

Die Entwicklung des Herzens, des Blutes und der grossen Gefässe bei *Megalobatrachus maximus* SCHLEGEL.

Von

Petronella Johanna de Rooy aus Amsterdam.

Hierzu Tafel XIX—XXIV.

Einleitung.

Vorliegende Arbeit ist die dritte Fortsetzung einer Serie, die sich mit der Entwicklung des japanischen Riesensalamanders beschäftigt. Die vorhergehenden sind:

- 1) Erste entwicklungsstadien von *Megalobatrachus maximus* SCHLEGEL, von Dr. L. P. DE BUSSY;
- 2) Die kiembladvorming von *Megalobatrachus maximus* SCHLEGEL, von Dr. DAN. DE LANGE.

Erstgenannte Arbeit behandelt die ersten Furchungsstadien, die zweite die Keimblattbildung. Ueberdies sind noch einige kleinere Abhandlungen im Zoologischen Anzeiger erschienen:

- a) Zur Fortpflanzung von *Megalobatrachus maximus* SCHLEGEL, von Dr. C. KERBERT;
- b) Die ersten Entwicklungsstadien des *Megalobatrachus maximus* SCHLEGEL, von Dr. L. P. DE BUSSY. Letztere ist eine etwas verkürzte Uebersetzung der Arbeit No. 1.

Alle diese 4 Abhandlungen befassen sich mit der Beschreibung der Entwicklung desselben Geleges vom 19. September 1904 im Aquarium des Zoologischen Gartens in Amsterdam. Sie geben ein vollständiges Bild vom Laichen, von der Brutpflege des Männchens, von der Eifurchung und Bildung des Notoporus bei den Embryonen. Was die ältere Literatur anbetrifft, so verweise ich auf die genannten Mitteilungen, wo sie vollständig angegeben ist. Auch ist dort, besonders in No. 1 (p. 20—23) eine ausführliche Beschreibung der mikrotechnischen Methode zur Darstellung gelangt, so daß ich dies übergehen kann, um direkt zum

eigentlichen Thema zu kommen. Viele der Schnittserien, die auch zu meiner Abteilung gehören, fand ich schon fertig vor, nur die älteren habe ich selber anfertigen müssen.

Ich will anfangen mit der Beschreibung der aufeinander folgenden Stadien der Herzbildung, nachher die Entwicklung des Blutes und der Gefäße folgen lassen, um zu schließen mit der Vergleichung des Zustandes bei Urodelen, Anuren, Selachiern, Teleostiern.

Die Literatur über das Blutgefäßsystem ist sehr ausgedehnt, die Meinungen aber sind sehr geteilt und nicht immer deutlich ausgesprochen. Jedenfalls habe ich versucht, die Beschreibungen so genau wie möglich zu geben.

A. Beschreibender Teil.

I. Die Entwicklung des Herzens.

Zur Beschreibung der Herzentwicklung diene zunächst ein noch recht junges Stadium, bei welchem noch keine Spur eines Pericardiums oder eines Herzens sich vorfindet, es ist das Stadium X vom 7. Oktober. Der Embryo erhebt sich noch wenig über den Dotter, der Schwanz ragt noch gar nicht daraus vor, der Kopf ein wenig, derselbe ist fast rechtwinklig nach unten gebogen (Fig. 35). Auf einem etwas neben der Mediane getroffenen Längsschnitte sieht man folgendes (Fig. 1): Das Ektoderm ist zweischichtig und biegt um den Kopf aufwärts, dann wieder hinunter, der vorderen Grenze des Dotters entlang. Nach innen vom Ektoderm folgt im Kopfe die Gehirnblase, dann Mesoderm und nachher das Entoderm des Vorderdarmes. Dieses Darmentoderm geht allmählich in das Dotterentoderm über. Das Darmlumen zeigt eine ventrale Ausstülpung, aus der sich viel später die Leber entwickelt; die Leberanlage ist also sehr frühzeitig vorhanden. In der Bucht zwischen Kopf und Dotter liegen Ekto- und Entoderm ohne Zwischenraum nebeneinander, das Mesoderm ist noch nicht bis zu der Stelle jederseits ventralwärts vorgedrungen, wo später das Pericard entsteht. Ein solches ist daher noch nicht vorhanden.

Betrachten wir nun einen Längsschnitt aus Stadium Y, eines um 1 Tag älteren Tieres. In der äußeren Gestaltung ist nicht viel verändert, und der Kopf ist noch ebenso stark gekrümmt

(Fig. 36). Das Mesoderm ist etwas weiter ventral vorgewachsen und zeigt an seinen beiden freien Enden eine Höhlung zwischen seinen zwei Blättern, Splanchnopleura und Somatopleura. Diese Höhle entspricht der später einheitlich werdenden Pericardialhöhle, die sich also paarig anlegt in den ventralen Mesodermenden (Fig. 2). Bemerkenswert ist, daß wir es hier zu tun haben mit einem Falle, wo sich das Pericard angelegt hat, bevor noch eine Spur eines Herzens bemerkbar ist.

Dieser Zustand wird aber nicht lange anhalten, denn noch einen Tag weiter und die ersten Elemente der Herzanlage zeigen sich, also nur einen Tag nach dem Auftreten des Pericards. Der Embryo ist jetzt 20 Tage alt (9. Oktober). Auf einem Querschnitt etwas hinter der Mundeinstülpung sehen wir an der ventralen Seite die freien Enden der Seitenplatten. Ihre beiden Blätter, Somatopleura und Splanchnopleura, umschließen jederseits eine Höhle, die Pericardialhöhle; nach außen werden sie begrenzt vom Ektoderm, nach innen vom Entoderm. Dieses Entoderm zeigt nach vorn eine Ausbuchtung in der Mitte zwischen den Mesodermplatten, die bis an das Ektoderm heranreicht. Hier grenzen Ekto- und Entoderm also ohne Zwischenraum aneinander. Es ist diese Ausstülpung der später durchbrechende Mund.

Einige Schnitte kaudalwärts folgt wieder eine Verdickung des Entoderms, auch ventral gerichtet: die Anlage der Thyreoidea. Von vielen Autoren wird diese Verdickung mit der Entstehung des Herzens in Zusammenhang gebracht. Ich komme am Ende dieses Abschnittes auf diese Deutung noch zurück. Unmittelbar hinter der Thyreoideaausstülpung hat das Entoderm wieder seine gewöhnliche Dicke, und es bleibt ein Raum frei zwischen Entoderm, Ektoderm und den zwei Seitenplattenenden. Dieser Raum, die Herzgegend, ist aber nicht leer, es befindet sich darin eine Zellen- gruppe (Fig. 3, 6—7), die zusammengesetzt ist aus ziemlich großen, runden oder ovalen Elementen, jedes mit einem Kern und ausgefüllt mit Dotterblättchen. Die Zellen haben sich zu 2 oder 3 vereint in kleinere Häufchen.

Woher kommen nun diese Zellen? In Bezug auf die Herkunft kommen nur Entoderm und Mesoderm in Betracht. Die Zellen gleichen den naheliegenden Mesodermelementen außerordentlich; die Entodermzellen aber, die sich immerhin auch ganz in der Nähe vorfinden, sind sehr hoch-zylindrisch, echt epithelial angeordnet und zeigen ebenfalls einen Kern und eine ganze Menge Dotterplättchen. Sie bilden aber, sehr nahe aneinander gefügt,

eine scharfe, gerade verlaufende Kontur nach außen. Und das ist gerade ein Hauptunterschied gegenüber dem Mesoderm: der Rand der Splanchnopleura hat zahlreiche runde Vorwölbungen. Einige derselben sehen aus wie ausgestoßene Zellen, die noch dicht gegen ihren Mutterboden gedrängt liegen. Und hiermit sind wir zur Hauptsache gekommen:

Die Zellengruppe in der Mitte möchte ich auffassen als ausgeschiedene Splanchnopleurazellen, die sich später aneinander legen und das Endothelrohr des Herzens bilden.

Beweisende Kernspindeln habe ich in meinen Schnitten nicht nachweisen können, aber die ganz scharf ausgeprägte Gestalt der Zellen, die bisweilen noch halb im Mesoderm liegen, zeigt, daß sie zweifelsohne nicht von den epithelialen Entodermzellen herkommen können. Man braucht beide Zellarten nur zu vergleichen, um sofort den Unterschied zu bemerken. Dagegen sehen die beiderseits liegenden Mesodermzellen ganz genau so aus; es sind auch locker zusammengefügte, runde oder ovale Elemente.

Jetzt kommen wir zu der Frage: repräsentiert das isoliert liegende Zellenhäufchen wirklich das zukünftige Herz? Meiner Meinung nach kann man das unbedingt für sicher halten, denn die Zellengruppe liegt genau an derselben Stelle, wo später der Herzschauch sich findet.

Die so oft beschriebenen fadenförmigen Fortsätze konnte ich niemals nachweisen an den freien Gefäßzellen; das Mesoderm ist in allen seinen Teilen völlig gleich, von einer abweichenden Beschaffenheit desjenigen Abschnittes, der die Gefäßzellen liefert, ist keine Rede.

Unmittelbar hinter der Zellengruppe folgt die Dottermasse.

Die Endothelzellen, wie wir sie jetzt nennen können, legen sich aneinander, umschließen hier und da eine Höhle und stellen dann das Endothelrohr des Herzens dar. Dieser Schlauch zeigt eine verhältnismäßig dicke Wand — denn die Zellen haben noch dieselbe runde Form — und ein sehr geringes, spaltförmiges Lumen (Fig. 12), so gering, daß es auf einigen Schnitten sogar nicht sichtbar ist. Nach außen ist das primitive Herz schon scharf abgegrenzt, und mir scheint, daß es nicht mehr durch einzelne Zellen mit seinem Mutterboden in Verbindung steht. Sein vorderes Ende läuft in 2 sehr kurze Röhren aus, die Anfänge der ventralen Stücke des ersten Aortenbogens. Diese umfassen die ventrale Darmausstülpung: die Thyreoidea (Fig. 9). Nach hinten läuft

es ebenfalls in zwei Zipfel aus: die ganz kurzen Anfänge der beiden *Venae omphalo-mesentericae* (Fig. 14).

Die zwei Pericardhöhlen sind inzwischen größer geworden, so daß ihre mediale Wand von beiden Seiten unter dem Herzen zusammenstößt und ein *Mesocardium anterius* bildet (Fig. 11—13). In Fig. 13 kann man sehr gut sehen, daß das Pericardium nichts anderes ist als der vordere Teil der allgemeinen Leibeshöhle, die entsteht durch Auseinanderweichen der zwei Mesodermblätter.

Das Herzrohr ist leer, es befinden sich noch keine Blutzellen darin. Letztere treten zuerst im nächstfolgenden Stadium auf (EE, 14. Okt.). Dann beginnen auch einige Veränderungen an dem Herzen selbst. Die Wand nämlich ist dünner geworden, weil die Zellen sich gestreckt haben und ein großes Lumen umgeben. Seine vorderen Enden, die ersten Aortenbogen, sind etwas gewachsen, ebenso die *Venae omphalo-mesentericae*. Letztere haben die Stelle erreicht, wo die ersten Blutzellen gebildet werden, und nur von diesem Zeitpunkte an kann man Blutzellen im Herzen finden; BRACHET (1898) hat schon speziell darauf hingewiesen. Die ersten Aortenbogen verbinden sich mit der dorsalen Aorta, so daß jetzt der erste Bogen in seiner ganzen Länge besteht. Auch vom zweiten und dritten bestehen die Anfänge.

Inzwischen wächst auch das Mittelstück des Herzens, und es fängt an sich zu krümmen. Von dieser Krümmung bekommt man ein gutes Bild in Stadium FF, 15. Okt. (Fig. 15—17). Das Tier ist horizontal geschnitten; Fig. 16 zeigt sehr deutlich die Krümmung nach rechts und die Länge der *Venae omphalo-mesentericae*.

Die beiden Wände des *Mesocardium anterius* verschmelzen vollkommen, es bricht in der Mitte durch, und so ist eine einheitliche Pericardialhöhle gebildet. Ein *Mesocardium posterius* besteht ebenfalls, es bricht auch durch, zuerst in seinem mittleren Stück, da das Herz sich zu krümmen anfängt, später in seinem vorderen und hinteren Teil. Die Herzwand besteht dann außer der Endothelhaut (*Endocard*) noch aus einem mesodermalen Ueberzug (*Myocard*).

Das Herz krümmt sich mehr und mehr, bildet auch in seinen verschiedenen Abteilungen eine verschiedene Dicke aus, so daß man eine gebogene Bulbus- und Ventrikelabteilung und ein seine ursprüngliche Lage beibehaltendes Atrium unterscheiden kann. Das Hinterstück des *Sinus venosus* nimmt jetzt zwei Gefäße auf: die *Vena omphalo-mesenterica* und den sehr weiten *Ductus Cuvieri*,

der sich nach hinten in den lakunären Abschnitt der hinteren Kardinalvene zwischen den Nierenkanälchen fortsetzt.

Der Ventrikel bildet mit dem Bulbus einerseits und dem Atrium anderseits einen scharfen Winkel, der Auricularkanal hat eine horizontale Richtung (Fig. 18). Nun wird aber die Kammer mit ihrem, dem Atrium angelagerten Teile nach unten umgeschlagen, so daß der Auricularkanal einen vertikalen Verlauf erhält. Diese Veränderungen geschehen auch hier genau so, wie HOCHSTETTER das im HERTWIGSchen Handbuch für die übrigen Amphibien beschreibt. Der Bulbus ist wieder frei geworden, dann folgt mit scharfer Knickung der ungefähr horizontal verlaufende Ventrikel, der übergeht in die weitere Vorkammer, auf welche der breit gestreckte Sinus venosus mit seinen zwei Zipfeln folgt.

Die Herzwand besteht immer noch aus den zwei Schichten: Endo- und Myocard, die zwischen sich einen Raum übrig lassen. Die Gestalt des Herzens ist nahezu die bleibende geworden, es erleidet keine großen Formveränderungen mehr. Die betreffenden Abschnitte dehnen sich noch etwas aus, so daß der vordere Teil des Bulbus wieder an das Atrium stößt. In den Truncus münden nun 4 Aortenbogen, wovon die 3 hinteren die Kiemenarterien sind. Auch die im Lumen flottierenden Blutkörperchen verändern ihre Gestalt, sie werden oval.

Was die Herzwand anbetrifft, so unterliegt sie noch einigen Veränderungen. Das Endocard lagert sich dem Myocard immer mehr an; bei der Kammer geschieht dies erst, nachdem die ersten Muskelbalken sichtbar sind (Stadium VV, 30. Okt.). Die Muskeln sind radial gegen das Innere des Ventrikelraumes gerichtet.

Die Vorkammer vergrößert sich nach der kranialen Seite stark, so daß der Bulbus an seiner ventralen Seite in eine Furche zu liegen kommt. Gegen den Sinus venosus hin ist das Atrium scharf abgegrenzt, ebenso gegen die Kammer — *Canalis auricularis*. Der Bulbus liegt mit seinem hinteren Ende der Kammer dicht an, so daß nur noch ein kleiner, dreieckiger Raum zwischen den drei Abteilungen sich vorfindet.

Atrio-ventricularklappen. Im Auricularkanal treten zwei Verdickungen auf an dem Endocard (Fig. 20). Es sind dies die zukünftigen Atrio-ventricularklappen.

Septum atriorum. Im inneren Atriumraume beginnt eine Zweiteilung. Das Endocard zieht sich als eine dünne Haut von der dorsalen bis zur ventralen Vorkammerwand; jetzt sind also

zwei Atriumhöhlräume gebildet (Fig. 19). Perforationsöffnungen im Septum konnte ich nicht wahrnehmen; wenn sie überhaupt hier auftreten, kommen sie spät zur Ausbildung.

Sinusklappen. Die einspringenden Herzwandfalten zwischen Vorkammer und Sinus venosus verdicken sich; aus diesen Endocardverdickungen gehen die Sinusklappen hervor (Fig. 21). Die Umbildung von der Verdickung in die Klappen habe ich weder bei diesen, noch bei den Atrio-ventricularklappen gesehen, denn dazu waren meine ältesten, geschnittenen Embryonen noch nicht weit genug in der Entwicklung fortgeschritten. Ich möchte diese Umbildung jedoch annehmen aus der Vergleichung mit anderen Amphibien, für welche HOCHSTETTER diesen Verlauf angibt.

Bulbuswülste. Im Innern des Bulbusraumes kommt es zuletzt auch zu Verdickungen; sie sind zum ersten Male wahrnehmbar beim Embryo h, 11. Nov. Fig. 22—24 zeigen sie auf Querschnitten. Im distalen Teile verdickt das Endocard sich an 4 Stellen nach außen, im proximalen hingegen nur an 3. Dazwischen ist eine Strecke, wo sich nur ein Wulst, ungefähr dreiteilig aussehend, befindet. Der mittlere größere Abschnitt des letzteren setzt sich proximal in einem der 3 Wülste fort, verschwindet dagegen distalwärts. Es sind seine beiden Seitenteile, die sich hier in 2 der 4 Wülste direkt fortsetzen. Eine Spiralfalte habe ich nicht aufgefunden; es könnte aber immerhin sein, daß diese bei einem älteren Embryo noch auftreten würde. Notwendig ist es aber nicht, denn es wird für Triton alpestris und Menobranchus angegeben, daß sie hier ganz fehlt (HOCHSTETTER, Handb. HERTWIG).

Vor dem Abschluß dieser Beschreibung der Herzbildung muß ich nun noch auf jene Entodermverdickung etwas näher eingehen, welche sich hinter der MundEinstülpung befindet und die, wie oben schon erwähnt, meist als im Zusammenhang mit der Herzanlage stehend betrachtet wird. Viele Autoren, RABL, BRACHET für Amphibien, RÜCKERT, HOFFMANN für Selachier u. a. haben das ventrale Darmdivertikel aufgefaßt als den Mutterboden des Herzendothels. Die Verdickung beginnt in kurzer Entfernung von der MundEinstülpung und stellt dann eine Rinne des Darmlumens dar. Kaudalwärts schnürt sich die Rinne ganz vom Darmepithel ab und es resultiert dann ein kurzer, etwas schräg nach hinten gerichteter Blindsack. Besser gesagt, kein eigentlicher Blindsack, denn das Lumen verschwindet sehr rasch, noch bevor die Abschnürung vollzogen ist, und die betreffende Organanlage ist dann eine solide

entodermale Zellenmasse, ringsum scharf unterscheidbar von dem anliegenden Gewebe, auch wegen der vielen Dotterplättchen.

Als ich dieses Gebilde zum ersten Male sah, mit der gleich hinterher folgenden Zellengruppe des zukünftigen Herzens, kam mir auch der Gedanke, daß diese Ausstülpung die betreffenden Zellen liefern sollte, ganz annehmbar vor. Nicht nur die Lage des Organs, sondern die ganze Umgebung macht durchaus den Eindruck, daß man hier im Herzgebiete angelangt ist, denn die vorderen Zipfel des Pericardiums umfassen die Anlage genau so, wie sie es später dem Herzen gegenüber tun. Aber beim genaueren Durchmustern der verschiedenen Schnittserien zeigte sich bald, daß die ventrale Darmausstülpung nichts mit der Herzbildung zu tun hat. Ueberall bleibt sie scharf konturiert und zeigt nirgends eine Lockerung ihrer Elemente. Auch am hinteren Ende kann man ganz bestimmt sagen, wo die Verdickung aufhört.

Zunächst fragte sich, was das rätselhafte Organ darstellte und es kam heraus, daß es die erste Anlage der Thyreoidea sei, die sich unpaar anlegt, sich als ein Bläschen abschnürt und nachher solide wird (MAURER, Handb. HERTWIG). Die Schilddrüsenanlage ist abgebildet in Fig. 5, 8—10.

Als diese Abhandlung in ihrem Entwurf schon fertig war, kam mir eine Arbeit in die Hände von Dr. KATI MARCINOWSKI, die für Bufo und Siredon ganz genau denselben Zustand der Thyreoidea-Anlage beschreibt, wie ich hier getan habe. Aber nicht nur in diesem Punkte, sondern auch in Bezug auf die Herkunft der Endothelzellen befanden wir uns in erfreulicher Uebereinstimmung. MARCINOWSKI beschreibt die Herzbildung bei den zwei genannten Amphibien als mesodermal. Auch hier sind es die zwei freien ventralen Mesoblastenden, welche die Zellen abgeben. Es besteht nur ein Unterschied, allerdings von untergeordneter Bedeutung: die Mesoblastlamellen berühren sich in der ventralen Mittellinie von der Gegend der späteren Vena omphalo-mesenterica an bis an das Hinterende. Bei Megalobatrachus ist dies in jenen jungen Stadien unmöglich, des großen Dottersackes wegen.

Zum Schlusse will ich noch bemerken, daß das primitive Herz unpaar in seiner ganzen Länge ist.

II. Die Entstehung des Blutes.

In der Literatur finden sich viele Angaben über eine Blutinsel, eine eigentliche Insel besteht hier aber nicht.

Sehr kurz, nachdem das primitive Herz als einfacher Schlauch

vorhanden ist, treten die ersten Spuren einer beginnenden Blutbildung auf (Stadium CC, 12. Oktober). Das Mesoderm ist ungefähr bis zu halber Höhe um den Dottersack gewachsen und endet da mit freiem Rande. Dieser Rand fängt an sich zu verdicken, aber nicht gleichmäßig über seine ganze Länge, sondern diskontinuierlich. Zuerst verdicken sich Vorder- und Hinterstück, etwas später auch der mittlere Teil und so ist schließlich eine ringsum gehende Verdickung gebildet. Ventral von dieser Stelle liegt das Dotterentoderm wieder eng dem Ektoderm an.

Der verdickte Streifen zeigt auf Querschnitten eine linsenförmige Gestalt (Fig. 25 links). Dorsal ist er fest verbunden mit dem übrigen dünn bleibenden Mesoderm; eine Grenze zwischen beiden ist nicht zu sehen, beider Beschaffenheit ist völlig gleich. Medial buchtet er sich in das Dotterentoderm ein und lateral zieht das Ektoderm über ihn weg. Er ist immer, bei jeder Färbung, etwas heller als die Umgebung, besitzt sehr viele Kerne und feineres Dottermaterial, als in der Nähe gefunden wird. Darum ist er überall leicht wieder aufzufinden, wenn man ihn einmal gesehen hat. Zellgrenzen sind noch nicht wahrnehmbar.

Am vorderen Anfang beginnt er gerade hinter den Enden der dann noch sehr kurzen *Vena omphalo-mesenterica*, läuft beiderseits nach hinten und vereinigt sich dort, ungefähr in halber Höhe zwischen Schwanz und ventralem Dotterrand (Fig. 26). Die weiterwachsenden *Venae omphalo-mesentericae* stoßen dann beide an den Anfang der Blutinsel — wie wir das Gebilde doch nennen wollen, um einen sehr gebräuchlichen Namen beizubehalten. Dann kann man von einer Art *Sinus terminalis* sprechen, oder nach Analogie mit den Befunden von HOUSSAY beim Axolotl, von der *Vena subintestinalis*. Die Dotterdarmvene setzt sich unmittelbar in die Blutinsel fort, so daß ein ununterbrochenes Gefäß besteht, über die ganze Länge des Dotters verlaufend. Aeußerlich ist das Gefäß deutlich wahrzunehmen als ein ziemlich breites Band (Fig. 37).

Inzwischen sind Veränderungen in seinem Innern aufgetreten. Die erste ist das Sichtbarwerden von Zellgrenzen (Fig. 27), jede Zelle zeigt einen Kern und zahlreiche Dotterkörner; die Zellen liegen erst noch steif gegeneinander gepreßt. In dem Momente aber, da die Dotterdarmvenen den Anfang der Insel erreicht haben, können die ersten fertigen Blutzellen in dieselbe übertreten, und so haben die anderen mehr Raum. Ihre Aneinanderlagerung wird dann lockerer, bis in ganzer Länge die einzelnen Blut-

körperchen frei im Venenraume liegen. Es sind ausnahmslos sehr große, runde Elemente (Fig. 28), die sehr lange diese Gestalt beibehalten; beim Embryo TT, 28. Okt., beginnen sie erst oval zu werden und ihre Dotterkörner zu verlieren.

Wenn die Blutzellen so frei beisammen liegen, gleicht das Ganze einem gewöhnlichen Blutgefäße; aber es hat noch keine eigene Wand. Diese wird nachträglich gebildet von denjenigen Zellen, die am meisten peripher lagen. Sie platten sich ab, reihen sich aneinander und stellen eine dünne Endothelhaul dar. Nun werden auch keine neuen Blutkörperchen vom Mesoderm ausgebildet, sondern sie vermehren sich durch Teilung der eigenen Elemente. Blutzellen, die im Innern anstatt eines ruhenden Kernes die typische Kernspindel zeigen, sind nicht selten.

Das Mesoderm zieht sich als eine sehr dünne Haut zwischen Ekto- und Entoderm durch, wächst weiter, bis es schließlich das der anderen Seite medio-ventral erreicht.

Ueber der Subintestinalvene treten mehrere Gefäße auf, alle auf dem Dotter liegend, also echte Dottergefäße. Sie nehmen ihren Ursprung aus der genannten Vene, die an Umfang bedeutend zunimmt, dorsalwärts successive einzelne Stücke abschnürt und so gleichsam verschiedenen, übereinander liegenden Etagen von Gefäßen ihren Ursprung gibt.

Beim Embryo LL lagert sich das Hinterstück der Vena subintestinalis immer mehr ventral, bis sich die rechte und linke zu einem großen ventralen Gefäße vereinigen. Diese Abweichung habe ich nur ein paar Mal angetroffen und denke mir, daß dieser Teil der Blutinsel verspätet zur Anlage kam, also in einer Zeit, da die freien Mesodermenden sich schon ventral vereinigt hatten. Dieser Zustand stimmt wieder völlig mit dem bei Siredon überein (MARCINOWSKI). Hier scheint es aber Regel zu sein, daß das hintere Stück der Blutinsel unpaar auftritt. Ebenfalls bei Triton alpestris (BRACHET). Die Erklärung für dies abweichende Verhalten ist eben wieder die geringere Dottermenge bei den zwei letztgenannten Tieren und die damit in Zusammenhang stehende frühere Umwachsung von seiten des Mesoderms.

Auch ventralwärts werden Dottergefäße gebildet, so daß rings um den Dotter herum eine größere Anzahl Blutgefäße verlaufen. Das zuerst entstandene, die Vena subintestinalis, hat viel geringere Dimension bekommen, doch bleibt sie immer beiderseits noch zu erkennen bis zu ihrer hinteren Vereinigung.

Da das Mesoderm immer mehr um den Dottersack gewachsen ist und schließlich sich ventral vereinigt, so liegen alle Gefäße zwischen Dotter und Mesoderm. Frl. MARCINOWSKI beschreibt für *Siredon* um den Darm herum große Sinusse, genau so gelegen. Sie entstehen aus der Blutinsel und münden vorn in die Dotterdarmvene. Nur die Entstehungsweise ist etwas verschieden von derjenigen bei *Megalobatrachus*, indem bei *Siredon* die Dottersinusse als Lücken in der Blutinsel entstehen. Ich möchte aber eine Entstehung durch Abschnürung von Blutinselteilen annehmen, wie ich schon oben auseinandergesetzt habe.

Die Dottergefäße enden vorn in die Vena subintestinalis, hinten werden sie immer enger und hören frei auf. Sie stehen von Zeit zu Zeit miteinander in weit offener Kommunikation, so daß eigentlich der ganze Dotter von einem großen Blutsinus umgeben ist. Dies tritt besonders deutlich im ventralen Teile hervor, wo sich bisweilen zwischen Dotter und Mesoderm ein ziemlich großer Raum befindet, fast ganz gefüllt mit Blutkörperchen.

Jetzt ist auch die hintere Vereinigung der Vena subintestinalis nicht mehr deutlich, infolge der vielen Anastomosen.

III. Die Entstehung der Gefäße.

a) Aorta.

Ebenso wie das Mesoderm ventral die zukünftigen Herzzellen liefert, findet auch dorsal vom Darm eine Ausscheidung von einzelnen Elementen statt. Betrachten wir einen Querschnitt aus der Mundgegend vom Embryo AA', 10. Okt., so sehen wir in der Mitte die Gehirnanlage (Fig. 29). Ventral von dieser folgt die Chorda, die noch nicht blasig-zellig ist, sondern aus ziemlich kleinen Zellen besteht, ganz gefüllt mit Dotterplättchen; darunter kommt der Darm. Rechts und links von der Chorda liegt das Mesoderm, das auch hier von sehr lockerer Beschaffenheit ist. Es umschließt kleine Höhlen und buchtet sich sowohl gegen außen als innen mit runden Vorwölbungen vor.

An der linken Seite sehen wir gerade eine Zelle in Teilung begriffen; die Spindel ist so gerichtet, daß die Tochterzelle zwischen Mesoderm und Chorda zu liegen kommt. In der unmittelbaren Nähe liegt noch eine, die schon sehr weit aus dem Mesoderm hervorragt. Dieses Bild wiederholt sich öfters in derselben Serie, einmal deutlicher rechts, dann wieder links. Das Entoderm hat

auch hier wieder eine scharfe Grenze, kommt also nicht für die Ausscheidung von Gefäßzellen in Betracht. Es ist auch in diesem Stadium teilweise noch beschäftigt mit der Abschnürung der Subchorda, die man auf einigen Schnitten noch ganz im Entoderm liegen sieht, auf anderen dagegen schon als einen gesonderten Abschnitt unten an der Chorda.

Die Subchordabildung tritt zum ersten Male auf im Stadium L, 9. Okt., und dann ist noch gar keine Rede von Aortazellen. Dieses betone ich entgegen der Annahme von HOFFMANN für Selachier: er spricht von einem „Aortadarm“, der median die Subchorda, lateral die beiden Aorten bilden würde.

Die Aorta wird vorn zuerst angelegt; der Embryo AA', den wir besprochen haben, zeigt im Rumpfe noch gar keine Andeutung von Zellenabscheidung. Die einzelnen Aortazellen legen sich aneinander unter Umschließung einer Höhle. Es geschieht dies unregelmäßig auf der ganzen Strecke, wo sich einzelne Zellen vorfinden; bald sieht man schon ein echtes Gefäß, von großen Zellen umgeben, einige Schnitte weiter nur Zellengruppen, bisweilen befindet sich gar nichts an der betreffenden Stelle.

Fig. 30 zeigt den Querschnitt eines Aortenstückes, wobei keine Kerne in der Wand getroffen sind, einen Schnitt mehr kaudalwärts treten 2 Kerne auf, nach 9 Schnitten ist dann nichts mehr von einem Gefäß zu sehen. Die Aortabildung scheint einen schnellen Verlauf zu nehmen, denn beim Embryo AA' war im Rumpfe keine Andeutung von Aortazellen, beim folgenden DD, der 3 Tage älter ist, hat sich im Vorderrumpf schon ein Gefäß gebildet. Die Entstehung dieses Teiles kann ich nicht angeben, weil ein Embryo des betreffenden Stadiums (BB) mir nicht zur Verfügung stand. Das nächstvorhandene Stadium CC aber ist sagittal geschnitten und dadurch für eine Untersuchung der fraglichen Verhältnisse nicht günstig. Doch kann man sich wohl eine Vorstellung davon machen, die Aorta wächst eben von vorn nach hinten, darum kommen die hinteren Schnitte eines älteren Embryos in Betracht. Hier zeigt sich, daß das Mesoderm beiderseits Zellen abscheidet (Fig. 31), die sich aber nicht zu zwei, sondern zu einem unpaaren Zellenhäufchen zusammenfügen. Dieses bildet durch Auseinanderweichen der Zellen ein Lumen. Im hintersten Stück sind noch gar keine Aortenzellen gebildet; sie werden allmählich bei älteren Embryonen ausgeschieden.

Eine der ganzen Länge nach doppelte Aorta besteht also nicht. Der hintere unpaare Teil wird auch wieder nicht auf ein-

mal in seinem ganzen Verlauf zum Gefäß. Man findet hier Stücke von mehreren Schnitten Länge, welche ein gut ausgebildetes Gefäß zwischen Subchorda und Darm zeigen; diese wechseln ab mit solchen, wo die Aorta ganz plattgedrückt erscheint, oder sogar die Subchorda wieder auf dem Darm zu liegen scheint, aber doch immer zwischen sich und dem Entoderm eine Zellenmasse läßt (Fig. 32).

Die Aorta erhält ein immer größer werdendes Lumen, und ihre Wandzellen werden langgestreckte, dünne Elemente. An ihrem ventralen Umfang habe ich einige Male ganz deutliche Seitenäste wahrnehmen können, die eine Strecke weit auf den Dotter verliefen. Wie diese entstehen und ob sie vielleicht ursprünglich segmental angeordnet sind, konnte ich nicht nachweisen. Es ist eben ungemein schwierig, in den jungen Stadien wirkliche Gefäße herauszufinden, weil die Dotterkörner, die öfters beim Schneiden von dem Messer eine Strecke weit mitgeführt werden, vieles verdecken. Später scheinen diese Seitenäste unpaar zu werden, denn in älteren Stadien konnte ich nur einen ventralen, in der Mitte verlaufenden Ast sehen. Derselbe geht bis an die Dottermembran, ist also ganz kurz.

Weiter treten seitlich noch Aeste aus, die zu den Vornierenglomeruli gehen. Auch bei diesen konnte ich keine bestimmte Anordnung wahrnehmen.

b) Aortenbogen.

Der vordere Herzteil, der Truncus arteriosus, teilt sich in zwei kurze Röhren, die beiden ersten Aortenbogen. Diese vergrößern sich rasch, biegen dorsal um und münden dort in die Aorta. Letztere setzt sich noch weiter kopfwärts fort bis ganz vorn hinter das Auge (Carotis interna).

Der erste Bogen wächst dorsalwärts aus bis an die Aorta, welche er erreicht im Stadium GG, 16. Okt. Die folgenden treten etwas später auf. Beim Embryo LL finden sich ein zweiter und dritter; der dorsale Teil derselben geht von der Aorta aus, ebenso wie der ventrale vom Truncus, bis in die Kieme, wo sie in einem sehr weiten Raum zusammentreffen. Der dorsale Schenkel des zweiten befindet sich etwas mehr kranial als der ventrale und tritt auch etwas früher auf, denn er besteht schon bis in die Kieme; der ventrale aber reicht vom Truncus aus nur eine kurze Strecke dorsalwärts.

Beim dritten besteht fast nur ein dorsales Stück, das ventrale ist verschwindend klein. In der dritten Kieme (Bahn für den vierten Bogen), die noch sehr wenig ausgebildet ist, ist auch noch kein dorsaler Schenkel vorhanden.

In Bezug auf diese Verhältnisse möchte ich mich MARSHALL und BLES anschließen; sie schreiben von *Rana temporaria* (p. 204): „In the visceral arches the efferent blood vessels are the first to appear. At $4\frac{1}{2}$ mm these are the only vessels present in the hyoid and the third branchial arches.“

Es sei hier gleich bemerkt, daß diese beiden Untersucher für *Rana* 6 Visceralbogen angeben; der ursprünglich zweite, dem Hyoidbogen angehörende, ist allerdings sehr rudimentär und verschwindet bald. Diesen Bogen habe ich nicht nachweisen können, der zweite ist beim Riesensalamander der erste Branchialbogen. Die beiden Stücke legen sich also nicht gleichzeitig an; sie entstehen in folgender Weise:

Die Visceralbogen bestehen aus einer dotterreichen Innen- und einer dotterarmen Außenpartie. In letzterer sieht man zur Zeit der Gefäßanlage eine Stelle, wo die Zellen etwas weiter auseinander liegen. Zwischen sich lassen sie dann eine ziemlich scharf umschriebene Lücke, die öfters größere Dotterkörner am Rande zeigt. Dieser Hohlraum ist der Anfang des Gefäßes. Immer schließen sich weitere Lücken den älteren an und so wächst das Bogengefäß. Der Hohlraum wird schärfer umgrenzt, seine Wandzellen platten sich ab, dann besteht kein Zweifel mehr, daß es sich um ein Gefäß handelt.

Der Embryo PP, 24. Okt., hat 4 Aortenbogen, den ersten und die 3 Branchialbogen. Der erste verliert seine dorsale Verbindung, so daß er im Stadium TT nicht mehr als Bogen besteht. Sein weiteres Schicksal habe ich nicht näher untersucht.

Die Lungen bestehen in der Anlage vom 28. Okt. an; einen Pulmonalisbogen konnte ich bis 23. Nov. nicht nachweisen.

c) Arteria carotis.

Die Carotis interna ist die Fortsetzung der Aorta dorsalis nach vorn, über die Mündung des ersten Bogens hinaus. Sie geht beiderseits von der Chorda nach vorn, gerade über die Darmwand, dann etwas ventralwärts bis zum Auge. Ihre Umgebung ist das Kopfmesenchym, das sehr lockere Beschaffenheit hat. Ebenso wie die Branchialbogen entsteht auch dieses Gefäß aus

Gewebelücken; beim Embryo EE, 14. Okt., besteht es in seiner ganzen Länge; im Stadium DD wird es eben angelegt, also zu gleicher Zeit mit der Aorta. Hier ist es noch sehr kurz, ganz vorn im Kopfe bestehen überhaupt keine Gefäße.

d) *Vena omphalo-mesenterica.*

Die Dotterdarmvenen werden zugleich mit dem Herzen angelegt. Sie sind nur das hintere, in zwei Stücke sich teilende Ende des Herzens. Der Teil der ausgeschiedenen Mesoblastzellen fügt sich zu den beiden Venen zusammen. Die Vereinigungsstelle schwillt später sehr breit an und bildet den Sinus venosus.

e) *Vena cardinalis anterior.*

Die vordere Kardinalvene tritt zuerst im mittleren Kopfteil auf (EE, 14. Okt.), wächst dann nach beiden Seiten hin aus, denn hinter den Augenbläschen bestehen zuerst nur Andeutungen eines Gefäßes; nach hinten hört sie frei auf in einiger Entfernung vom Ductus Cuvieri.

Das Mesoderm ist im Kopfe sehr locker zusammengesetzt, besteht aus vielen Zellenhäufchen, die unregelmäßige, ovale oder langgestreckte Hohlräume umschließen. Dieser Zustand verursacht wieder sehr viele Schwierigkeit beim Suchen nach Gefäßen. Auch können die großen Dotterkörner ganz den Gefäßraum verdecken.

Die erste Anlage ist diskontinuierlich, man sieht einige Schnitte lang einen der Hohlräume, der etwas schärfer umgrenzt ist, er bildet ein echtes Gefäß. Plötzlich ist es verschwunden und taucht dann wieder nach einigen Schnitten auf, genau in derselben Höhe, rechts und links in geringem Abstand vom Gehirn. Man kann sich hier keine andere Vorstellung von der Gefäßentstehung machen als diejenige, daß die Lücken im Mesenchym das Gefäßlumen darstellen, die nächstliegenden Mesodermzellen die Wand bilden.

Fig. 33 stellt einen Teil des linken Mesodermabschnittes dar; man sieht 2—3 Höhlen, die jede für sich als ein Gefäß aufgefaßt werden können. Bei der successiven Durchmusterung der Schnitte aber geht nur die eine in die *Vena cardinalis anterior* über, die anderen bleiben nur kurze Lücken und verschwinden wieder. Einige Schnitte kopfwärts ist auch diese eine Höhle nicht mehr konstant, und es treten wieder ganz neue auf.

Die zuerst zum echten Gefäß gewordene Lücke wächst nach beiden Seiten hin aus, verbindet sich mit den kleinen, einzeln

schon bestehenden Gefäßstückchen und wird so zu einer langen, durch den ganzen Kopf laufenden Gefäßbahn. Hinten trifft die vordere Kardinalvene schließlich auf den Ductus Cuvieri. Zugleich wendet sie sich in diesem Teil ihres Verlaufes etwas ventral- und seitwärts und kreuzt die Kopfaorta.

Schon frühzeitig sendet die vordere Kardinalvene kleine, dorsale Seitenzweiglein aus, die, schräg dorsal laufend, umbiegen und etwas höher als die Kardinalvene selbst eine Strecke dem Gehirn entlang verlaufen.

Etwas später tritt sehr seitlich noch ein Gefäß auf, das vorn im Kopfe beginnt, dann seitlich neben der Aorta hergeht, stärker als die Kardinalvene wird, um sich dann hinten mit letzteren zu verbinden in der Gegend, wo diese ventralwärts umbiegt zum Ductus Cuvieri. Die Entstehung dieses Gefäßes habe ich nicht untersucht; ich halte es für identisch mit der Vena capitis lateralis (HOCHSTETTER).

f) Vena cardinalis posterior.

Sie tritt zuerst auf im Stadium GG, 16. Okt., wo sie zu treffen ist auf ungefähr 10 Schnitten vom Ductus Cuvieri aus kaudalwärts. In die Vorniere tritt sie noch nicht ein. Ihr Ende ist nur eine Lücke im umgebenden Gewebe, ohne eigene Wand. Daß man es doch noch mit der Vene zu tun hat, folgt daraus, daß beim Rückwärtsdurchsehen der Schnitte diese Lücke ohne Unterbrechung bis in den Ductus Cuvieri reicht, der dann schon eine starke Gefäßbahn mit deutlicher Wand darstellt.

Was nun die Entstehung der hinteren Cardinalis anbetrifft, so kann ich mir wieder nichts anderes denken als eine Aneinanderreihung von Lücken im betreffenden Bindegewebe unter und etwas vor der Nierengegend. Nirgends ist von einer Ausscheidung von Zellen etwas zu bemerken, ebensowenig von freien Wanderzellen.

Das Wachstum findet von vorn nach hinten statt, denn erst folgt ein Stadium, da die Cardinalis in die Lakunen zwischen den Nierenkanälchen eingedrungen ist, aber noch nicht weiter kaudalwärts, und erst nachher ist sie auch in den hinteren Partien des Rumpfes wahrzunehmen. Sie folgt dem primären Nierengang in seinem Verlauf nach hinten, indem sie diesen an seiner lateralen Seite umscheidet. Hinten findet unter dem Darm eine Vereinigung der rechten und linken Cardinalis statt, dann teilt sie sich wieder an der Kloakalstelle, um sich nach der Verbindung

von Entoderm mit Ektoderm wieder zu vereinigen. Der Darm setzt sich an der Kloake vorbei noch als Schwanzdarm fort, wird in seinem dorsalen Teile von der Aorta und im ventralen von der erweiterten Kaudalvene umgeben, so daß er wie in einen Blut-sinus zu liegen kommt. Aorta und Caudalis gehen dann weiter im Schwanz übereinander her bis zum Hinterende.

Ziemlich vorn, in der Gegend der Vorniere, gibt die Kardinalvene einen dorsalen Ast ab, der in die Vena lateralis mündet. Dieser Ast ist sehr weit, denn ich habe ihn einmal bis über 10 Schnitte ($7\frac{1}{2} \mu$) verfolgen können.

g) Ductus Cuvieri.

Die Entstehung ist sehr schwer herauszufinden. Von einem sklerotomalen Ursprung im Sinne MARCINOWSKIS ist keine Rede, denn das Mesoderm zeigt da keine unregelmäßige Grenze und scheidet keine Zellketten ab. Da er weiter bei seinem ersten Bestehen bei weitem nicht so hoch dorsal reicht wie später, so glaube ich, daß eine Abstammung von dem Teil des Mesoderms ausgeschlossen ist, und komme wieder auf den jetzt schon oft beschriebenen Bildungsmodus zurück: aneinander gefügte Lücken im Bindegewebe.

Die vordere Kardinalvene wächst, bis sie den Ductus Cuvieri erreicht, die hintere nimmt hier ihren Ausgangspunkt.

h) Vena jugularis inferior.

Embryo TT hat in der ventralen Kopfwand noch eine paarige Vene, die vorn anfängt in der Unterkiefergegend, der Thyreoidea entlang, dann neben dem Herzen bis zum Ductus Cuvieri geht, in den sie mündet. Das Gefäß ist von hier ab in jeder folgenden Serie deutlich wiederzufinden, es vergrößert sich auch.

i) Vena lateralis.

Die Lateralvene liegt in der Bucht, welche das langgestreckte Myotom macht, auf der Höhe der Chorda. Sie fängt an in der Vornierengegend und geht bis zu der Kloake. Vorn hat sie eine ziemlich weite Verbindung mit der hinteren Kardinalvene und scheint in dieselbe zu münden, obwohl die Vene selber dann noch einige Schnitte kranialwärts zu verfolgen ist. Sie hat inter-segmentale dorsale Seitenäste, die besonders auf Längsschnitten gut zu sehen sind. Weiter kommen viele ventrale Zweige vor,

die eine kurze Strecke schräg nach außen gehen, dicht unter dem Ektoderm und dann plötzlich aufhören. Sie haben ebenfalls eine segmentale Anordnung; was ihr Ziel ist, kann ich nicht sicher angeben, vielleicht führen sie nur das Blut von der Leibeswand zurück.

Das erste Auftreten der Lateralvene ist beim Embryo PP zu sehen (24. Okt., also 35 Tage alt). Dies ist ziemlich spät, während HOCHSTETTER für Urodelen angibt, daß sie frühzeitig erscheint.

Für die beiden letzten Gefäße möchte ich wiederum eine Entstehung im unliegenden Bindegewebe annehmen.

Hiermit will ich die Betrachtung über die Gefäße abschließen, nicht weil sie vollständig ist, sondern weil es bei der Entstehung immer auf dasselbe hinauskommt. Die übrigen Gefäße werden sich doch wohl hierin gleich verhalten.

Die Blutgefäße werden also im Mesoderm angelegt. Für die Aorta und die Vena cardinalis anterior ist die Entstehung eine lokalisierte, nämlich in dem mesenchymatösen Mesoderm, das die Chorda umgibt und zwischen Ursegment und Seitenplatte liegt. Dies würde übereinstimmen mit den sklerotomalen Gefäßen MARCINOWSKIS. Die übrigen haben keine lokalisierte Bildungsstätte, sie entstehen in loco aus dem Bindegewebe.

Die Aorta weicht dann noch dadurch ab, daß sie sich bildet aus einzeln abgeschiedenen Zellen, die sich zusammenfügen, die anderen Gefäße dagegen bilden sich aus schon vorher bestehenden Lücken. Die Ursache davon möchte wohl sein, daß mehr Raum für die Aortaanlage frei ist, während die übrigen Gefäße rundum schon festes Gewebe vorfinden.

Endlich will ich noch darauf hinweisen, daß ich niemals freie Wanderzellen gefunden habe, die in irgend welcher Weise zu der Gefäßbildung etwas beitragen.

Die Untersuchungen beziehen sich auf die Embryonen vom 7. Oktober bis zum 23. November. Das Ausschlüpfen derselben erfolgte vom 10.—26. November.

Zusammenfassung.

1) Das Pericardium ist einen Tag vor der Herzentwicklung gebildet, als eine Höhle zwischen Splanchnopleura und Somatopleura.

2) Das Herzendothel wird bei einem Embryo von 20 Tagen

angelegt als eine Gruppe von Zellen, die von dem Mesoderm, und zwar der Splanchnopleura, ausgeschieden werden.

3) Die ventrale Entodermausstülpung, die öfters als der Mutterboden des Herzendothels betrachtet wurde, ist die Anlage der Thyreoidea.

4) Die einzelnen Herzzellen fügen sich aneinander, um den primitiven Herzschlauch zu bilden.

5) Vorn geht das Herz in die ersten Aortenbogen über, hinten in die Venae omphalo-mesentericae.

6) Das Blut wird gebildet in dem freien, ventralwärts wachsenden Mesodermrand, der sich zu dem Zweck verdickt.

7) Zellwände bilden sich darin aus und grenzen die einzelnen, großen, runden Blutkörperchen voneinander ab. Jedes besitzt einen Kern und viele Dotterplättchen.

8) Wenn die Vena omphalo-mesenterica in Verbindung mit der Blutinsel getreten ist, sieht man Blutzellen im Herzen, nicht eher.

9) Die Blutinsel erstreckt sich jederseits über den ganzen Dotter; hinten vereinigen sich die rechte und linke (Vena subintestinalis).

10) Letztere läßt durch Abschnürung mehrere Dottergefäße entstehen, die anastomosieren.

11) Alle Gefäße, ausgenommen die Aorta, entstehen als Lücken im Mesoderm, das mesenchymatös ist. Die umgebenden Zellen werden zu den Wandzellen.

12) Die Aorta entsteht aus einzeln ausgeschiedenen Mesodermzellen.

13) Vorn legen diese sich (rechts und links) zu zwei Gefäßen, hinten zu einem medianen, unter der Subchorda liegenden Gefäß aneinander.

14) Das Vorderstück besteht früher als die Rumpfaorta.

B. Vergleichender Teil.

Es gibt eine sehr ausgedehnte Literatur über die Herz- und Gefäßentwicklung, so daß es nicht möglich ist, alle Arbeiten in Betracht zu ziehen. Ich will mich nur begnügen mit der Besprechung der bedeutendsten. Ferner verweise ich hier noch auf die Literaturübersicht.

Amblystoma.

HOUSSAY hat mehrere Untersuchungen über Axolotl publiziert; in einer derselben beschreibt er die Entstehung des Gefäßsystems (1893).

Er ist ein großer Anhänger der Theorie der segmental angelegten Organe und er geht so weit, daß er das ganze Gefäßsystem auch darunter einreihet. Die Segmentierung tritt allerdings bei einigen Organen deutlicher, bei anderen undeutlicher auf; zu den letzteren gehört das Gefäßsystem. Die Segmentierung tritt hier nämlich schon zu einer Zeit auf, da das Gewebe noch nicht zum speziellen Organ differenziert ist. Bei dem zwei-blättrigen Embryo beginnt das Entoderm ein axiales und zwei Seitenstücke abzuscheiden, es sind dies:

1) die Chorda und der Mesoblast. Einige Zeit nachher fängt derselbe Prozeß wieder an, dann werden ausgeschieden:

2) die Subchorda und der Parablast. Zum dritten Male kommt es nur zur Abscheidung zweier seitlicher Stücke:

3) der Metablast. Dies alles ist metamer. Der axiale Teil nimmt ab von 1 bis 3: die Chorda ist gut entwickelt, die Subchorda viel weniger und im dritten Teil besteht kein axiales Stück mehr.

HOUSSAYS Parablast ist also durchaus verschieden vom Hischen Parablast. Er fängt an aufzutreten als Ausstülpungen des Entoderms gerade gegenüber dem Mesoblast, der noch nicht weiter differenziert ist. Die Metamerie des Parablastes ist unabhängig vom Mesoblast, denn er wäre sonst intermetamer. Die zwei Bildungen unterscheiden sich dadurch voneinander, daß der Mesoblast nach der Abscheidung, der Parablast vor der Abscheidung aus dem Entoderm segmentiert erscheint.

Bei der Chorda hat er nie eine Segmentation beobachtet, dagegen bei der Subchorda eine deutliche. Diese Segmentierung ist vorhanden vom Beginn des Auftretens der Subchorda an und während der ganzen Dauer ihres Bestehens. Letzteres ist bei Megalobatrachus nicht der Fall, die Subchorda zeigt in ihrer Jugend wohl eine abwechselnde Höhe; ob das segmental wäre, habe ich nicht näher untersucht. Wäre es wohl der Fall, so dauert jener Zustand doch nur sehr kurz, denn etwas später zeigt es sich am deutlichsten auf Längsschnitten, daß die Subchorda ein gerade verlaufender, unten an die Chorda hinreichender Strang ist.

Und jetzt die Beziehungen zum Gefäßsystem. Der Parablast ist der Mutterboden, und da er metamer ist, so kommen alle Ge-

fäße metamer zur Anlage. In jedem Segmente, Angiotome, hat man ein Stück von:

- a) der Subintestinalvene,
- b) einem P. MAYRSchen Gefäße (= im Kopf einer Kiemenarterie),
- c) der Aorta + Cardinalis,

d) einem Kontakte des Parablastes mit dem Ektoderm. Die verschiedenen Stücke verbinden sich später miteinander und dann wird das System ein Ganzes. Die Kontakte mit dem Ektoderm liefern so ein laterales Gefäß.

Die Vena subintestinalis besteht aber nie aus gesonderten segmentalen Teilen; die Metamerie kommt hier nur zum Ausdruck in einer segmentalen Anschwellung. Im vorigen Teil habe ich schon darauf hingewiesen, daß die Subintestinalvene HOUSSAYS in der Lage ganz übereinstimmt mit der Blutinselanlage bei *Megalobatrachus*. Die beigegefügtten Zeichnungen machen auch denselben Eindruck. Nur gibt es einen Punkt der Verschiedenheit. HOUSSAY hat nie eine Verbindung der Subintestinalvene mit dem Mesoderm wahrgenommen, weil dieses noch nicht so weit ventral vorgedrungen war. Auch sagt er nichts über das kaudale Ende der Vene. Er vermutet, daß die seitlichen Zellengruppen aus dem Entoderm stammen, auch darum, weil sie den Dotterdarm an der Stelle einbuchten. Es wären also veränderte Entodermzellen. Die Blutzellen entstehen ausschließlich in diesen beiden Venen.

Ich bin der Meinung, daß seine Vena subintestinalis genau dasselbe Gebilde ist wie meine Blutinsel, nur hat er den verbindenden Mesodermstrang nicht gesehen, vielleicht weil er so dünn war oder schon früher seine Verbindung mit der Insel verliert als bei dem Riesensalamander.

Er erklärt weiter die Tatsache, daß die Subintestinalvene nie aus gesonderten Stücken besteht, so, daß der Embryo gekrümmt und kürzer an seiner Bauchseite als an der Rückenseite ist.

Das Herz wäre nur eine Fortsetzung der ventralen Venen, entodermalen Ursprunges und paarig. Von den Gefäßen sind Aorta und Cardinalis in einer Anlage vorhanden, die sich später durch eine Einschnürung in die beiden Gefäße teilt. Die Annahme, daß Aorta und Cardinalis sich zusammen anlegen, ist mehrmals von anderen Autoren noch erwähnt worden. Es ist mir nicht ganz klar, wie das möglich wäre, denn ich habe sie von Anfang an ziemlich weit voneinander entfernt angetroffen.

Mit seiner Auffassung von der segmentalen Anlage ist wohl keiner einverstanden.

Die wichtigste Arbeit ist wohl die vor kurzem erschienene von KATI MARCINOWSKI (1906). Im ersten Teil habe ich schon auf ihre große Bedeutung hingewiesen; wir sind nämlich ganz unabhängig voneinander zu fast genau denselben Resultaten gekommen.

Sie weist ebenfalls darauf hin, daß die früheren Autoren immer irrtümlich die Anlage der Thyreoidea für die Herzanlage gehalten haben. Bei *Siredon* hat sie keine ventrale Darmrinne finden können in der Schilddrüsenanlage, wie BRACIET (s. w. u.).

Einige Verschiedenheiten muß ich doch noch nennen. Das Mesoderm schließt sich ventral in der Mittellinie schon zusammen, während der Zellausscheidung, die dann als lateral gerichtetes Austreten vor sich geht. Das ist beim Riesensalamander nicht der Fall, die ventralen Mesoblastenden sind hier ziemlich weit voneinander entfernt. In der Lebergegend weichen bei *Siredon* dann die beiden Teile wieder auseinander.

Das Pericardium entsteht später als die Endothelzellen; bei *Megalobatrachus* schon einen Tag vor der Endocardanlage. Die Herzzellen, welche sich schon aneinander gelagert haben, sind bei letzterem auch völlig frei von ihrem Mutterboden.

Es heißt weiter: die Zellen für die Dotterdarmvenen wandern dorsalwärts, weil die Venen hinten dorso-lateral auf der Darmwand liegen; von einer Wanderung habe ich nie etwas finden können, die Venen bleiben an ihrem ursprünglichen Platz liegen, nur sind sie hinten relativ mehr dorsal, weil der Dottersack sich hier ventral stärker ausbuchtet.

In Bezug auf ihre Entstehung können die Gefäße in drei Gruppen eingeteilt werden. Es kommen dabei in Betracht: Wanderzellen, sklerotomale und bindegewebige Gefäßzellen. Die erste Gruppe ist wenig vertreten, zu der zweiten zählt sie die Aorta, die Vornierengefäße, die Vena jugularis und die *Cardinalis posterior*. Die bindegewebige Gruppe umfaßt die peripheren Gefäße, wie *Arteria carotis*, die visceralen Gefäße. Die beiden letzten Gruppen weichen nur dadurch voneinander ab, daß die erste aus einem bestimmten Bezirk des Mesoderms ihren Ursprung nimmt: dem zukünftigen Sklerotom, während der letztgenannte Entstehungsmodus an keine bestimmte Stelle des Bindegewebes geknüpft ist.

Die Blutentstehung ist der vom Riesensalamander gleich, sie weicht in einem Punkt aber ab, nämlich in Bezug auf die unpaare, hintere Blutinsel. Sie gibt weiter noch an, einige Blut-

zellen, schon ganz wie fertig gebildete aussehend, mitten im Bindegewebe angetroffen zu haben. Was sie dort zu tun haben, ist ihr nicht klar, vielleicht werden sie im Bindegewebe einfach eingeschlossen¹⁾. Ich habe nie dergleichen freie Blutzellen außerhalb der Gefäßbahn bemerkt.

Die Blutinsel verzweigt sich nicht, wie sie es angibt für *Siredon*.

Salamandra.

RABL und SCHWINK haben viele Untersuchungen an Salamandra angestellt. In seiner ersten Arbeit (1887) finden wir bei RABL die Angabe, das Herzendothel sei entodermaler Herkunft. Er stützt seine Theorie darauf, daß er vorn im ventralen Darmbezirk eine deutliche solide Ausstülpung gefunden hat, von der er vermutet, daß sie das Endocard darstellt. Ich brauche an diesem Orte nicht näher auf die irrtümliche Auffassung einzugehen, sondern verweise auf den ersten Teil (Thyreoidea).

In seinem zweiten Werke (1889) ist er auch anderer Meinung; er nennt den ventralen Entodermwulst dann schon die Anlage der Schilddrüse, gegen welche sich die Endothelzellen sehr nahe anlegen. Woher diese aber stammen, kann er auch dann noch nicht mit Bestimmtheit sagen. Sie bilden zuerst einen unregelmäßigen Zellenhaufen, in demselben treten Höhlen auf, die miteinander verschmelzen.

Dies scheint mir nicht der Fall zu sein, die einzelnen Zellen bilden, wie gesagt, durch Aneinanderlagerung die einheitliche Herzhöhle.

Beiläufig sei erwähnt, daß er auch eine metamere Anlage der Subchorda gefunden hat.

Für die Gefäßentwicklung stellt er den Satz auf: Endothel entsteht nur aus Endothel, also kein unabhängiges Auftreten der verschiedenen Gefäße.

SCHWINKS Arbeit ist von 1891. Er ist auch Anhänger der entodermalen Endocardabstammung, aber mehr aus theoretischen Gründen als gestützt auf gute Untersuchungen. Die Zellen werden gesondert vom Dotterentoblast ausgeschieden, der einen welligen Umriß hat. Das Mesoderm dagegen verläuft völlig glatt. Diese Auffassung ist also ganz der meinigen entgegengesetzt. Er teilt

1) Vielleicht hat das Messer sie während des Schneidens dorthin geführt?

mit, daß er keine Kernspindel im Mesoblast habe finden können, ausgenommen zweimal. Beim Entoderm fand er gar keine Spindel. Das erste scheint mir aber ein deutlicher Beweis für die mesodermale Herkunft, ebenso wie auch die Mitteilung, daß die Endothelzellen meistens weit vom Endoblast liegen und bisweilen sehr fest an dem Mesoblast.

Der Ort der Entstehung ist etwas weiter kaudalwärts gelegen als später das Herz. Die Zellen wandern darum nach vorn. Ich glaube genügend gezeigt zu haben, daß die ersten Endothelzellen schon in der Gegend auftreten, wo das Herz später auch liegt.

Die Blutentwicklung findet statt gerade hinter dem Herzen. Der Dotterentoblast hat neben der Mediane zwei Stellen, wo sich eine Masse Kerne anhäufen, die zwei Blutinseln. Nach hinten gehen sie in eine Mediane über; eine Endothelwand besteht noch nicht. Warum er hier bestimmt eine entodermale Herkunft annimmt, ist mir durchaus unbegreiflich, denn er fügt selber hinzu: die Insel hat bisweilen eine Kontur gegen den Entoblast, und die Grenze gegen den Mesoblast ist speziell bei dem medialen Teil sehr undeutlich.

Triton.

RABL und SCHWINK kommen für Triton zu denselben Resultaten wie für Salamandra. Die beste Arbeit über die Herzentwicklung bei Triton ist aber ohne Zweifel die von BRACHET (1898). Er schließt sich fast ganz RABL an in Bezug auf die Entstehung von Endothelzellen aus einer ventralen Darmausstülpung. Er beschreibt zuerst, wie die Ausstülpung aussieht, wie lang sie ist, und sagt dann: „La suite du développement nous montrera qu'aux dépens de cette saillie hypoblastique pleine se formera l'endothélium endocardiaque. On doit la considérer comme constituant la toute première ébauche du cœur.“ Es besteht kein Zweifel darüber, daß BRACHET hier die Thyreoidanlage beschrieben hat als einen Teil des Herzens. Seine Beschreibung, sowie seine Zeichnungen machen das jedermann deutlich. Er hat aber nicht wie RABL zuvor eine medio-ventrale Rinne in der Darmwand gesehen. Darum schreibt er ihre Entstehung auch nicht einer Invagination des Entoderms zu, die mechanisch unmöglich sein würde, sondern läßt sie entstehen „... dans une région déterminée, la région cardiaque, un cordon cellulaire plein tend à s'isoler de l'hypoblaste et à en devenir indépendant“. Der Zellenwulst macht sich dann wirklich kaudalwärts frei, um sich aber

noch weiter nach hinten von neuem mit dem Entoderm zu verbinden, welches die kraniale Grenze des Leberdivertikels bildet. Was mit der zweiten entodermalen Verbindung gemeint ist, kann ich nicht begreifen; dergleichen habe ich hinter der Herzanlage nicht gefunden, und es befindet sich an ihrem kaudalen Ende ein ziemlich großer Abstand zwischen ihr und dem Entoderm.

BRACHET beschreibt von dem Punkte, wo „l'ébauche cardiaque“ wieder kaudal ins Darmentoderm aufgenommen wird, die verschiedene Größe der Zellen des Entoderms und Mesoderms. Letzteres hat in seiner Splanchnopleura viele Vorsprünge, die er einer Faltung zuschreibt. Betrachtet man seine Fig. 27, so sieht man die großen cylindrischen, epithelialen Entodermzellen, die kleineren runden Mesodermzellen und die zwischenliegende Zellengruppe, die er das Herz nennt. Diese stimmt in Zellengröße vollkommen mit dem Mesoderm überein. Ich möchte diese Zellengruppe auch für das zukünftige Herz halten, glaube dann aber nicht:

- 1) daß sie entodermaler Herkunft sei,
- 2) daß sie kranial direkt in Verbindung steht mit der ventralen Entodermverdickung (Thyreoidea),
- 3) daß sie hinten wieder vollkommen in den Darm aufgenommen wird.

Es kommt dann noch eine Verschiedenheit dazu, nämlich daß die Herzhöhle entsteht, als ob eine Flüssigkeit die Zellen auseinanderdränge. Bei *Megalobatrachus* habe ich keine so kompakte Zellengruppe gefunden, sondern es bleiben mehrere kleinere isolierte Häufchen bestehen, die sich aneinander lagern und das Endothelrohr bilden.

In der Frage der Blutbildung ist BRACHET in Uebereinstimmung mit SCHWINK und HOUSSAY (s. oben). Er hat auch beiderseits im Entoderm kaudal von der Leberausstülpung eine Stelle gesehen, wo sich viele Kerne vorfinden. Der vordere paarige Teil geht über in einen medianen unpaaren, der ungefähr 10 Schnitte vor dem Anus endet. Das Mesoderm findet sich dort noch nicht als zusammenhängende Schicht zwischen Ekto- und Entoderm, es besteht nur aus einzelnen zerstreuten Zellen.

Oben habe ich schon bemerkt, daß ich es für sehr wahrscheinlich halte, daß sowohl HOUSSAY als auch BRACHET eine Verbindung mit dem Mesoderm übersehen haben, denn BRACHET hält es auch für sicher, daß die Blutinselzellen in loco durch Zellteilung aus Entodermzellen entstehen. Wenn sich eine Wand gebildet hat,

sieht das Ganze wie ein Gefäß aus und ist das auch wirklich, wenn die Dotterdarmvenen den Anfang der Insel erreicht haben. Genau dasselbe bei *Megalobatrachus*. Dann treten die Blutkörperchen in die Gefäße über, durch das Herz in die Aorta u. a.

Rana.

SCHWINK, MARSHALL und BLES, BRACHET, SALENSKY und BLASCHEK sind hier die Untersucher.

SCHWINK (1891) ist der Meinung, daß es bei Anuren weniger leicht zu konstatieren ist, wie das Endocard entsteht. Der Mesoblast wird nämlich spät abgeschnürt vom Entoblast, und die Zellen, welche man sich von letzterem abtrennen sieht, konnten vielleicht noch zum Mesoderm gehören. Die Peripherie des Entoblastes hat auch hier wieder die gebogene Grenzlinie mit Spalten, in welchen Gefäßzellen liegen. Er hält also auch für *Rana* an der entodermalen Entstehung fest.

MARSHALL und BLES (1890) nehmen für das Gefäßsystem eine doppelte Entstehung an, einmal eine entodermale für das Endocard, zweitens eine mesodermale für die Gefäße. Ganz klar werden sie aber nicht über die Endothelentstehung, denn p. 194 heißt es: „Our own investigations are not altogether conclusive at the point.“ Sie schreiben auch der ventralen Entodermausstülpung (Schilddrüse) eine Ausscheidung von Zellen zu: „. . . and it is in connection with this keel that we have found the appearance of budding off of endocardial cells from the hypoblast to be best marked“. Doch wollen sie dem keine größere Bedeutung beilegen, denn etwas nachher sagen sie, daß sie diese Endothelzellen als mesodermal betrachten, nur sind sie in ungewöhnlicher Weise („in somewhat unusual manner“) vom Hypoblast ausgeschieden.

Die Bildung der Gefäße, speziell der Visceralbogen, wird eingehend untersucht. Sie besteht in einer Vereinigung mehrerer Lakunen im Mesoblast. Die umgebenden Zellen liefern die Endothelwand. Abweichend von allen Autoren geben sie an, daß die Blutkörperchen von jenen Wandzellen gebildet werden. Wahrscheinlich wird das wohl auf einem Irrtum beruhen, denn in einigen meiner Schnitte besteht die Endothelwand, speziell beim Herzen, aus einer außerordentlich dünnen Schicht mit sehr fest angelagerten runden Blutzellen. Da könnte man fast glauben, daß sie von der Wand selber ausgeschieden wären, was ich doch nicht annehmen möchte.

In seiner zweiten Arbeit kommt BRACHET (1903) zu ganz

anderen Resultaten als bei Triton. Zwischen den Mesoblastenden liegt hier eine Verdickung, aus Mesoblastzellen bestehend, die sich ebenfalls vom Hypoblast gesondert hat. Die Zellengruppe hält er für das zukünftige Herz. Ihre einzelnen Elemente werden spindelförmig und begeben sich zwischen die Keimblätter. Oefters dringen sie ein wenig in den Hypoblast ein, und dann entstehen Bilder, wie sie SCHWINK beschrieben hat. Diese einzelnen Zellen legen sich dann aneinander, um das Endocardrohr zu bilden.

Das Blut wird auch vom Mesoderm gebildet in einer ventralen Linie. Am Ende macht er einen Vergleich zwischen Urodelen und Anuren; da er für erstere noch die entodermale Herzentstehung beibehält, besteht ein interessanter Unterschied zwischen beiden Gruppen (s. oben bei Triton). Der Unterschied soll nur darauf beruhen, daß das Mesoderm bei den beiden Gruppen verschieden entwickelt ist. Man kann die Gefäßontogenese nicht gut beurteilen, ohne die Entstehung des Mesoblastes genau zu kennen. Er findet es doch notwendig, daß seine Untersuchungen an Triton noch nachgeprüft werden, und scheint in letzter Instanz also doch für eine mesodermale Herkunft des Endothels zu sein.

In einer kurzen Mitteilung erzählt SALENSKY (1895) von seinen Funden beim Frosch. Das Endocard ist mesodermaler Herkunft; die zwei ventralen Mesodermenden wachsen aufeinander zu. Die Splanchnopleura stülpt sich ein, wird Myocard, während die Somatopleura dünn bleibt und die Pericardwand darstellt. Die Splanchnopleura stülpt sich dann beiderseits aus gegen das Entoderm; aus diesen Ausstülpungen entwickelt sich das Endocard. Es kommt ihm also eine paarige Anlage zu. Die meisten Autoren haben die beiden Gebilde die Vena vitellina genannt; in Wirklichkeit sind sie aber das Herz. Sie machen sich los von dem Mesoderm und verschmelzen zu einer Endocardhöhle.

Ich habe schon bemerkt, daß das Endocard sich unpaar anlegt, was geschieht, bevor sich die Splanchnopleura zum zukünftigen Myocard faltet.

Zum Schlusse ist hier noch kurz zu erwähnen die Auffassung von BLASCHEK, daß die Endothelzellen vom Ursegmente stammen. Ein Teil der auswandernden Zellen soll zur Leber werden, ein anderer zum Herz.

Bufo.

Es sind besonders SCHWINK, OELLACHER und MARCINOWSKI, welche die Herzentwicklung für Bufo genauer untersucht haben.

SCHWINK (1891) gibt an, daß die Endocardzellen wie bei den

übrigen von ihm untersuchten Amphibien (s. oben) sich entwickeln, nicht in der Herzgegend, sondern mehr kaudal. Die Stelle des Herzens wird angedeutet durch eine paarige Bucht im Mesoblast.

OELLACHER (1870) fand, daß die Splanchnopleura eine ventrale, bogenförmige Ausstülpung zeigt. Dadurch entsteht zwischen beiden Mesoderlblättern beiderseits eine dreieckige Höhle: die Pericardialhöhle. In der Ausstülpung befindet sich eine Zellenmasse, deren äußere Elemente sich in eine Reihe legen — sie werden zur Endothelwand — während die inneren das Blut darstellen.

Wieder ist es die Arbeit Fr. MARCINOWSKIS (1906), die am deutlichsten zeigt, wie die Bildung des Gefäßsystems verläuft. Sehr ausführlich brauche ich hier ihre Befunde nicht mitzuteilen, denn es geschieht in der Hauptsache ebenso, wie ich für Siredon erwähnt habe. Die ausgeschiedenen Endocardzellen stehen nach hinten mit dem übrigen Mesoblast in kontinuierlicher Verbindung, eben weil das Mesoderm auch hier wieder die ventrale Mittellinie früher erreicht.

Hylodes.

Miss LILIAN SAMPSON (Mrs. MORGAN) berührt in ihrer Arbeit über *Hylodes martinicensis* (1904) die Entstehung des Herzens nur kurz, und zwar mit folgenden Worten: „The heart develops from the mesoderm, ventral to the pharynx.“

Ceratodus.

KELLCOTT (1905) weist auf die Uebereinstimmung hin zwischen Dipnoi und Amphibien in Bezug auf die Furchung, die Gastrulation und das Herz. Das Herzendothel stammt vom Hypoblast; teils als solide Zellenmasse, teils als einzelne Zellen oder Zellengruppen werden seine Elemente am ventralen Teil abgeschnürt. Hinten entsteht es an der Stelle, wo der Mesoblast durch Delamination von dem Hypoblast sich sondert; da ist es schwer, über die Herkunft seiner Zellen zu entscheiden. Weiter gibt es nur eine einzige Vena omphalo-mesenterica.

Teleostier.

SOBOTTA (1894) gibt einige Angaben über Herz- und Gefäßbildung bei Salmoniden. Das Eudothel rührt nicht von dem Entoderm her. Von der Mesodermmasse, worin sich die Kiemenpalten entwickeln und welche die Kiemenbogen liefert, scheidet

sich eine Schicht platter Zellen ab. Diese wandern um den Darm bis zur Ventralseite und liefern das Endocard.

Unter der Chorda liegt eine Zellenmasse, die sich von den medialen Ursegmentteilen abgeschieden hat. Die äußeren Zellen werden zu der Aorta, die inneren werden Blutzellen. Im ventralen Mesenterium bildet sich die Vena subintestinalis, gleichfalls durch Spaltbildung im Mesoderm. Ebenso entstehen im lockeren Kopfmesoderm und nachher auf dem Dotter eine Anzahl Gefäße.

Das Blut und die Gefäße haben ihren Hauptursprung im subchordalen Mesoderm; sie können sich auch an beliebigen Orten in dem Mesoderm bilden, was noch in späterer Zeit z. B. in dem Schwanz geschieht.

Die Schilderung dieser Herzbildung kommt mir nicht klar vor.

Selachier.

PAUL MAYR, RÜCKERT und HOFFMANN haben die Haifische eingehend untersucht und kommen, jeder für sich, zu einer anderen Auffassung.

MAYR (1887) leitet Herz und Gefäße vom Mesoderm her. Die ventralen Mesodermenden scheiden Zellen ab, die sich zu dem Endocard vereinigen. Die Aorta tritt später auf als die Subchorda; das Mesoderm gibt auch hier Zellen und Zellengruppen ab, die sich um eine zentrale Höhle aneinander fügen. Eine Zeitlang bestehen zwei Aorten.

RÜCKERT (1888) nimmt im Gegensatz zu MAYR eine gemischte Abstammung für das Endothel an. Wenn sich schon die ersten Gefäßzellen zwischen Splanchnopleura und der ventralen Darmwand befinden, so fängt letztere an zu wuchern. Es entsteht eine ventrale Längsverdickung mit vielen Mitosen. Diese wird jetzt abgeschnürt, bei einigen in toto, bei anderen in Stücken, und wird durch Auseinanderweichen der Zellen zu dem Endothelrohr.

Die Gefäßzellen für die ventralen Gefäße entstehen hauptsächlich aus der Splanchnopleura, und die Darmwand liefert auch hier einen Beitrag, obwohl nur von wenigen Zellen.

Die Aortaanlage beginnt im Rumpf und tritt später in dem Kopf auf. Auch hier gemischte Entstehung, die dorsale Darmwand scheidet Zellen ab, aber gleichzeitig liefert auch das nächstliegende Mesoderm der Ursegmente Aortazellen.

Das Blut tritt zuerst auf dem Dotter auf und kommt in den Embryo, nachdem die embryonalen Gefäße mit den Dottergefäßen verbunden sind.

Endlich ist die dritte Auffassung von HOFFMANN vertreten (1893). Er findet nur eine rein entodermale Anlage des Endothels. Die dorsalen und ventralen Darmwandzellen ändern ihre Gestalt, erst breit und cylindrisch, werden sie jetzt langgestreckt und platt und stellen ein Hämenchymgewebe dar („Herzdarm“ und „Aortadarm“). Das Herz wird dann abgeschnürt, bleibt aber vorne noch länger mit einer ventralen Entodermverdickung in Verbindung, welche von ihm die Truncusausstülpung genannt wird, indem er annimmt, daß sie das Material zur Bildung des Truncus abgibt. Das Herz legt sich paarig an, wegen der beiden Venae omphalomesentericae, mit welchen es zu gleicher Zeit auftritt.

Die Aorta wird zugleich mit der Subchorda als eine dorsale Darmausbuchtung angelegt, gerade so wie ventral das Herz. Der mediane Teil verdickt sich und wird die Subchorda, während die lateralen dünn bleiben und die beiden Aorten bilden. Ganz hinten schnürt die Anlage des subchordalen Stranges Zellen ab, die zu Gefäßen werden, beiderseits um den Darm und noch mehr ventral wandern, wo sie mithelfen, die Subintestinalvene zu bilden.

Blut wird zuerst auf dem Dottersack gefunden, aber er äußert die Vermutung, daß sowohl Truncusausstülpung als auch Subchorda blutbildende Organe sein sollen.

Was die Beschreibungen der drei letzten Autoren betrifft, so stimmt MAYR ganz, RÜCKERT teilweise mit der meinigen überein; HOFFMANN dagegen gibt eine ganz abweichende. Bei RÜCKERT und HOFFMANN haben wir es zu tun mit der schon besprochenen ventralen Darmausstülpung der Thyreoidea, obwohl HOFFMANN angibt, daß vor der Truncusausstülpung die Schilddrüse liegt. Ich möchte aber aus seinen Zeichnungen schließen, daß die Truncusausstülpung auch noch dazu gehört; der Lage nach ist sie derjenigen bei *Megalobatrachus* völlig gleich, nur ist sie bedeutend länger als beim Riesensalamander.

Die Annahme, daß Truncusausstülpung und Subchorda Blut bilden sollen, scheint mir nicht begründet.

Ueberblicken wir jetzt, was die bedeutendsten Untersucher auf diesem Gebiete von der Entstehung des Gefäßsystems denken, so finden wir, daß die mesodermale Abstammung des Endothels die meisten Anhänger zählt. Ueberdies kann man einige, der entodermalen Abteilung gehörend, wie SCHWINK, MARSHALL und BLES, sehr wohl in die mesodermale einreihen, wie ich schon oben besprochen habe.

Eine so verschiedene Entstehung desselben Organes bei nahe

verwandten Tiergruppen nicht allein, sondern auch einzelnen Tieren aus derselben Gruppe, kann ich nicht annehmen, und da einzelne Untersucher, wie RABL und BRACHET, zuerst der entodermalen Theorie zugetan waren, später aber der mesodermalen, so erscheint es mir sehr wünschenswert, daß alle Fälle mit entodermaler Herkunft nochmals sehr genau nachgeprüft werden. Hoffentlich kommen dann alle in nicht zu langer Zeit zu ein und derselben Auffassung.

Hiermit will ich die Betrachtungen über das Gefäßsystem schließen.

Amsterdam-Zürich.

Abgeschlossen Juli 1906.

Nachtrag.

Die Lieferung des HERTWIGSchen Handbuches über die Entstehung des Herzens, der Gefäße und des Blutes bei Wirbeltieren von RÜCKERT und MOLLIER bekam ich noch zeitig genug, so daß ich sie zu der nachfolgenden Literaturübersicht hinzufügen kann.

MOLLIER beschreibt die Herzanlage bei Triton, gestützt auf eigene Untersuchungen. Er leitet das Endothel vom Mesoblast her, der in jenem jungen Stadium paarig ist. Er scheidet schon ziemlich dorsal die Gefäßzellen aus, so daß diese als paarige Streifen sichtbar werden. Beim Wachsen des Mesoderms wird auch die Abscheidung ventralwärts verlegt. Kranial und kaudal von der Herzgegend bleibt die Ausscheidung paarig (*A. mandibularis* und Dottervene), in der Mitte füllen die einzelnen Zellen aber den medianen Raum für das Herzrohr aus. Das Pericard, erst als schmaler Spalt jederseits vorhanden, vergrößert sich, ein Mesocardium anterius wird gebildet und verschwindet wieder. Der ursprünglich solide Herzzellenstrang verändert sich in histologischer Beziehung: es folgt ein mesenchymatöses Stadium, aus welchem danu schließlich durch Verschwinden der Protoplasmabrücken und Einreihung der Zellen in eine epitheliale Wandschicht die Umbildung zum definitiven Hohlorgan zu stande kommt.

Bei *Bufo cinereus* ist die erste Anlage unpaar und besteht aus locker liegenden, einzelnen Zellen, die auch aus der paarigen visceralen Pericardwand entstehen — wie bei *Megalobatrachus*. Der Mesoblast kommt also früher zur medianen Verschmelzung.

Das Endocard ist jedenfalls von mesodermaler Herkunft.

Die Entstehung des Blutes schildert er ganz, wie ich für *Megalobatrachus* oben angegeben habe; es besteht vorn ein verdickter Rand am Mesoderm. Die Außenschicht dieser Verdickung wächst weiter ventral, bis ganz median die Vereinigung mit derjenigen der anderen Seite folgt. Etwas weiter hinten folgt eine unpaare Verdickung (SCHWINK, BRACHET, MARCINOWSKI), also in diesem Punkte abweichend vom Riesensalamander. Kaudal läuft diese wieder in zwei Zipfel aus, die aber kein Blut liefern, nur Gefäße. Die Blutinsel ist also unpaar: die kranialen Stücke verbinden sich mit dem Herzende. Die innere Struktur des Zellenstranges verändert sich, es bilden sich runde Zellen aus, die Blutzellen. Diese werden in das Herz geführt, und jetzt entstehen auch viele Dottergefäße, alle zwischen Dotter und Mesoderm. Wie dies im einzelnen geschieht, hat er nicht zu entscheiden vermocht, aber es schien ihm, daß Sprossung von ersten Anlagen aus möglich war. Die Wand der Gefäße geht dann hervor aus Zellen des ventralen Zellenstranges und des Mesoblastes.

Bei Anuren (*Bufo*) sondert sich der Blutzellenstrang in einzelne kleinere, welche übereinander liegen, so daß ein ganzes Gefäßnetz aus ihm hervorgeht. Das erinnert an das Verhalten bei *Megalobatrachus* (s. oben p. 318), wo die Subintestinalvene die Etagen von Dottergefäßen abschnürt.

Der Dotter scheint auch dem Blutzellenstrang einzelne Elemente abzugeben.

Gefäße: Die Aorta wird von Seitenplattenzellen abgeleitet, vielleicht vermehrt durch einzelne aus dem Sklerotom. Die Cardinalis fängt an mit den Zellen des Ductus Cuvieri. Im Kopf entsteht sie in loco aus Mesenchymzellen.

Literaturverzeichnis.

- BLASCHEK, A., Untersuchung über Herz, Pericard, Endocard und Pericardialhöhle. Mitteil. a. d. embryol. Inst. d. Univ. Wien, Heft 1, 1885.
- BRACHET, A., Recherches sur le développement du cœur, des premiers vaisseaux et du sang chez les Amphibiens urodèles (*Triton alpestris*). Arch. d'Anat. microsc., T. II, Fasc. 2, 1898.
- Recherches sur l'origine de l'appareil vasculaire sanguin chez les Amphibiens. Arch. de Biologie, T. XIX, 1903.
- BUSSY, L. P. DE, Erste entwicklungsstadien van *Megalobatrachus maximus* SCHLEGEL, Amsterdam 1904.
- Die ersten Entwicklungsstadien des *Megalobatrachus maximus* SCHLEGEL. Zool. Anz., Bd. XXVIII, No. 14/15, 1905.
- CORNING, H. K., Zur Frage der Blutbildung aus dem Entoderm. Arch. f. mikr. Anat., Bd. XXXVI, 1890.
- HOCHSTETTER, F., Entwicklungsgeschichte des Gefäßsystems. Ergebn. Anat. u. Entw., Bd. I, III, 1891, 1893.
- Die Entwicklung des Blutgefäßsystems. Handbuch der vergleich. u. experiment. Entw. der Wirbeltiere, Lief. 4/5, 14/15, 1902—1903.
- HOFFMANN, C. K., Ueber die Entstehung der endothelialen Anlage des Herzens und der Gefäße bei Haiembryonen (*Acanthias vulgaris*). Anat. Anz., Bd. VII, 1892.
- Untersuchungen über den Ursprung des Blutes und der blutbereitenden Organe. Verhand. Kon. Acad. v. Wetensch. Amsterdam, Sectie 2, Deel III, No. 4, 1893.
- Zur Entwicklungsgeschichte des Herzens und der Blutgefäße bei den Selachiern. Morph. Jahrb., Bd. XIX, 1893.
- HOUSSAY, F., Développement et morphologie du parablaste et de l'appareil circulatoire. Arch. d. Zool. expérim. et génér., Série 3, T. I, 1893.
- Quelques mots sur le développement du système circulatoire des Vertébrés. Anat. Anz., Bd. IX, 1894.
- HUBRECHT, A. A. W., Furchung und Keimblattbildung bei *Tarsius spectrum*. Verhand. Kon. Acad. v. Wetensch. Amsterdam, Deel VIII, No. 6, 1902.

- KELLCOTT, W. E., The Development of the Vascular System of *Ceratodus*. *Anat. Anz.*, Bd. XXVI, 1905.
- KERBERT, C., Zur Fortpflanzung von *Megalobatrachus maximus* SCHLEGEL. *Zool. Anz.*, Bd. XXVII, No. 10, 1904.
- LANG, A., Beiträge zu einer Trophocöltheorie. *Jenaische Zeitschr. f. Naturw.*, Bd. XXXVIII, 1902.
- LANGE, DAN. DE, De Kiembladvorming van *Megalobatrachus maximus* SCHLEGEL, Amsterdam 1906.
- LOCKWOOD, C. B., Development of the Heart. *British medical Journal*, No. 1457, 1888.
- MARCINOWSKI, KATI, Zur Entstehung der Gefäßendothelien und des Blutes bei Amphibien. *Jenaische Zeitschr. f. Naturw.*, Bd. XLI, 1906.
- MAURER, F., Die Entwicklung des Darmsystems. *Handbuch der vergleich. u. experiment. Entw. der Wirbeltiere*, Lief. 6—8, 1902.
- MAYR, P., Ueber die Entwicklung des Herzens und der großen Gefäßstämme bei den Selachiern. *Mitteil. a. d. Zool. Station Neapel*, Bd. VII, Heft 2, 1887.
- Ueber die ersten Stadien der Gefäße bei den Selachiern. *Anat. Anz.*, Bd. IX, 1894.
- MILNES MARSHALL, A., and BLES, E. J., The Development of the Blood Vessels in the Frog. *Studies from the Biolog. Labor. of the Owen's College*, Vol. II, 1890.
- OELLACHER, J., Ueber die erste Entwicklung des Herzens und der Pericardial- oder Herzhöhle bei *Bufo cinereus*. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. VII, 1870.
- PRÉVOST et LEBERT, Mémoire sur la formation des organes de la circulation et du sang dans les Batraciens. *Annales d. Sciences naturelles*, Série 3, T. I, 1844.
- RABL, C., Ueber die Bildung des Herzens bei Amphibien. *Morph. Jahrb.*, Bd. XII, 1887.
- Theorie des Mesoderms. *Morph. Jahrb.*, Bd. XV, 1889.
- REESE, A. M., Anatomy of *Cryptobranchus alleghaniensis*. *The American Naturalist*, Vol. XL, 1906.
- RÜCKERT, J., Ueber den Ursprung des Herzendothels. *Anat. Anz.*, Bd. II, No. 12, 1887.
- Ueber die Entstehung der endothelialen Anlagen des Herzens und der ersten Gefäßstämme bei Selachier-Embryonen. *Biolog. Centralbl.*, Bd. VIII, 1888.
- SALENSKY, W., Sur le développement du cœur chez les embryons de la grenouille. *Compt. rendu séanc. du 3^e Congrès intern. de Zool.* Leyde, 1895.
- SAMPSON, LILIAN, A Contribution to the Embryology of *Hylodes Martinicensis*. *The American Journ. of Anat.*, Vol. III, No. 4, 1904.
- SCHENK, S. L., Ueber die Entwicklung des Herzens und der Pleuroperitonealhöhle in der Herzgegend. *Sitzungsber. d. Kaiserl. Akad. d. Wissensch. Wien*, Bd. LIV, 1866.

- SCHWINK, F., Untersuchungen über die Entwicklung des Endothels und der Blutkörperchen der Amphibien. *Morph. Jahrb.*, Bd. XVII, 1891.
- SOBOTTA, Ueber Mesoderm-, Herz-, Gefäß- und Blutbildung bei Salmoniden. *Verhandl. d. Anatom. Gesellsch. Straßburg*, 1894.
- ZIEGENHAGEN, Ueber das Gefäßsystem bei Salmoniden-Embryonen. *Verhandl. d. Anatom. Gesellsch. Straßburg*, 1894.
- ZIEGLER, H. E., Die Entstehung des Blutes der Wirbeltiere. *Humboldt, Stuttgart*, 9. Jahrg., 1890.

Erklärung der Figuren.

| | |
|--|---|
| <p><i>a</i> Atrium <i>ab</i> Aortenbogen <i>ao</i> Aorta <i>av</i> Atrioventrikularklappen <i>b</i> Bulbus <i>bi</i> Blutinsel <i>bl</i> Blutzellen <i>can. aur</i> Canalis auricularis <i>ch</i> Chorda <i>d</i> Darm <i>de</i> Darmentoderm <i>do</i> Dotter <i>ect</i> Ektoderm <i>en</i> Endocard <i>ent</i> Entoderm <i>g</i> Gehirn <i>h</i> Herz <i>hz</i> Herzzellen <i>k</i> Kern</p> | <p><i>l</i> Leber <i>la</i> Leberausstülpung <i>m</i> Muskelbalken <i>mb</i> Mandibularbogen <i>me</i> Mundeinstülpung <i>mes</i> Mesoderm <i>mes. an</i> Mesocardium anterius <i>mes. post</i> Mesocardium posterius <i>my</i> Myocard <i>p</i> Pericardium <i>rm</i> Rückenmark <i>sa</i> Septum atriorum <i>sch</i> Subchorda <i>skl</i> Sinuskklappen <i>sv</i> Sinus venosus <i>th</i> Thyreoidea <i>v</i> Ventriculus <i>vca</i> Vena cardinalis anterior <i>vom</i> Vena omphalo-mesenterica</p> |
|--|---|

Alle Zeichnungen wurden mit Zeichenapparat, System ABBE (Reichert), ausgeführt. Bei den meisten wurde Ok. 4, Obj. 3 Reichert für die Grenzlinien, auch die der Zellen angewendet. Die Kerne sind nachher meistens mit Obj. 6 eingezeichnet; die Dotterkörner aber nur ungefähr angegeben. Es sind immer viel mehr da, als man zeichnen kann.

Tafel XIX.

Fig. 1. Embryo X. 7. Oktober, 18 Tage. Längsschnitt durch den Kopfteil. Kein Pericardium, kein Herz; Leberausstülpung. Vergr. 18.

Fig. 2. Embryo Y. 8. Oktober. Längsschnitt des Kopftheiles. Ein doppeltes Pericard ist gebildet. Vergr. 100.

Fig. 3. Embryo Z. 9. Oktober. Querschnitt durch die Herzgegend. Erste Spuren der Herzbildung; Zellenhäufchen. Das Mesoderm scheidet Zellen aus: Endocardzellen. Die beiden Pericardialhöhlen sind gewachsen. Vergr. 100.

Fig. 4. Embryo AA'. 10. Oktober. Querschnitt durch die Mundgegend. Entodermausstülpung bis an das Ektoderm reichend = der spätere Mund. Rechts und links die Mandibularbogen. Vergr. 100.

Fig. 5. Derselbe Embryo. Querschnitt durch die Thyreoideaanlage. Rechts und links vordere Pericardzipfel. Mesoderm Zellen ausscheidend. Vergr. 100.

Fig. 6. Derselbe Embryo. Querschnitt durch die Herzgegend. Zwei Pericardialhöhlen; Mesoderm Zellen ausscheidend. Vergr. 100.

Fig. 7. Derselbe Embryo. Querschnitt durch die Herzgegend, 7 Schnitte kaudal von Fig. 6. Zwei ziemlich große Pericardialhöhlen. In der Mitte das Zellenhäufchen. Vergr. 100.

Fig. 8. Embryo DD. 13. Oktober. Querschnitt durch die Thyroidanlage, die hier rinnenförmig ist. Vergr. 100.

Tafel XX.

Fig. 9. Derselbe Embryo. Querschnitt durch die Thyroidanlage, 6 Schnitte kaudal von Fig. 8. Rechts der eine vordere Zipfel des ersten Aortenbogens; rechts und links die beiden Pericardialhöhlen. Die Schilddrüse schnürt sich vom Darne ab, sie ist schon solid. Vergr. 100.

Fig. 10. Derselbe Embryo. Querschnitt durch das hintere Ende der Schilddrüse. Rechts und links die ersten Aortenbogen, nach außen die Pericardialhöhlen. Vergr. 100.

Fig. 11. Derselbe Embryo. Querschnitt durch die Herzgegend. Das Herz zeigt hier kein Lumen; ein Mesocardium anterius besteht. Vergr. 100.

Fig. 12. Derselbe Embryo. Querschnitt durch das Endocardrohr, 17 Schnitte kaudal von Fig. 11. Das Herz zeigt hier ein deutliches Lumen und eine dicke Wand. Die Pericardialhöhlen sind groß; Mesocardium anterius und posterius bestehen. Vergr. 100.

Fig. 13. Derselbe Embryo. Querschnitt durch das Herz, 6 Schnitte kaudal von Fig. 12. Das Endocard hat auch hier ein streifenförmiges Lumen. Mesocardium anterius und posterius. Die rechte Pericardialhöhle zeigt sehr deutlich ihre Verbindung mit der Seitenplattenhöhle. Vergr. 50.

Fig. 14. Embryo EE. 14. Oktober. Querschnitt (schief) durch die Vena omphalo-mesenterica. Vergr. 50.

Tafel XXI.

Fig. 15. Embryo FF. 15. Oktober. Horizontalschnitt durch die Herzgegend; große Pericardialhöhle. Vergr. 100.

Fig. 16. Derselbe Embryo. Horizontalschnitt, 7 Schnitte weiter ventral als Fig. 15. Herzlumen groß; Krümmung nach rechts. Vena omphalo-mesenterica. Vergr. 100.

Fig. 17. Derselbe Embryo. Horizontalschnitt noch mehr ventral. Vergr. 100.

Fig. 18. Embryo MM. 21. Oktober. Querschnitt durch das Herz (schief). Vergr. 50.

Fig. 19. Embryo h. 11. November. Querschnitt durch das Atrium; Septum atriorum. Vergr. 50.

Fig. 20. Derselbe Embryo. Querschnitt durch das Herz, kaudal von Fig. 19. Verdickung im Canalis auricularis; spätere Atrio-ventrikularklappen. Muskelbalken im Ventrikel. Vergr. 50.

Tafel XXII.

Fig. 21. Embryo p. 18. November. Sagittalschnitt durch das Herz. Verdickung der Wand zwischen Atrium und Sinus venosus: spätere Sinusklappen. Muskelbalken. Vergr. 50.

Fig. 22. Embryo u. 23. November. Querschnitt durch den Bulbus. Vier distale Wülste, in der Mitte ein kleines Lumen. Vergr. 100.

Fig. 23. Derselbe Embryo. Querschnitt durch den Bulbus, kaudal von Fig. 22. Ein dreiteiliger Wulst. Vergr. 100.

Fig. 24. Derselbe Embryo. Querschnitt durch den Bulbus, kaudal von Fig. 23. Drei proximale Wülste. Vergr. 100.

Fig. 25. Embryo EE. 14. Oktober. Querschnitt ungefähr in der Mitte. Der Mesodermrand ist verdickt zu der Blutinsel. Vergr. 18.

Fig. 26. Derselbe Embryo. Querschnitt durch die hintere Vereinigungsstelle der Blutinsel. Vergr. 18.

Fig. 27. Embryo GG. 16. Oktober. Querschnitt durch die Blutinsel. Die ersten Grenzen werden gebildet. Vergr. 100.

Fig. 28. Embryo II. 18. Oktober. Sagittalschnitt durch einen seitlichen Teil der Blutinsel. Die einzelnen Blutkörperchen frei im Gefäßraum. Vergr. 100.

Fig. 29. Embryo AA'. 10. Oktober. Querschnitt durch die Mundgegend. Gehirn, Chorda, Darm, seitlich Mesenchym. Links werden Aortazellen abgeschieden, eine Zelle in Teilung. Vergr. 100.

Fig. 30. Embryo DD. 13. Oktober. Querschnitt durch die hier schon im Kopfe gebildete Aorta. Die Subchorda an dieser Stelle im Darmentoderm. Vergr. 100.

Tafel XXIII.

Fig. 31. Derselbe Embryo. Querschnitt durch den Rumpf: Bildung der unpaaren Aorta. Ein Zellenhaufen liegt schon frei unter der Subchorda, das Mesoderm scheidet noch mehr Zellen ab, rechts sehr deutlich. Vergr. 190.

Fig. 32. Derselbe Embryo. Querschnitt durch die Aorta ohne Lumen. Vergr. 190.

Fig. 33. Embryo EE. 14. Oktober. Querschnitt durch den Kopf. Das Mesoderm hat viele Lücken, eine von denen wird zur Vena cardinalis anterior. Vergr. 100.

Fig. 34. Derselbe Embryo. Derselbe Querschnitt bei stärkerer Vergrößerung: 190.

Tafel XXIV.

Fig. 35. Embryo X. 7. Oktober. Außenansicht. Vergr. 6.

Fig. 36. Embryo Y. 8. Oktober. Außenansicht.

Fig. 37. Embryo HH. 17. Oktober. Außenansicht. Vena subintestinalis sichtbar auf dem Dotter. Vergr. 8.

Fig. 38. Embryo r. 20. November. Außenansicht. Vergr. 5.

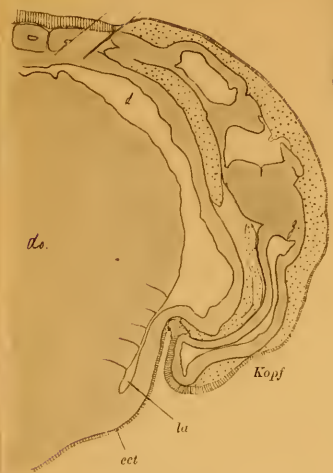


Fig. 1.

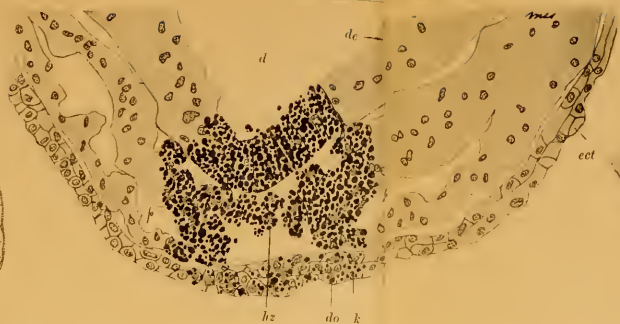


Fig. 3.



Fig. 6.



Fig. 4.



Fig. 7.

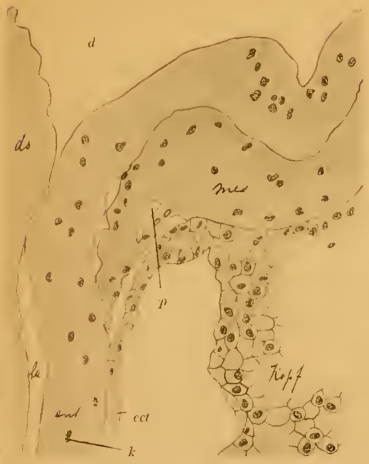


Fig. 2.

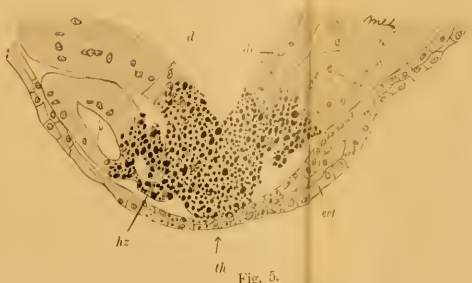


Fig. 5.

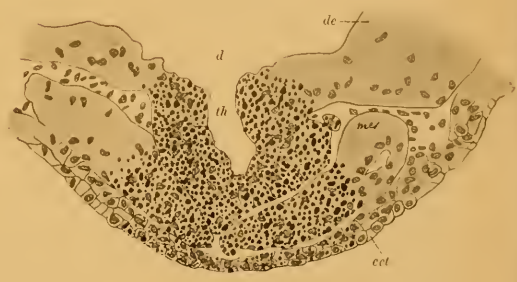


Fig. 8.



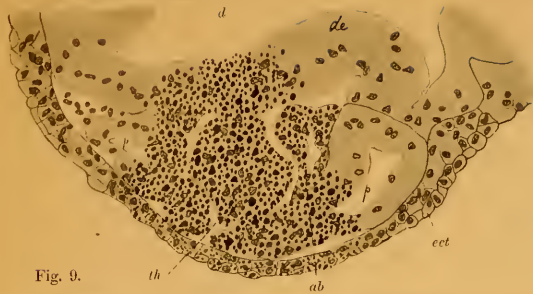


Fig. 9.

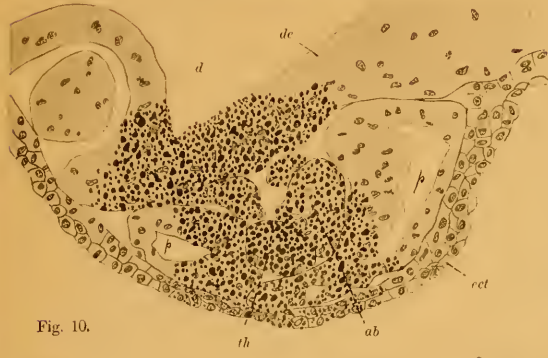


Fig. 10.

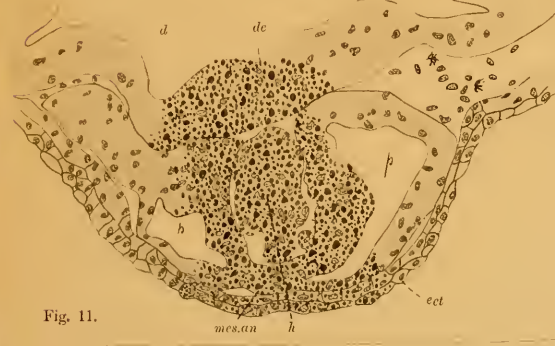


Fig. 11.

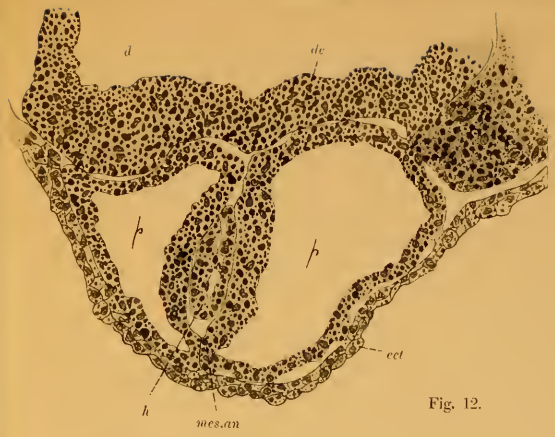


Fig. 12.



Fig. 13.

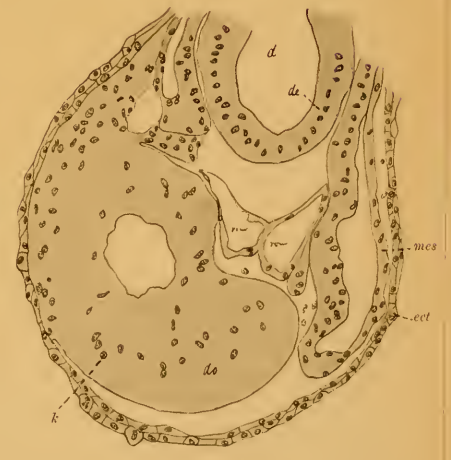


Fig. 14.



Fig. 15.

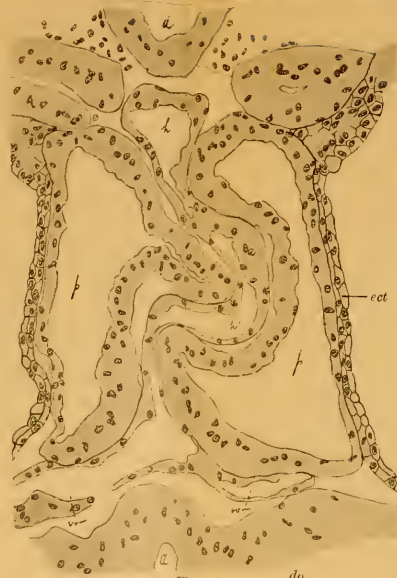


Fig. 16.

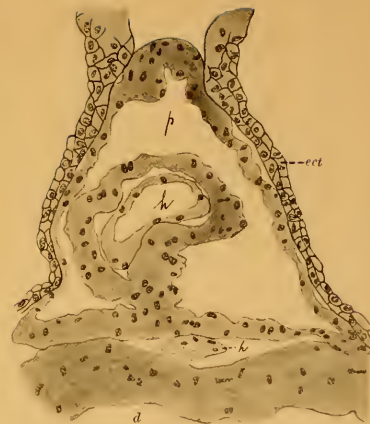


Fig. 17.



Fig. 19.

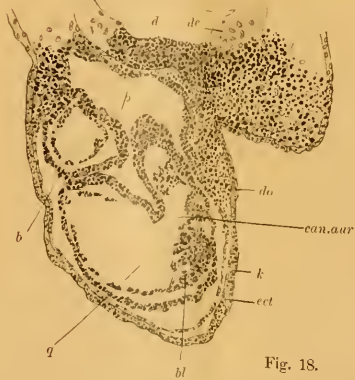


Fig. 18.



Fig. 20.



Fig. 21.

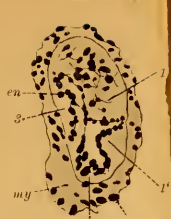


Fig. 22.



Fig. 24.

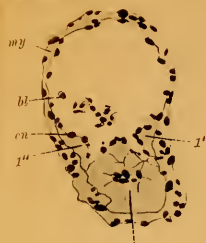


Fig. 23.



Fig. 30.

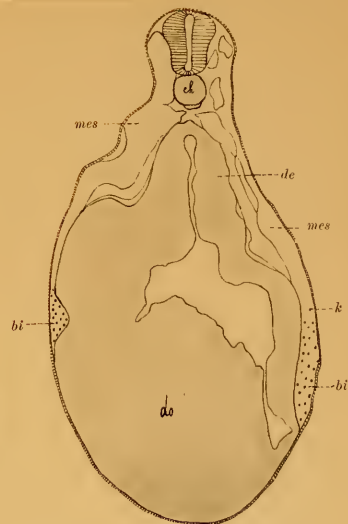


Fig. 25.

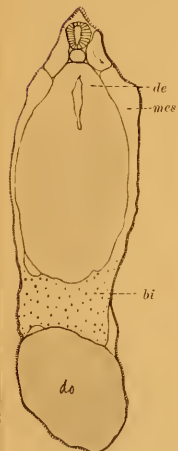


Fig. 26.



Fig. 27.



Fig. 29.



Fig. 28.



Fig. 31.



Fig. 33.



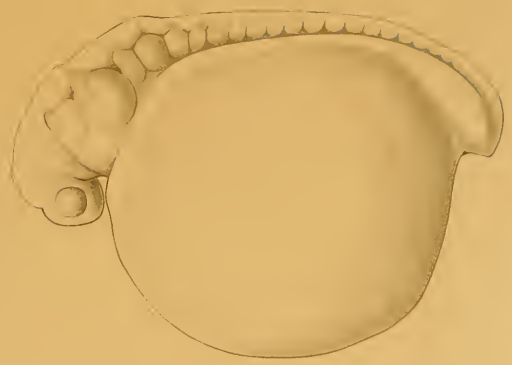
Fig. 34.



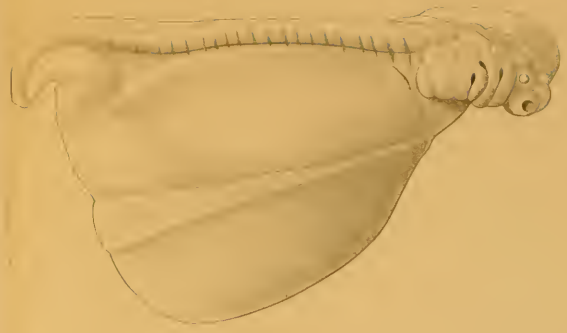
Fig. 32.



50.



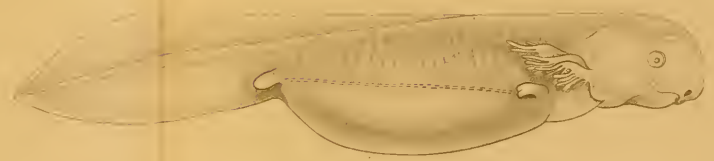
52.



55.



58.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft](#)

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [NF_35](#)

Autor(en)/Author(s): de Rooy Petronella Johanna

Artikel/Article: [Die Entwicklung des Herzens, des Blutes und der grossen Gefässe bei Megalobatrachus maximus Schlegel. 309-346](#)