen ist, so reichte sie doch für die spezielle Motivierung des Gestaltungsvorganges im einzelnen nicht aus und hat die ältere Darstellung nicht zu verdrängen vermocht.

Auch dem zweiten Versuch ist dies nicht gelungen, der von Goette (1875) ausging und als treibenden Faktor die durch die fortgesetzte Teilung der Embryonalzellen bedingte Zellenverschiebung aufstellt. Wie bei der Bildung der Gastrula (p. 324) die vom oberen Eipole abwärts vorrückenden Zellen die bewegende Kraft darstellen, welche die Masse des Rändwulstes nach innen und aufwärts als der Richtung des geringsten Widerstandes verschiebt, so müssten die in der proximalen Wand der Augenblase zentrifugal sich bewegenden Zellen vom Rande aus eine radiär konvergierende Stosswirkung gegen die distale Wand ausüben, worauf die Masse derselben notwendig gegen die Höhle der Augenblase ausweichen müsse, da der Widerstand in dieser Richtung natürlich viel geringer sei als gegen die dicht anliegende Oberhaut hin.

Die Entstehung der Augenspalte sei dadurch bedingt, dass bei dem geringeren Grad der Einschnürung an der unteren Seite des Augenblasenstieles hier die Zellenverschiebung viel schwächer und daher die Bildung des Einstülpungsrandes sehr gering sei. Die Tatsache, dass bei der Einstülpung der Augenblasenwand die anliegende Oberhaut sich anschliesst und mit einstülpt, ist nach Goette die Folge einer innigeren Verbindung, die sich zwischen beiden hergestellt habe infolge des Druckes, den erstere auf letztere ausübte. Dabei müsse auf den ersten Blick unzweifelhaft erscheinen, dass bei der gemeinsamen Einstülpung die mächtige Wand der Augenblase das mechanische Moment setze und nicht, wie die herrschende Vorstellung annahm, die dünne Oberhaut.

So anregend die Goette'schen Ausführungen auch waren, es fehlte ihnen die Kraft des strikten Nachweises; und selbst wenn man diesen gelten lassen wollte, so waren sie doch im

Grunde nur ein histologischer Ausdruck für die Erscheinung, aber keine morphogenetische Motivierung.

Die von Kessler (1877) daran geübte Kritik musste daher im allgemeinen als berechtigt erscheinen, was jedoch nicht zur Folge hatte, dass die von ihm an die Stelle gesetzte mechanische Deduktion überzeugender gewirkt hätte, wie er ja auch selbst seine Darlegungen in dieser Frage mit grosser Zurückhaltung gibt. Er unterscheidet (p. 31) zwei Momente: einerseits die Spannung der Augenblase durch die darin enthaltene Flüssigkeit und andererseits den auf dem Hornblatt lastenden atmosphärischen Oberflächendruck. Solange diese beiden einander entgegengesetzten Druckwirkungen sich das Gleichgewicht halten, würden Augenblasenwand und Hornblatt in gleichmässiger Spannung verharren; Druckdifferenzen könnten, da der Atmosphärendruck relativ konstant sei, nur durch Veränderung des Binnendruckes bedingt werden; sobald nun — und vielleicht trage die schnelle Vergrösserung der Augenblasen dazu bei — die Flüssigkeitsmenge innen relativ geringer werde, müsse die Wand in demselben Maß axialwärts eingezogen werden. Dabei könne das Hornblatt sich von der Augenblase nicht entfernen, weil die sich entgegengesetzten Druckwirkungen sie aneinander pressen, so dass beide als einheitliche Scheidewand der Wirkung jener Kräfte gleichzeitig unterliegen.

Warum die Einziehung gerade an der Augenblase und nicht an irgend einer anderen Stelle des Hirnrohres auftritt, und warum die Einziehungsrichtung gerade die eigentümlich schräge, diagonal von distal und unten nach proximal und oben wirkende ist, das sind Einwendungen, die schon Kessler selbst erhebt und erörtert. Auch seine Theorie ist eben, wie die von His und von Goette, mehr eine Umschreibung als eine Begründung des in Rede stehenden Vorganges.

Und dies gilt auch für die Ausführungen von Rüdinger (1889), welche im allgemeinen objektiv gehalten und auf zutreffenden Beobachtungen begründet sind. Im Anschluss an Goette werden (p. 148) die histogenetischen Vorgänge, Zellverschiebungen einerseits, Mitosen andererseits, als die wesentlichsten und nächsten Ursachen der Einstülpung der Augenblasen beschrieben und die Annahme, dass die Linse diese Umgestaltung

zustande bringen solle, wird ausdrücklich abgelehnt¹⁾. Aber wenn somit der ganze Prozess auf die „vitale spezifische Tätigkeit des Zellenmaterials“ der Augenblasen zurückgeführt wird, so ist dies im Grunde doch auch wieder eine Umschreibung des Vorganges, die das Rätsel der Veranlassung zur Invagination ungelöst, ja sogar unberührt lässt.

Sofern demnach die Augenblase wirklich eingestülpt wird, nach dem wiederholt gebrauchten Vergleich „wie ein Gummiball, aus dem bei Fingerdruck die Luft entweichen kann“, und sofern wir eine mechanische Erklärung für diesen merkwürdigen Entwicklungsakt suchen, so sind wir auch heute nicht in der Lage, etwas besseres zu geben als die Kölliker'sche Fassung von 1861.

Ich möchte nun aber, und dies ist der Zweck dieser Zeilen, darauf hinweisen, dass eine derartige Einstülpung eines vorher kugeligen Ballons, wenigstens bei den von mir untersuchten Formen (Selachier, Reptilien, Vögel, Säuger) überhaupt nicht vorkommt. Die Augenblase hat zu keiner Zeit symmetrische Kugelform. Ihre Umbildung zum doppelwandigen Augenbecher ist nur die allmähliche Ausgestaltung ihrer primitiven Anlage.

Denn sobald das Gehirnrohr geschlossen und die Augenblase als seitliche Vorwölbung an ihm erkennbar ist, zeigt sie auch schon die bedeutsame Eigentümlichkeit, dass sie an einer bestimmten Stelle ihres ventralen Randes nicht wie im übrigen Umfang durch eine Furche abgesetzt, sondern glatt und ohne scharfe Grenze mit der basalen Hirnwand verbunden ist (Fig. 2). Während daher im übrigen Umfang die mit dem Ektoderm in Berührung stehende distale Wand, die spätere Retina, sich gegen

¹⁾ Dass die Umgestaltung der Augenblase zum Augenbecher von der Entwicklung der Linse unabhängig oder wenigstens nicht an dieselbe gebunden ist, geht, wie mir scheint, in überzeugender Weise hervor sowohl aus der teratologischen Beobachtung von Rabl (1898, p. 538), wo sich ein Augenbecher fand bei fehlender Linse, wie auch aus den schönen experimentell-entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen Spemanns (1901, p. 61), welche nicht nur die Unabhängigkeit der Augenblase von der Linsenentwicklung, sondern sogar umgekehrt die Abhängigkeit der letzteren von der ersteren dartun. Auf diese Beziehungen, sowie weiterhin auf die Glaskörperfrage einzugehen, liegt jedoch ausserhalb des Rahmens dieser Mitteilung, die nur dem Vorgange selbst bei der sogenannten Einstülpung der Augenblase gewidmet sein soll.

die dem Gehirnröhr zugekehrte, zum Pigmentblatt werdende proximale allmählich immer deutlicher in einem mehr oder weniger scharfen Winkel abgrenzt, kommt ventral ein proximaler Wandabschnitt überhaupt nicht zur Entwicklung, sondern die distale Wand verharret hier in unmittelbarem Anschluss an den Augenblasenstiel und durch diesen an die Hirnwand.

Auf das weitere Wachstum der Augenblase muss dies einen tiefgreifenden Einfluss haben. Denn wenn ihre distale Wand ventral am Stiele unmittelbar festsetzt, so kann sie sich weiterhin nicht als aufgetriebene Blase vergrössern, ihr Flächenwachstum wird vielmehr, in der distalen wie in der proximalen Wand, seine Expansion durch Schub nach der Umschlagsgrenze hin zum Ausdruck bringen, und zwar kann, eben wegen jener ventralen Fixation, dieses Wachstum sich nur in kaudaler, dorsaler und rostraler Richtung geltend machen.

Diesen eigentümlichen Wachstumsbedingungen entspricht die Form des Augenbechers mit seiner Spalte durchaus.

Denn da die Mitte der distalen Wand ventral am Stiel festgehalten ist, muss ein als ungefähr gleichmässig angenommenes Flächenwachstum beider Wände eine distalwärts gerichtete Emporbiegung der Randteile herbeiführen. Die Mitte der distalen Wand aber, die anfangs lediglich durch die ventrale Befestigung am Stiel zurückgehalten war, wird bei weitergehendem Wachstum sogar passiv in die Tiefe gedrängt werden durch die aktive Aufrichtung des Randgebietes, sodass die Form der Blase, die anfangs noch distalwärts gewölbt war, zunächst flacher, dann eben, und endlich mehr und mehr konkav eingesenkt erscheint. Das Resultat dieses Prozesses ist ein doppelwandiges Hohlgefäss, ein kugel- oder halbkugelförmiger Trichter, der Augenbecher, welcher jedoch eine spaltförmige Lücke zeigt dort, wo, infolge der ventralen Befestigung der distalen Wand am Stiel, überhaupt kein Flächenwachstum der Wände stattfinden konnte. Diese Lücke ist die Augenspalte oder besser gesagt Augenbecher-spalte, die um so länger wird, je mehr der Randteil durch das Flächenwachstum der beiden Wände im ganzen Umfange sich distalwärts vorschiebt, und um so enger erscheint, je mehr das ganze Organ sich vergrössert.

Man kann also in bezug auf die Entstehungsart des Bechers sagen: es wird nicht sowohl der Grund hinein, als

vielmehr der Rand heraus gestülpt; und die Becherspalte ist nicht eine Rinne, die sich eindrückt, sondern eine Lücke, die stehen bleibt zwischen zwei emporwachsenden Wällen.

Wie steht es nun aber mit der Frage nach dem zureichenden Motiv für den geschilderten Bildungsmodus?

Nach einem mechanischen habe ich nicht gesucht, ein biologisches dagegen scheint mir klar zu Tage zu liegen in dem Umstand, dass der glatte Streifen am Boden der Becherspalte die Verbindungsbrücke von der Retina zum Gehirn darstellt, die Bahn also, in der später die Sehnervenfasern ihren Weg nehmen, — vielleicht als Hensen'sche Anlagen schon vorhanden sind.

Hierin sehe ich die morphogenetische Triebfeder bei der Entstehung des Augenbeckers mit seiner Spalte: der Lichtrezeptionsapparat hält sich den kürzesten Weg zum Zentralorgan offen.

Dabei dürfen wir uns daran erinnern, dass dieser kürzeste Weg kein neuer Weg ist. Denn in dem Vorläuferstadium, wo die Augenblase in ihrer Ur-Existenz als Sehgrube der offenen Medullarplatte ihre Lichtrezeptionsfläche dorsalwärts richtet, ist es die gleiche Bahn, durch die das Seh epithel an das mediale, später basale Gebiet der Gehirnplatte direkt angeschlossen ist.

Fig. 1, Querschnitt durch die offene Vorderhirnplatte eines Meerschweinchenembryo von 3 mm Länge, gibt eine Anschauung von dieser nahen Beziehung. Der Schnitt streift linkerseits den kaudalen Rand der Sehgrube, rechts geht er voll durch dieselbe hindurch. In der Mitte des Bildes findet sich der Querschnitt des Vorderdarmes mit ungesondertem Chordaentoblast, ventral anliegend das Ektoderm der Mundbucht, dorsal aufgelagert der mediane Streifen, der zum Boden des Gehirnrohrs wird. Neben dem Bodenteil zeigt die Gehirnplatte jederseits zunächst die bereits dorsalwärts aufgerichtete ventrale Längszone (Grundplatte, His), dann die dorsale Längszone (Flügelplatte, His), welche noch horizontal steht und an dieser Stelle die beträchtlich vertiefte Sehgrube darstellt¹⁾, und endlich einen Randstreifen,

¹⁾ Auf die vielfach verkannte Tatsache, dass das Wirbeltierauge von Haus aus ein dorsales Gebilde ist, kein ventrales, kann ich hier nicht näher eingehen.

der später mächtig wächst, um die hohe Wölbung der Seitenwand und Decke des Vorderhirns zustande zu bringen. Die Sehgruben zeigen relativ beträchtliche Dimensionen. Ihr Fundus, der ventral-lateralwärts sich konvex vorwölbt und dementsprechend an der Seitenfläche des Vorderkopfes bereits eine kleine, rundliche Vorwölbung, die erste Andeutung einer Augenblase, bedingt, steht in unmittelbarer Berührung mit der Basalfläche der Epidermis, wohingegen die mediale, bezw. ventrale Wand der Grube dem Kopfmesoderm aufliegt. Da nun das Kopfmesoderm rostralwärts sich rasch verjüngt und bald aufhört, so ist rostral im ganzen Umfang der Sehgrube kein Mesoderm vorhanden, und die Berührung derselben mit solchem beschränkt sich demnach auf einen ventral-kaudalen Sektor der konisch verjüngten Grubenwandung. Dieser Sektor aber ist es nun gerade, in welchem bei der nun folgenden Entwicklung die Augengrubenwandung unverändert stehen bleibt, während sie sich davor und dahinter und im ganzen dorsalen Umfange ausdehnt.

So entsteht die Augenblase, wie sie sich in Fig. 2 im Frontalschnitt darstellt. Der Schnitt, der einem Torpedoembryo von 5 mm entnommen ist, zeigt, dass die distale Wand der Augenblase im Bereich der Linsenplatte verdickt ist und nicht sowohl durch Einstülpung als vielmehr infolge dieser Verdickung in das Lumen der Augenblase vorspringt. Im ganzen Umfang geht dieser verdickte Teil (das spätere Retinalblatt) durch den Umschlagsrand in die proximale Wand der Augenblase (das spätere Pigmentblatt) über, nur ventral nicht, hier schliesst die kurze, gestreckte Ventralwand des Stieles unmittelbar an die basale Hirnwand an.

Diese letztere Beziehung bleibt nun im ganzen weiteren Verlauf unverändert erhalten. Fig. 3 zeigt einen übereinstimmend orientierten Frontalschnitt von einem Eidechsenembryo von 2,6 mm Länge. Die Linse ist längst abgeschnürt und liegt in der Pupillaröffnung des Augenbeckens. Der Schnitt läuft genau durch die Beckerspalte (oberhalb von sp); in der Spalte ist das Kopfmesoderm getroffen, das sich hier herandrängt, und im Grund der Spalte findet sich die gestreckte Ventralwand des Stieles (st) als direkte und kürzeste Verbindungsbrücke zwischen Retinalblatt und basaler Gehirnwand genau so angeordnet, wie es auch der so viel jüngere Embryo in Fig. 2 zeigte.

Dass aber diese Brücke es ist, auf oder vielmehr in der später die Opticusfasern von der Retina zum Gehirn verlaufen, das endlich demonstrieren die in Fig. 4 und 5 abgebildeten Präparate, Embryonen von *Torpedo* und *Anas* entnommen, welche der Entwicklungshöhe nach ungefähr entsprechen den Hühnerembryonen vom Ende des 5. Brüttages.

In beiden Objekten ist das Lumen des Sehventrikels (au) noch als Spaltraum erhalten, der sich in dem Frontalschnitt (Fig. 4) auch noch in den Augenstiel hinein verfolgen lässt, Aussen- und Innenblatt des letzteren deutlich von einander trennend. Dem Innenblatt eingelagert sieht man die Nervenfasern, die als feine helle Fädchen von der konkaven Fläche des Retinalblattes im Grund des Augenbechers herabkommend in den Augenstiel einbiegen. Der Schnitt trifft die untere Wand des Augenbechers neben der Becherspalte, dieser ungefähr parallel, und über dieser das in den Glaskörperraum hineinragende Rudiment eines dem *Processus falciformis* der Knochenfische verwandten Gebildes.

Dass die Nervenfasern aus der Konkavität des Retinalblattes von allen Seiten her nach dem Augenstiel konvergieren und sich hier zu einem Bündel vereinigen, ist in Fig. 5 gut zu sehen, einem Sagittalschnitt aus ungefähr gleichem Stadium, welcher der Eintrittsstelle der Nervenfasern in den Augenstiel entspricht. Vom Augenstiel ist nur das die Nervenfasern aufnehmende Innenblatt getroffen, zu beiden Seiten aber bezeichnet eine Furche die Grenze, in der sich in den medialwärts folgenden Schnitten das Aussenblatt des Stieles vom Pigmentblatt des Augenbechers absetzt.

Die beiden Objekte 4 und 5 gewähren demnach aufwärts und abwärts deutliche Anhaltspunkte für die Feststellung des Entwicklungsganges. Aufwärts lassen sie bereits den *N. opticus* in seinen charakteristischen Beziehungen erkennen, abwärts zeigen sie noch den primitiven, doppelwandigen Aufbau der Augenblase und ihres Stieles. Besonders Fig. 4 ist lehrreich für unsere Frage, weil hier der Übergang der beiden Wandungen der Augenblase in die beiden Blätter des Stieles in der gleichen Orientierung getroffen ist wie in den in Fig. 3 und 2 abgebildeten früheren Stadien. Der Unterschied besteht eigentlich nur in der Verdickung des Retinalblattes und der Verlängerung des Stieles. Über den direkten Zusammenhang des Retinalblattes mit dem

Innenblatt des Stieles lässt die Abbildung keinen Zweifel und demonstriert auch den nunmehr scharf abgesetzten ventralen Rand des Retinalblattes. Dies aber ist der fixe Punkt bei der Ausbildung des Augenbeckers, welcher in deren ganzem Verlauf seine Lagebeziehung zum Zentralorgan unverändert beibehält und lediglich infolge der Entfaltung der umgebenden Teile der Augenblase in die Tiefe gerückt erscheint.

Literaturverzeichnis.

- Goette, A.: Die Entwicklungsgeschichte der Unke als Grundlage einer vergleichenden Morphologie der Wirbeltiere. Leipzig 1875.
- Hertwig, O.: Die Elemente der Entwicklungslehre des Menschen und der Wirbeltiere. II. Aufl. Jena 1904.
- His, W.: Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbeltierleibes. Die erste Entwicklung des Hühnchens im Ei. Leipzig 1868.
- Huschke, E.: Über die erste Entwicklung des Auges und die damit zusammenhängende Cyklopie. Meckels Arch. Anat. u. Phys. 1832.
- Derselbe: Über einige Streitpunkte aus der Anatomie des Auges. (Ende der Netzhaut. Spalt. Prinzip der Augenbildung). Ammons Zeitschr. für die Ophthalmologie. Bd. 4. Heidelberg und Leipzig 1835.
- Kessler, L.: Zur Entwicklung des Auges der Wirbeltiere. Leipzig 1877.
- Kölliker, A.: Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere. Leipzig 1861.
- Rabl, C.: Über den Bau und die Entwicklung der Linse. I. Selachier und Amphibien. Zeitschr. wiss. Zool. Bd. 63. 1898.
- Remak, R.: Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbeltiere. Berlin 1855.
- Rüdinger, N.: Über die Bildung der primären und sekundären Augenblasen bei Triton alpestris. Sitz.-Ber. math.-physik. Kl. Akad. Wiss. München. Bd. 19. 1889.
- Schoeler, H.: De oculi evolutione in embryonibus gallinaceis. Inaug.-Diss. unter Reichert. Dorpat 1848.
- Spemann, H.: Über Corelationen in der Entwicklung des Auges. Verh. Anat. Ges. auf d. 15. Versammlung in Bonn. 1901.

Erklärung von Tafel I.

Die Abbildungen sind entnommen dem von mir verfassten Kapitel über die Entwicklung des Auges im Handbuch der vergl. und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere, herausgegeben von Oscar Hertwig.

Die Photogramme wurden von Dr. Fr. W. Müller mit den Apparaten der Tübinger Anatomie aufgenommen.

Vergrosserung aller Figuren 100:1.

- Fig. 1. Querschnitt durch den Vorderkopf eines Embryo von *Cavia cobaya* von 3,0 mm Körperlänge. Präp. v. A. Froriep.
 Fig. 2. Frontalschnitt durch den Vorderkopf eines Embryo von *Torpedo ocellata* von 5,4 mm Körperlänge. Präp. v. A. Froriep.
 Fig. 3. Frontalschnitt durch den Vorderkopf eines Embryo von *Lacerta vivipara* von 2,6 mm Körperlänge. Präp. v. A. Froriep.
 Fig. 4. Frontalschnitt durch den Vorderkopf eines Embryo von *Torpedo ocellata* von 21 mm Körperlänge. Präp. v. Marie Froriep.
 Fig. 5. Sagittalschnitt durch den Vorderkopf eines Embryo von *Anas domestica*, 122 Stund. bebrütet. Präp. v. H. Grönroos.

Gemeinsame Bezeichnungen.

-
- au* = Sehgrube = Höhle der Augenblase, Sehventrikel.
ent = Vorderdarm.
l = Linsenplatte des Ektoderms.
mes = Mesoderm.
n = Sehnervenfasern.
p = Pigmentblatt } des Augenbechers.
r = Retinalblatt }
sp = Gegend der Augenspalte.
st = Stiel der Augenblase.
st.a = Aussenblatt } des Augenstieles.
st.i = Innenblatt }
v = Ventrikel des Vorderhirns.
-