

# Untersuchungen über das Gefäßsystem der Fische.

## I. Über das oberflächliche subcutane Gefäßsystem von *Amphioxus*.

Von

**B. Mozejko** (Warschau).

(Aus eigenem Laboratorium.)

---

Mit 2 Textfiguren und Tafel 6.

---

»Außer den in der oben gegebenen Schilderung erwähnten wichtigsten Gefäßen gibt es natürlich im *Amphioxus*-Körper noch viele andere, kleine Gefäße, die hier nicht berücksichtigt werden können und sicherlich auch noch nicht alle bekannt sind. Es mag hier z. B. nur vorübergehend bemerkt werden, daß WEISS überall an der inneren Fläche des Atriums unter dem Epithel und auch »am inneren Cutisblatt« der äußeren ventralen Wand des Atriums zahlreiche von ihm als Blutgefäße gedeutete Bildungen wahrgenommen hat. Durch Carminfütterung hatte er nämlich eine Selbstinjektion der Blutgefäße hervorgerufen, die ihm gestattete, viele kleine Gefäße zu sehen, welche sich sonst dem Auge des Untersuchers entziehen. Die Untersuchungen der letzten Jahre haben sehr viel zu der Ansicht beigetragen, daß das Gefäßsystem von *Amphioxus* ein vollständig geschlossenes ist. Früher aber glaubten viele, daß die Blutbahnen hier und da lacunär wären, und daß die Gefäße sich in »Lymphräume« öffneten, oder von solchen ihren Ursprung nähmen. Es sind aber keine Beweise dafür angeführt worden, die nicht widerlegt worden wären. Obgleich Capillarnetze bis jetzt hauptsächlich nur von Kopfende, Darm, Leberblindsack und Gonaden bekannt sind, ist ihre Existenz in anderen Körperabschnitten nicht unwahrscheinlich.«

E. LÖNNBERG (1901) S. 164.

### I.

Die vorliegende Arbeit ist mit meiner bisher noch nicht abgeschlossenen Arbeit über das Gefäßsystem von *Petromyzon* engstens verbunden. Deshalb wollte ich sie ursprünglich in dieselbe einverleiben, wie ich in meiner vorläufigen Mitteilung (1912c) versprach. Aus gewissen Gründen aber wurde ich gezwungen, meine ursprüngliche Absicht zu ändern und die vorliegende Abhandlung für sich zu publizieren.

Bevor ich aber zum eigentlichen Thema übergehe, will ich ein paar Worte zur Begründung des Standpunktes sagen, weshalb ich der Serie von »Untersuchungen über das Gefäßsystem der Fische« auch jene über *Amphioxus* eingereiht habe, mit andern Worten, weshalb ich im *Amphioxus* einen »Fisch« sehen will. Abgesehen von der historischen Begründung der Sache, welche uns zu weit von unserem Thema führen würde, und welche mit voller Klarheit von E. LÖNNBERG (1901) dargestellt wurde, will ich nur die morphologischen Befunde ins Feld führen, auf welche ich meine Ansicht gründe. *Amphioxus*, als Vertreter der Acranier, unterscheidet sich von den Cranioten bekanntlich nur durch negative Merkmale. Er besitzt kein Gehirn, keinen Schädel, keine paarigen Flossen, kein muskulöses Herz und kein paariges Seh- und Riechorgan. Die Unterschiede, welche sein Integument von dem der Fische trennen, sind wesentlich ebenso negativer Natur. Bereits die Übersicht dieser Charakteristica kann uns die Vermutung suggerieren, daß der »Abgrund« zwischen den Acraniern und Cranioten kein unüberschreitbarer ist, weil diese, wie hervorgehoben, rein negativ sind. Als solche können dieselben keine entscheidende Bedeutung haben. Die kritische Analyse aller eben aufgezählten Merkmale führt uns zum Schlusse, daß diese ursprüngliche Vermutung wohl begründet ist.

Das Vorderende des Nervensystems von *Amphioxus* ist stumpf und enthält eine höhlenförmige Erweiterung des Centralkanals, welche von verschiedenen Forschern mit den Ventrikeln des Craniotenhirnes bereits seit lange homologisiert wurde. Man hat sich nur an OWSIANNIKOW (1868), HUXLEY (1874), W. MÜLLER (1874), LANGERHANS (1876a), KUPFFER (1893) zu erinnern. Obwohl ihre Ansichten nicht zusammenfallen, bleibt es zweifellos, daß das Vorderende des centralen Nervensystems von *Amphioxus* dem Gehirne der Cranioten entspricht. Diese Behauptung fand ihre vollkommene Begründung durch HATSCHKE (1892), indem er zeigte, daß *Amphioxus*-Larven ein Gehirn besitzen, welches in Form einer Anschwellung des vorderen Endes des Centralnervensystems auftritt und Höhlen enthält, welche den drei primären Hirnventrikeln homolog sind. Während der Metamorphose erfährt das Amphioxusgehirn eine Rückbildung.

Auf diesen Tatsachen basierend, sind wir genötigt, anzuerkennen, daß hinsichtlich des Gehirnes kein prinzipieller Unterschied zwischen den Acraniern und Cranioten vorkommt.

Der zweite Unterschied besteht in der Abwesenheit des Schädels. Stellen wir uns aber einen sich entwickelnden Ammonoetes vor, so sehen wir aus seiner Entwicklung, daß die Trabeculae, welche die ersten

Elemente des Schädels bilden, vergleichsmäßig sehr spät auftreten, d. h. nachdem das Archiencephalon schon gebildet ist.

Wir sehen also, daß der *Ammocoetes* in seiner Entwicklung hinsichtlich des Schädels ein *Amphioxus*stadium durchmacht, oder daß das phylogenetische Stadium von *Amphioxus* dem ontogenetischen Stadium von *Ammocoetes* vor der Erwerbung der Trabeculae entspricht. Die Abwesenheit des Schädels beim *Amphioxus* hängt von der Nichtausbildung des Gehirns ab.

Die Arbeiten von LEGROS (1902), BURCHARDT (1900) und ZARNIK (1904) haben die Homologie der Hauptgefäße stabilisiert und die Stelle im Gefäßsysteme gezeigt, welche dem Herzen der Cranioten entspricht. Wenn wir uns jetzt zur Entwicklung des *Ammocoetes*-Herzens wenden, so ersehen wir, daß dasselbe während der V.—VI. Periode GOETTES zur Ausbildung kommt und eine röhrenförmige Bildung darstellt, indem zuerst der Herzraum entsteht. Ob dieser sich in derselben Weise entwickelt wie die ihm homologe Stelle des *Amphioxus*-Gefäßsystems, bleibt unbekannt; wir sehen aber jedenfalls, daß der *Ammocoetes* ursprünglich ebenso wie *Amphioxus* »Leptocardier« ist.

Die Abwesenheit von paarigen Flossen kann auch keine dezisive Bedeutung haben, weil die Cyclostomen, gleich den Leptocardiern, keine solchen besitzen. Würde man diese letztere Erscheinung durch Degeneration der Cyclostomen zu erklären versuchen, so könnte ich mich damit nicht einverstanden erklären. Man übertreibt öfters die Grenzen der Cyclostomendegeneration, obwohl BALFOUR (1881) dieselbe sehr gut charakterisiert hat, indem er äußerte, daß die Cyclostomen eine sehr tiefstehende Gruppe darstellen, obwohl sie auch Degeneration in ihrer Organisation aufweisen. Ich fragte mich mehrmals, welchen Grund man besitze, zu behaupten, daß die paarigen Flossen bei den Cyclostomen sekundär infolge von Degeneration fehlen, wenn man während der Entwicklung dieser Tiere keine Spur derselben auffinden kann. Auch das frei lebende *Cyclostoma Macrophthalmia chilensis* (PLATE 1897) besitzt keine paarigen Flossen. Man könnte mit ebensogroßem Grunde behaupten, daß auch *Amphioxus* paariger Flossen sekundär entbehrt (vgl. JAEKEL, 1911), weil auch er Degeneration aufweist.

Das Begründen der hier in Rede stehenden Erscheinung durch Degeneration der Cyclostomen halte ich für eine dialektische Redensart von keiner wissenschaftlichen Bedeutung, weil es in keiner Weise tatsächlich bewiesen werden kann, daß die paarigen Flossen der Cyclostomen sekundär verschwinden, obwohl diese Tiere Degenerationserscheinungen in ihrer Organisation aufweisen.

Der eigentümliche Bau des *Amphioxus*-Integumentes zeichnet sich vor demjenigen der Fische, wie oben hervorgehoben, durch negative Merkmale aus, deren Bedeutung eo ipso nicht übertrieben werden darf. Ebenso wie bei den Cranioten zerfällt das Integument von *Amphioxus* in zwei Schichten: eine epitheliale und eine bindegewebige. Das Merkwürdigste desselben besteht darin, daß die Epithelschicht einfach ist; in dieser Beziehung aber erinnert sie an das Integument der Ammocoeteslarve des Stadiums, in dem sie von einer einfachen Ektodermschicht bedeckt ist.

Die Abwesenheit von paarigen Augen ist, wie die des Schädels, der zweite der Hauptunterschiede zwischen den Acranieren und der Ammocoeteslarve, als Vertreter der Cranioten. Indem *Amphioxus* einen medianen Augenfleck besitzt, welchen ich, mich der Meinung von AYERS (1890) anschließend, für ein Homologon der gemeinsamen Pinealanlage des Ammocoetes [Abbozzo pineale commune STERZI (1907)] zu halten geneigt bin, so schließe ich daraus, daß das mediane unpaare Dorsalauge die älteste Form des Vertebratensehorganes ist, welche vielleicht dem Pigmentauge der Ascidienlarve entspricht. Es ist also anzunehmen, daß die Seitenaugen eine Neuerwerbung der Cranioten sind, welche mit der mächtigen Ausbildung des Gehirnes zusammenhängt. *Amphioxus* befindet sich also phylogenetisch hinsichtlich der Augen auf dem Stadium, welches die Ammocoeteslarve vor der VI. Periode GOERTES durchmacht.

Die unpaare Riechgrube von *Amphioxus* ist mit dem paarigen Riechorgane der Cyclostomen engstens verbunden. Diese Beziehungen habe ich (1913a) sehr eingehend besprochen und verweise deshalb auf diese Arbeit. Wir sehen also, daß die Acranier, welche sich von den Cranioten nur durch negative Charakteristika unterscheiden, hinsichtlich derselben mit dem Larvenstadium der niedersten Cranioten ohne Schwierigkeit verbunden werden können.

Diese aber unterscheiden sich wesentlich von jenen nur durch Neuerwerbung von Schädel, Herzmuskulatur und paarigen Augen. Andererseits haben wir aber bedeutungsvolle Ähnlichkeiten zwischen jenen und diesen. *Amphioxus* besitzt eine Fischmuskulatur, einen Atmungsapparat nach dem Fischtypus, einen medianen Flossensaum, welcher dem von Ammocoetes völlig gleicht. Stellen wir uns einen Ammocoetes vor, welcher auf dem Ausbildungsstadium der V.—VI. Periode GOERTES geschlechtsreif geworden ist. Wir erhalten ein durch Kiemen atmendes, mit Fischmuskulatur versehenes Tier, dessen Herz röhrenförmig ist und dessen Integument vom einschichtigen Ectoderm dargestellt wird. Paarige Augen sowie Schädel fehlen; das Gehirn bildet eine Anschwellung des Vorderendes des Nervenrohres in Form eines Archiencephalons. Auf

dessen Dache findet sich das mediane dorsale unpaare Auge, während das ebenso unpaare Riechorgan in Form einer medianen Einsenkung sich an der Stelle des abgeschlossenen Neuroporus befindet. Wir kommen also etwa zu demselben Ausbildungsstadium, welches wir beim *Amphioxus* haben. Deshalb ist es unerlässlich, *Amphioxus* in derselben Klasse wie Cyclostomen und gnathostome Fische als gleichwertige Subclassis einzuordnen. Aus diesen Gründen bin ich völlig mit LÖNNBERG (1901) einverstanden, wenn er *Amphioxus* als gleichwertig den »Cyclostomen« und den »Fischen« hingestellt hat. Die Cyclostomen unterscheiden sich von den Gnathostomen nicht minder als die Leptocardier von den Cyclostomen, wenn nicht mehr. Es ist gleichgültig, wie man die ganze Gruppe, d. h. Klasse nennen will: »Fische« im weitern Sinne oder (mit einen neuen Namen) Pisciformes oder Ichthyomorpha<sup>1</sup> oder dergleichen. Das ist aber zweifellos, daß die Leptocardier in dieselbe Klasse wie Cyclostomi und Gnathostomi als gleichwertige Unterklasse eingeordnet zu werden völlig verdienen.

## II.

Während meiner Untersuchungen über das Gefäßsystem von *Petromyzon* kam ich immer mehr zu dem Schlusse, daß dieser Fisch keine eigentlichen Lymphgefäße besitzt. Ich kann an dieser Stelle auf die Evolution meiner Ansichten über diesen Gegenstand nicht eingehen, möchte aber, um Enttäuschungen und Mißverständnisse zu vermeiden, anführen, daß ich nur von Lymphgefäßen und -räumen als besonderen Wegen der Lymphcirculation spreche. Die Lymphonelemente sind dem Blute beigemischt und circulieren mit ihm im Körper und in den Geweben; d. h. das Circulationssystem von *Petromyzon* ist gleichzeitig venös und lymphatisch: Systema venoso-lymphaticum, wie ich es 1912b nannte. Es sind in dieser Hinsicht die Angaben von K. C. SCHNEIDER (1902) außerordentlich interessant und beweisend, obwohl er aus seinen Beobachtungen den von ihnen suggerierten Schluß nicht zog und auf dem alten Standpunkt stehen blieb.

FAVARO (1906) fand unter der Haut von *Petromyzon* ein reichliches Gefäßgeflecht; dessen tiefere Lage bezeichnete er als Plexus subcutaneus, und die oberflächliche als Plexus cutaneus. In der Rumpf- und Kopfgegend habe ich in diesem Plexus subcutaneus Quervernen beobachtet, die intersegmental gelegen sind. Ebensolche Venen habe ich in der ganzen Körperlänge bei *Ammocoetes* beobachtet. Deren Lage und anatomische

<sup>1</sup> Zum Unterschied von den »Ichthopsida«, welcher Name für die »Fische« (Cyclostomi und Gnathostomi) samt den Amphibien vorgeschlagen wurde.

Beziehungen haben mich gezwungen, dieselben als Homologa des von HYRTL (1847) entdeckten »Seitengefäßsystems« der Knochenfische zu betrachten, welches als lymphatisches gedeutet wird.

Es lag mir also folgendes Problem vor. Wenn *Amphioxus* ein Ichthyomorphe ist, welcher in der Klasse die niedrigste Stelle einnimmt, und wenn die Cyclostomen kein Lymphgefäßsystem besitzen, so darf dasselbe beim *Amphioxus* ebensowenig vorkommen, was übrigens schon von B. HALLER (1904), obwohl aus andern Gründen, entschieden ausgesagt wurde. Anderseits, wenn das Seitengefäßsystem den oben erwähnten Unterhautgefäßen von *Petromyzon*, welche ganz entschieden als Venen fungieren und nur als solche aufzufassen sind, homolog ist, so muß auch *Amphioxus* ein ähnliches subcutanes Gefäßsystem besitzen, welches dieselbe Anordnung und Lage einnehmen und als Blut-(Venen-)system zweifellos fungieren würde. Von diesem Standpunkt ausgehend, habe ich meine Arbeit angefangen, als ich mit Erlaubnis der Warschauer Wissenschaftlichen Gesellschaft an der Zoologischen Station zu Neapel im Sommer des vergangenen Jahres zu arbeiten begann. Ich hatte zuerst die Absicht, das sämtliche Gefäßsystem des *Amphioxus* durch Injektion mittels der HOYERschen Injektionsvorrichtung sichtbar zu machen. LANGERHANS sagte in seiner Monographie (1876a), daß ihm dazu Instrumente fehlten. In der genannten Vorrichtung besitzt man ein sehr geeignetes Instrument zur Ausführung dieser Injektion. Es erwies sich jedoch, daß die Injektion von *Amphioxus* spezielle Schwierigkeiten bietet. Infolge derselben habe ich mich zu intravitaler Injektion entschlossen, mit welcher ich ein positives Resultat erhielt.

Über die Einzelheiten der Technik berichtete ich 1913b; hier bemerke ich nur, daß die von mir angewandte Methode eine kombinierte WEISS-BOVERISCHE Methode war, welche ich in der Weise modifizierte, daß ich die Tiere mit Carmin so lange fütterte, bis sie, vom Farbstoffe vergiftet, tot waren.

Es erwies sich aus diesen Experimenten, daß meine Vermutung über die angebliche Existenz eines oberflächlichen Gefäßsystems beim *Amphioxus* richtig war. Es gelang mir, ein solches wohlkompliziertes System zur Anschauung zu bringen, wie ich es in meiner vorläufigen Mitteilung (1912c) kürzlich veröffentlichte.

Unter Hunderten von Arbeiten über *Amphioxus* finden sich nur sehr wenige, aus welchen man Andeutungen über die Existenz eines solchen Systems entnehmen kann. Zu diesen gehört vor allem die Arbeit von DE QUATREFAGES (1845), welcher am lebenden *Amphioxus* Circulation der Blutflüssigkeit in subcutanen »Lacunen« zu beobachten glaubte, dann jene von MÄRCUSEN (1864), welcher als Bestandteile des Gefäßsystems

eine Reihe von verschiedenen Höhlungen beschrieb. Obwohl seine Angaben über die vasculäre Natur eines großen Teiles dieser Räume von späteren Forschern verworfen wurden, bleibt es jedoch zweifellos, daß ein Teil seiner Beobachtungen als richtig zu erkennen ist. Dann folgt die Arbeit von WEISS (1890), welcher intravital durch Carminfütterung injizierte Tiere untersucht. Er hat jedoch die Blutgefäße nur beiläufig behandelt, indem er sagt: »I have not here given a general account of the vascular system of *Amphioxus*, but have confirmed statements of various observers, statements which Prof. LANKESTER in his last memoir has cited as wanting confirmation«.

Die ausgedehntesten und bestimmtesten Angaben finden wir aber bei LEGROS (1902). Außer den Blutgefäßen d. h. Aorten, Arterien und Cardinalvenen hat er eine Reihe von »Lacunen« beobachtet, in welchen er Anwesenheit von Blutcoagula unzweifelhaft konstatierte. Diese »Lacunen« auf welche wir unten zurückkommen werden, sind nichts anderes als Teile des von uns zu beschreibenden oberflächlichen Gefäßsystems. Man ist erstaunt, daß der Verfasser weitere Untersuchungen nicht aufgenommen hat, wenn man liest (p. 333): »Il est bien démontré aujourd'hui que certaines des Cavités au sujet desquelles le doute était encore permis alors (cavités métapleurales, cavités de la nageoire dorsale etc.), n'ont rien à voir avec la circulation; cependant les observations de QUATRE-PAGES et une partie de celles de MARCUSEN restent debout, et il n'est pas permis de nier a priori l'existence des courants sanguins sous l'épiderme. Quel trajet suivent-ils, c'est le point à examiner«.

In meiner vorläufigen Mitteilung habe ich auch erwähnt, daß das oberflächliche Gefäßsystem mit den von LANGERHANS entdeckten Segmentalvenen nichts zu tun hat. Als ich diese Worte damals schrieb, war ich auf dem Standpunkt von LEGROS, indem ich annahm, daß jene von LANGERHANS beobachteten Gefäße LEGROS-BURCHARDT-ZARNIKSche Quervenen wären. Jetzt, nach nochmaliger kritischer Zusammenstellung der Angaben bin ich geneigt anzuerkennen, daß LANGERHANS nichts anderes als die unten zu beschreibenden Intermuscularvenen beobachtete.

Alle Arbeiten, die sich mit dem Gefäßsystem des in Rede stehenden Tieres beschäftigen, betrachten die tiefen Gefäße allein. Nur hier und da finden wir Erwähnungen von Räumen, die sich in unser Unterhautsystem einreihen, oder von Bildungen, welche als Gefäße gedeutet werden können, obwohl man ihnen andere, größtenteils unbekannte Funktion zuschrieb.

Die oberflächlichen Gefäße, um die es sich an dieser Stelle handelt, konnten sehr leicht übersehen werden, weil man zur Untersuchung des Gefäßsystems keine spezielle Technik verwendete. Das subcutane Gefäß-

system, welches seiner Lage, seinem Charakter und seinen Beziehungen nach nur als venöses gedeutet werden kann, besteht aus folgenden Teilen, welche aus der beigegebenen Tafel gut ersichtlich sind.

Man sieht vor allem eine Reihe von metamer angeordneten Venen. Diese liegen senkrecht zur Körperachse und können ohne Schwierigkeit durch Carminfütterung oder durch Umgebungsfärbung mit Neutralrot sichtbar gemacht werden. Wir beginnen aber unsere Beschreibung nicht mit diesen der Größe nach bedeutenderen Gefäßen, sondern mit einem System von kleineren Intermusculargefäßen, welche etwas tiefer liegen und jedes Myocomma begleiten.

Diese Gefäße, welche wir als Intermuscularvenen bezeichnen wollen, liegen so, daß jede solche Vene zwischen je zwei benachbarten Myomeren sowie vor dem ersten und hinter dem letzten liegt. Da sie tief in dem Myoseptum liegen, und weil sich bei der von mir angewandten Methode auch die Epidermis lebhaft mitfärbt, so sind diese Gefäße an Totalpräparaten nur schwer nachweisbar: man muß dazu das Tier enthäuten. Es erwies sich an enthäuteten Präparaten, daß die Intermuscularvenen, sich nach hinten verlängernd, miteinander zusammenfließen. Es entstehen dadurch jederseits zwei Longitudinalstämme: ein dorsaler und ein ventraler, welche den Seitenrumpfmuskel umrahmen.

Der dorsale ist schwieriger zu beobachten, weil er tief an der Basis der Flossenstrahlen liegt und ziemlich schmal ist. Der ventrale ist viel bedeutender und bildet in der Präatrioporalgegend, besonders in deren vorderer Hälfte, einen mächtigen Längsstamm, dessen Bedeutung wir unten kennen lernen werden. Hier läuft er in einiger Entfernung vom ventralen Rande des Seitenrumpfmuskels, in der übrigen Strecke aber dicht demselben von innen her anliegend.

Die beiden Längsstämme, *Truncus longitudinalis ventralis* und *Tr. l. dorsalis*, sind miteinander vorn wie hinten verbunden: vorn durch die Intermuscularvene, welche vor dem ersten Myomer verläuft und die vordere Wurzel der beiden *Trunci* darstellt, hinten durch die, welche hinter dem letzten Myomer liegt und das ganze System abschließt.

In der Anusgegend verläuft der linke *Truncus ventralis* am Rande des Anus; der Verlauf aber des rechten ist durch das Auftreten des Anus nicht gestört und legt sich um denselben an der rechten Seite herum. Es wird also der Seitenmuskel jederseits von einem Gefäßoval und jedes Myomer von einem Gefäßrahmen umschlossen. Die Anwesenheit der Längsstämme erklärt die etwas paradoxe Erscheinung, daß die Intermuscularvenen, welche das Blut von den unten zu beschreibenden Metameren aufnehmen, viel dünner als diese sind: durch jene Stämme fließt

das Blut ab. Infolge der Methode der Herstellung der Präparate, welche mir zu dieser Beschreibung dienten (vgl. oben), waren sie zum Mikrotomieren ungeeignet. Deshalb war ich gezwungen, mich auf die Untersuchung der Totalpräparate zu beschränken. So konnte ich gewisse Fragen nicht entscheiden und bin gezwungen, gewisse Schlüsse nur aus dem Vergleich meiner Angaben mit denen anderer Forscher zu ziehen.

Die ersten Gefäße, welche ich in dem subcutanen Systeme beobachtet habe, waren die Metamerven. Man sieht diese Gefäße, welche in der ganzen Ausdehnung der Myomere ungefähr denselben Durchmesser beibehalten, etwa an dem Niveau des Rückenmarkes, ein wenig dorsalwärts von der durchschimmernden Pigmentzellenreihe, in die Furche zwischen zwei benachbarten Myomeren sich begeben. Auf der präatrioporalen Körperabteilung verlaufen die Vv. metamericae von jener Stelle an bis zum untersten Rande des Seitenrumpfmuskels als gerade Streifen. Nur dort gabeln sie sich<sup>1</sup> in zwei Äste, welche etwas divergierend und sich dichotomisch weiter verästelnd unter der Haut der Metapleuralfalten verlaufen. Am ventralen Rande derselben biegen sie sich nach innen und oben auf. An meinen Präparaten habe ich beobachtet, daß sie an den medianen zueinander gewendeten Flächen der Metapleuren frei endigten, vermute aber, der Analogie mit den prä- und postanal Metamerven nach, daß sie an der medianen Bauchwand mit denen der Gegenseite anastomosieren. Als Variation der hier geschilderten Verästelungsart, welche in der Mehrzahl der Fälle vorkommt und als typische gelten kann, sieht man manchmal, daß das Metamergefäß sich nicht am unteren Rande des Rumpfmuskels, sondern bereits in der Gegend desselben gabelt. Es kommt dabei vor, daß die zwei Gabelungsäste ungleich sind, indem der eine mächtiger entwickelt als der andere erscheint. In selteneren Fällen gabeln sich die Metamergefäße in der Gegend der Metapleuren. — Alle diese Fälle sind aus Tafel 6, Fig. 1 ersichtlich.

In der oralen oder prävelaren Körperabteilung zeichnen sich die Metamergefäße dadurch aus, daß sie sich in zwei Äste fast immer in der Gegend der Myomere gabeln, so daß die eigentlichen Stämme der Metamerven immer kürzer werden, je näher sie dem Vorderende gelegen sind. In dem Maße, wie ihre Länge abnimmt, nehmen sie an Dicke zu. Das dickste ist das Gefäß, welches sich an dem lippenförmigen Rostrum befindet. Diese Vene werden wir unten getrennt besprechen.

<sup>1</sup> Zur Bequemlichkeit bei der Beschreibung benutze ich die Terminologie, welche sich auf Arterien bezieht. Es ist aber immer im Auge zu behalten, daß wir es hier mit Venen zu tun haben, und daß die in Rede stehenden Gefäße sich an der angegebenen Stelle nicht gabeln, sondern durch Verschmelzung zweier Collaterale entstehen.

Die Gabelungsäste der Metamerven der oralen Körperabteilung zeichnen sich vor denen, die sich an der zuerst beschriebenen Körperabteilung befinden, durch reichere Verästelung aus. An allen von mir untersuchten Präparaten habe ich beobachtet, daß der hintere Gabelungszweig der vierten Metamervene, d. i. der dem vierten Myomere entsprechenden Vene, immer einen bedeutenden von hinten her kommenden Zweig bekommt, dessen Ursprung ich mit Sicherheit nicht feststellen konnte. Es scheint mir jedoch, daß derselbe aus dem Velum kommt. Die Collateraläste der Ursprungszweige der Metamerven der oralen Körperabteilung bilden ein reichliches Geflecht an der Mundhöhlenwand. Mit diesem Geflechte steht ein System von sinusartigen engen Gängen in Verbindung, welche an den mit Carmin gefütterten Exemplaren sehr deutlich imprägniert erscheinen und in der Gallertschicht liegen. Die oben genannten Gefäße durchsetzen dieses Geflecht; ich habe an meinen Präparaten an mehreren Stellen zweifellos beobachtet, daß die Gefäßverzweigungen mit diesen Gängen kommunizieren. Wie man aus der Zeichnung ersieht, sind diese sinusartigen Gänge im vordersten Teile besonders geräumig. Sie sind birnförmig erweitert und scheinen blind zu endigen; im übrigen Teile sind sie miteinander verflochten. An einem meiner Präparate sind diese sinusartigen Gänge sowie das oben kurz erwähnte Rostralgefäß mit grobkörnigem Niederschlag gefüllt. In derselben Körperabteilung erhalten die Collateraläste der Ursprungszweige der Metamerven Gefäße, die das Blut aus den Mundtentakeln führen. An jedem Mundtentakel kann man zwei solche Gefäße beobachten: ein vorderes und ein hinteres. Soweit ich festzustellen imstande war, ist eine gewisse Regelmäßigkeit in der Verteilung dieser Gefäße nachweisbar. Jede Metamervene entsteht durch Verschmelzung zweier Ursprungszweige, deren jeder aus zwei Terminalästen entsteht. Es entsprechen also jeder Metamervene vier »Terminaläste«. Jeder derselben nimmt zwei Gefäße aus je einem Mundcirrus, so daß, streng genommen, die Cirrusgefäße Terminaläste der oralen Metamerven sind. Ich konnte an meinen Präparaten den Verlauf der Cirrusvenen nur bis zur Mitte der Tentakel beobachten, vermute aber, daß sie sich bis zur Spitze derselben erstrecken und dort ineinander übergehen. Die Cirrusgefäße wurden zuerst von JOSEPH (1900) beobachtet und im Querschnitte abgebildet (Taf. 1, Fig. 4).

Die Verteilung der Collateralzweige in der präanaln Gegend sowie in der Gegend des Atrioporus habe ich am schlechtesten beobachtet, weil sie an meinen Präparaten größtenteils gar nicht gefärbt erscheinen. In dieser Körperabteilung findet sich der vordere Teil des ventralen Flossensaumes, welchen ich als Bauchflosse bezeichnen will. Dem ent-

sprechend finden wir ein scheinbar anderes Verhalten der Gefäßzweige als in der präatrioporalen Gegend. Auf meinen Präparaten sind sie, wie oben erwähnt, schlecht gefärbt, so daß ich die Verteilung derselben nicht in allen Einzelheiten darstellen kann. Es steht jedoch fest, weil unmittelbar beobachtet, daß die Endzweige der Metamerven aus der Bauchflosse ihren Ursprung nehmen. Hier zerfallen die Ursprungszweige, sich dichotomisch teilend, in mehrere Terminaläste, welche am Rande des Flossensaumes mit den gleichen der Gegenseite ein Geflecht bilden. Diese Verzweigungen sind sehr fein, jedoch an gut gelungenen Präparaten sehr deutlich: ihre Wandungen sind sehr gut bestimmt, und, wie in der oben erwähnten Mitteilung gesagt, im Tone der Alauncarminfärbung erscheinen.

In der nächstfolgenden postanalen oder Schwanzabteilung sehen wir, daß die Metamerven an der ventralen Hälfte der Schwanzflosse durch Verschmelzung zweier Äste entstehen. Die Beziehungen derselben zu jenen der Gegenseite sind ebensolche wie jene, welche wir an der Bauchflosse kennen gelernt haben, d. h. daß sie sich miteinander am Flosserande zu einem Geflecht verbinden. Wir ersen also, daß die Metamerven der Schwanzabteilung sich hinsichtlich ihrer Entstehung von jenen der vorher besprochenen Körperabteilung nicht unterscheiden. Sie werden allmählich immer kürzer und unbedeutender sowie immer mehr nach hinten bogenförmig gekrümmt, so daß die hinterste derselben mit der Längsachse einen Winkel von etwa  $40-45^{\circ}$  bildet. Aus dem Vergleich der Verästelungsart der Metamerven in den drei Körperabteilungen ersen wir, daß die Ursprungszweige derselben in der Schwanzgegend zur Metamervene bereits auf der Schwanzflosse miteinander zusammenfließen. In der präanaln Abteilung muß ein allmählicher Übergang vom Typus, welchen wir in der präatrioporalen Gegend kennen gelernt haben, zum Typus der postanaln Gegend stattfinden.

Wie oben gesagt, biegt sich das obere Ende jeder Metamervene in die Furche zwischen zwei Myomeren, was an einer Stelle etwas dorsal vom Rückenmark stattfindet. Dort mündet die Metamervene in die entsprechende Intermuscularvene ein. Das habe ich in der Weise entdeckt, daß ich die Metamervene freilegte und sie mit einer Pinzette herauspräparierte: sie zog mit sich die Intermuscularvene aus der Furche heraus. Die Metamervene erwies sich nur als ein Collateralast der Intermuscularvene! Wenn wir uns jetzt zur Betrachtung der präatrioporalen Körperabteilung zurückwenden, so finden wir, daß in jede Intermuscularvene ein wenig dorsal von der Mündungsstelle der Metamervene ein dorsaler Collateralast einmündet. Jeder solche Collateralzweig nimmt seinen Ursprung aus dichotomisch verteilten Ästen auf dem dorsalen Flossen-

saume. Die Wurzelcapillaren dieser Äste, für die das oben Gesagte über die Wurzelcapillaren der Metamerven gleich gut gilt, bilden am Flossenrande ein Geflecht mit den entsprechenden der Gegenseite. Wie aus Taf. 6 ersichtlich ist, münden die beiden Collateralzweige der Intermuscularvene in der präatrioporalen Körperabteilung weit voneinander entfernt in diese Vene ein. Wenn man das Verhalten der dorsalen Collateralzweige in den Metameren sukzessive nach vorn oder nach hinten zu durchmustert, so bemerkt man, daß in dem Maße, wie die Stärke der Myomere abnimmt, die Mündungsstellen der dorsalen Collaterale und der ventralen Metamerven sich immer mehr einander nähern, so daß jene in diese schließlich einzumünden kommen. (S. Taf. 6, Fig. 1. 1—6. Metamervene sowie die der Schwanzabteilung.) Wenn wir aber die vordersten oberen Collateralen mit den hintersten vergleichen, so ersehen wir einen bedeutenden Unterschied zwischen diesen und jenen. Während die vordersten zu unbedeutenden Zuflüssen der Metamerven reduziert sind, erscheinen diese als gleichwertige Zweige derselben, was seinen deutlichsten Ausdruck in der letzten Metamervene findet, welche die Form einer überall gleich dicken Parabel hat, die das freie Chordaende lateral umfaßt. Die übrigen hintersten Metamerven ( $Vm_{48}$ — $Vm_{60}$ ) erscheinen als Gefäßbogen, deren beide Ursprungsgebiete ganz gleichartig sind. An einem günstigen Präparate, nach dem, Taf. 6 Fig. 1 gezeichnet wurde, habe ich ganz sicher beobachtet, daß ein kurzes Verbindungsstück aus dem letzten Metamerbogen ausging und denselben mit dem hinteren Ende des Truncus dorsalis in Kommunikation brachte.

Wenn wir die ganze Reihe der Metamerven vergleichend betrachten, so müssen wir anerkennen, daß die Beziehungen, welche wir an den hintersten Metamerven vorfinden, in der Reihe der homodynamen Bildungen als ursprüngliche aufzufassen sind. Die dorsalen Collateralen und die Metamerven sind als Analoga anzusehen. Das Übergewicht der Metamerven über die dorsalen Collateralen hängt davon ab, daß die ventrale Körperhälfte stärker entwickelt ist, als die dorsale. Da, wo diese jener völlig gleicht, d. h. an der hinteren Körperspitze, sehen wir die Metamervene als einen Bogen (Parabel), dessen Krümmung der der Myomere entspricht. In dem Maße, wie wir nach vorn zu schreiten, wird der Unterschied zwischen der ventralen und dorsalen Körperhälfte immer bedeutender. Dementsprechend beginnt die untere Hälfte des ursprünglich gleichmäßig entwickelten Gefäßbogens die obere an Größe zu überwiegen; die Krümmung des Bogens wird immer kleiner. Wir können jedenfalls die ursprüngliche Bogenform der Metamerven bis zum Anus leicht verfolgen. Erst da wird die ursprüngliche Anordnung

bedeutend zerstört dadurch, daß in jener Gegend bereits Eingeweide auftreten. Von dieser Stelle angefangen sehen wir die Metamervenvenen als immer mächtiger werdende Gefäße, die ihre Schwesterzweige an Größe und Bedeutung immer mehr überwiegen. Weil die Dimensionen der Myomere immer mehr zunehmen, kommt die Trennung der ventralen Metamervene von der dorsalen Hälfte des Metamerbogens zustande. Diese wird jetzt zum unbedeutenden dorsalen Collateralaste der Intermuscularvene. Weiter nach vorn zu nehmen die Metamervenvenen mit dem Auftreten neuer Körperteile (Metapleuralfalten) und Organe an Größe und Bedeutung immer mehr zu. Die oberen Collateralen, welche zum Abflusse des Blutes aus dem dorsalen Flossensaume und teilweise aus den oberen Teilen der Myomere dienen, bleiben ungefähr auf derselben Ausbildungsstufe. Ihre Mündungsstelle entfernt sich von der der Metamervenvenen immer mehr, weshalb in der Strecke zwischen den beiden Mündungsstellen accessorische Collateralen auftreten (Taf. 6, Fig. 1), welche das Blut aus den Myomeren führen. Betrachten wir die untere Körperhälfte als ein Ganzes, so sehen wir, daß dieselbe weiter nach vorn zu immer wichtigere Bedeutung bekommt, während die Myomere gleichzeitig an Größe und Bedeutung abnehmen. Dementsprechend sehen wir die Vv. metamericae als immer bedeutender werdende Gefäße; die Trunci longitudinales ventrales werden zu mächtigen Stämmen, während die dorsalen Metamercollateralen an Größen abnehmen. Ihre Mündungsöffnung nähert sich der der Metamervenvenen immer mehr, und in dem Maße, wie das zustande kommt, wird der Stamm des dorsalen Collateralastes immer kürzer. Schließlich sehen wir, daß er völlig verschwindet (Taf. 6, Fig. 1, DK 8). Es öffnen sich somit in die Intermuscularvene zwei Gefäße, welche nichts anderes sind als Ursprungszweige der dorsalen Collaterale und also homodynam den aus der Tafel ersichtlichen Endästen der oberen Hälfte des letzten Metamerbogens. Noch weiter nach vorn münden die hier besprochenen dorsalen Ursprungszweige in die entsprechenden Metamervenvenen (DK<sub>1</sub>—DK<sub>5</sub>). Das Metamervenensystem ist also als ein Abkömmling des Intermuscularvenensystems anzusehen. Der Entstehungsmodus desselben ist so vorzustellen, daß jedes Intermusculargefäß einen Zweig abgibt, welcher sich an der inneren Seite der Haut in zwei Äste gabelt und zum Metamerbogen wird.

Jede Metamer- sowie Intermuscularvene nimmt in jedem Segmente eine Anzahl kleiner Collateralen auf. Die, welche in die Intermuscularvenen einmünden, führen das Blut aus den Myomeren aus, diejenigen aber, die in die Metamervenvenen einmünden, versorgen zum Teil den Muskel, hauptsächlich aber die Haut, und bilden darin ein capilläres; reichlich ent-

wickeltes Geflecht, in welchem Capillaren der zwei benachbarten Metamerenvenen sich miteinander verflechten und kommunizieren (Taf. 6, Fig. 1).

Nachdem wir die beiden Abteilungen des subcutanen Gefäßsystems kennen gelernt haben, bleibt uns übrig, uns mit dem oben kurz erwähnten Rostralgefäß zu beschäftigen, welches sich auf dem lippenförmigen Auswuchse des vorderen Körperendes befindet und spezielle Beschreibung verdient. Dieses Gefäß, sowie mehrere andere Teile des beschriebenen Gefäßsystems, sind manchmal an lebenden Tieren leicht zu sehen. Weil die Rückenmarksnerven die Metamerven begleiten, scheinen diese mit jenen zusammengeworfen worden zu sein, so daß das Rostralgefäß von älteren Autoren, wie z. B. OWEN (1866), als erstes Nervenpaar beschrieben und abgebildet wurde.

Dieses Gefäß, welches wir als V. facialis bezeichnen wollen (wir werden diese Benennung weiter unten begründen), zeichnet sich durch seine Größe aus. Sein Basalteil bildet einen kurzen und dicken Stamm, welcher in den Truncus longit. dorsalis im Bereiche des ersten Myomeres einmündet. Der Basalstamm entsteht durch Verschmelzung zweier mächtiger Zweige; der eine von ihnen geht vom ventralen Rande des Rostrums ab, der andere von seiner vorderen Gegend. Die Endzweige der beiden Äste verflechten sich auf dem Rande des Auswuchses in der Art, wie wir es an dem Flossen-saume gesehen haben.

In der Arbeit von ANDREWS (1893) über *Asymmetron lucayanum* finden wir eine Abbildung vom Vorderende dieses Tieres. Wir ersehen daraus, daß *Asymmetron* ein Rostralgefäß besitzt, und schließen daraus, daß ihm auch das sämtliche oberflächliche Venensystem eigen ist. Es ist also anzunehmen, daß alle Acranier dasselbe System besitzen.

Wie aus den obigen Zeilen ersichtlich, gleichen Anordnung und Verteilung der Gefäße des oberflächlichen Venensystems, besonders der Metamerven, der sensiblen Spinalnerven, und man kann sich vielleicht fragen, ob jene mit diesen nicht verwechselt werden. Die Methode der Sichtbarmachung der hier beschriebenen Gebilde spricht gegen eine solche Vermutung.

Man hat ja bis jetzt keinen einzigen Fall beobachtet, daß durch Carminfütterung Nerven gefärbt werden, dagegen weiß man wohl, daß Blutgefäße durch dieses Verfahren sichtbar werden. Es ist oben erwähnt, daß die V. facialis an lebenden Tieren ohne besondere Schwierigkeiten beobachtet werden kann und von älteren Forschern für den ersten Nerven gehalten wurde. A. SCHNEIDER (1879) äußert sich über die Nerven folgendermaßen:

»Die Nerven sind am lebenden Tiere sehr gut zu übersehen, daher

auch RATHKE, GOODSIR, J. MÜLLER, QUATREFAGES ausführlich darüber berichten.« Aus Taf. 14, Fig. 1 desselben Autors ist der Verlauf des sensiblen Nerven sehr gut ersichtlich. Der Vergleich dieser Zeichnung mit unserer Tafel ergibt, daß er dergleiche ist, wie derjenige der von uns beschriebenen Metamerven. Wie wir aus den Arbeiten von RETZIUS (1898), HATSCHKE (1892) und HEYMANS & VAN DER STRICHT (1898), sowie FUSARI (1888) ersehen können, entspricht der Verlauf sowie die Verteilung der sensiblen Nervenäste jenem der Venen des subcutanen Gefäßnetzes fast vollkommen, obwohl auch gewisse Unterschiede sich vorfinden.

Die Erscheinung ist dadurch zu erklären, daß die Venen von den Nerven (oder umgekehrt) begleitet werden, ähnlich wie das in den MÜLLERschen Strängen (ZARNIK) stattfindet. Durch die Nerven präokkupiert, hat man die sie begleitenden Venen übersehen, was um so leichter vorkommen konnte, da die Venen von *Amphioxus*, wie ZARNIK zeigte, des Endothels überhaupt entbehren. Der Charakter der hier geschilderten Gebilde, ihre Füllung mit körnigem Niederschlag sowie ihre Beziehungen zu den Lateralvenen, alles spricht dafür, daß wir es hier mit Gefäßen zu tun haben. An herauspräparierten Gefäßstücken sieht man bei stärkeren Vergrößerungen die strukturlose Wand und den das Lumen füllenden körnigen Niederschlag. Die V. facialis ist, dank ihrer Mächtigkeit, gut sichtbar und wurde ursprünglich für den ersten Nerven gehalten, während der wirkliche erste Nerv, weil unsichtbar, übersehen wurde. Diese Vene wird wahrscheinlich vom zweiten Nerven begleitet, und der Verlaufsweg desselben verdankt seine Sichtbarkeit der Anwesenheit dieses Gefäßes. Das, was man am lebenden *Amphioxus* sieht und bisher als Nerven betrachtet hat, sind Stränge, welche aus einem Nerven, einer Vene und vielleicht einer Arterie bestehen und nur dank der Anwesenheit der letzteren sichtbar sind.

Es ist wohl bekannt, daß in der Gallertschicht der Cutis von *Amphioxus* sich ein System von Kanälchen befindet, welche bereits STIEDA (1873) ausführlich beschrieb und deren Bedeutung REICHERT (1870) folgenderweise erklärte: »Da das bindegewebige Stroma nur als pellucide Grundsubstanz angesehen werden kann, und die dazu gehörigen Bindesubstanzkörper fehlen, so wäre es möglich, daß das in Rede stehende netzförmige Gebilde den zellenhaltigen Teil des bindegewebigen Stromas darstellt, unter dessen Vermittlung die in großer Menge verbreitete, ganz hyaline Grundsubstanz gebildet werde«. — Diese Kanälchen sind nichts anderes als das Geflecht der in die Metamerven einmündenden Capillaren. Betrachtet man eine Serie von Querschnitten durch die Haut eines *Amphioxus*, so sieht man, daß die in Rede stehenden Kanälchen den Gefäßen völlig ähneln. Die sie auskleidenden Zellen sind nichts anderes als

Endothelzellen. Ebenso liegt mir der Gedanke nahe, daß die von mehreren Autoren beschriebenen Kanälchen, die aus den Flossenkästchen ausstrahlen sollen, die an den Flossensäumen sich befindenden Endverzweigungen der Metamerven darstellen. An günstigen Präparaten, wie jenes, welches mir zur Herstellung der Zeichnung diente, erscheinen die Flossenkästchen rot gefärbt, wie ich schon mitteilte. Ich sah aus denselben keine Kanälchen ausstrahlen: ihre Grenzen schienen vielmehr streng bestimmt, wie aus der Abbildung ersichtlich.

### III.

Welche Bedeutung hat das oben besprochene Gefäßsystem? Die Antwort geht aus dem bereits in der Einleitung Gesagten hervor. In seinem Ganzen sehe ich dieses System als ein Homologon des subcutanen Systems von *Ammocoetes* und *Petromyzon* an. Wir haben jedoch gesehen, daß das oben beschriebene System aus zwei Abteilungen besteht: aus dem Systeme der Intermusculargefäße, an welche sich auch das Gefäß anschließt, das wir als V. facialis bezeichnet haben, und aus dem System der Metamerven, ursprünglich metameren Gefäßbogen. Bevor wir diese Frage beantworten, stellen wir die oben dargelegten Beobachtungen mit denen der früheren Forscher zusammen. Zuerst kommt die Frage: was sind die Trunci longitudinales ventrales im Vergleich mit den bis heutzutage bekannten Gefäßen von *Amphioxus*? — die Hauptfrage, welche bei allen weiteren Erwägungen eine Rolle spielt. Ihrer Lage und ihren Beziehungen zu den Myomeren nach (die Gonaden waren in meinen Präparaten nicht sichtbar) sind sie nichts anderes als die Vv. cardinales der Autoren, und wir werden sie als solche in weiteren Betrachtungen bezeichnen. Wir lernen somit das Vorderende der Cardinalis anterior bzw. Hinterende der Cardinalis posterior aus der obigen Schilderung kennen. Jenes konnte LEGROS nicht beobachten; er sagt (p. 501): »Le calibre des Veines cardinales antérieures se réduit progressivement d'arrière en avant; en avant de la première poche branchiale, qui répond à l'extrémité inférieure du 10<sup>e</sup> somite, elle se prolonge sous forme d'un grêle vaisseau que l'épithélium péribranchial applique directement à la paroi du corps. Mais à l'extrémité antérieure de la branchie, les premiers sacs branchiaux se raccourcissent de plus en plus et le ligament denticulé s'abaisse; son bord externe oblique en avant et en bas, croise l'extrémité inférieure du 6<sup>e</sup> somite pour passer sur le muscle transverse; à partir de ce point il m'est impossible de suivre la Veine cardinale antérieure. Il est certain qu'elle ne continue plus son trajet à la face interne des somites où la somatopleure a remplacé l'épithélium péribranchial. Mais il est également

certain qu'elle s'étend jusqu'au premier somite, où elle reçoit encore une Artère pariétale ventrale. Suit-elle vers le bas les insertions pariétales du ligament denticulé? Reste-t-elle logée dans l'épaisse couche gélatineuse de la paroi buccale? Je n'ai pas pu le déterminer.»

Die Endigungsweise der hinteren Cardinalvenen wird von LEGROS in folgenderweise geschildert. Die rechte Cardinalis posterior verbindet sich mit dem hinteren Ende der Subintestinalvene und bildet samt derselben die Vena caudalis. LEGROS scheint von ihr anzunehmen, daß sie unmittelbar unterhalb der Aorta verläuft, obwohl er eigene Beobachtungen darüber nicht mitteilt. Ich habe an meinen Totalpräparaten die Subintestinalvene nicht beobachten können. Somit kann ich die Angaben von LEGROS über die Verbindung der Subintestinalis mit der rechten Cardinalis nur akzeptieren, um so mehr, als sie theoretisch völlig zulässig sind. Dagegen habe ich beobachtet, daß der rechte Truncus longitudinalis ventralis oder V. cardinalis posterior dextra sich gegen die Myomere ebenso verhält wie die Cardinalis posterior sinistra auf Taf. 6, Fig. 1. Es stimmen meine Beobachtungen mit jenen von A. SCHNEIDER (1879) gewissermaßen überein, indem er auf seiner Fig. 16 Tafel 1 unter der Aorta, welche sehr deutlich ist, keine V. caudalis abbildete. — Die V. cardinalis posterior sinistra hat LEGROS nur bis zum Anus verfolgen können: »L'homologue de la moitié gauche de l'anneau veineux pericloacal paraît faire défaut et la terminaison postérieure de la Veine postérieure gauche m'a échappé« (p. 503).

Wenn aber der postanale Teil des Truncus longitudinalis ventralis von *Amphioxus* die »Caudalvene« der Autoren darstellt, so sehen wir aus dem oben Geschilderten, daß man bei *Amphioxus* nicht von einer, sondern von zwei »Caudalvenen«, zu sprechen hat. In bezug auf dieses Gefäß von *Ammocoetes* sei hier erwähnt, daß dasselbe, nach HATTAS (1908) Angaben, von der hinteren Verlängerung der Subintestinalvene gebildet wird. — Wir kommen unten auf diesen Punkt zurück.

Man kann somit sich fragen, ob die Cardinalvenen von *Amphioxus* denen der höherstehenden Ichthyomorphen wirklich homolog sind, und wenn dem so ist, welche eine Bedeutung die so merkwürdige Disposition der subcutanen Gefäße und ihr Verhalten zu jenen besitzen können. LEGROS und BURCHARDT (1900) basierten auf ihren Beziehungen zur Aorta, sowie zum Truncus, wenn sie die Homologie jener Gefäße mit der Cardinalis festzustellen versuchten. ZARNIK (1904) fügte dazu noch vergleichend-anatomische Betrachtungen, indem er die Disposition der Cardinalvenen bei *Amphioxus* mit der, welche HOFFMANN (1893) bei Selachierembryonen beschrieb, verglich. Weil irgendwelche Angaben über die Entwicklung des Gefäßsystems von *Amphioxus* fehlen, so sind wir

gezwungen, uns auf derartige Betrachtungen zu beschränken. HATTA (1908) beschrieb den Entwicklungsmodus der Cardinalvenen von *Ammocoetes*, welcher für unser Schema von großer Bedeutung ist. Es erwies sich nämlich, daß das Dorsalgefäß von *Ammocoetes* beim Übergang des Annelidentypus der Circulation zum Fischtypus metamere laterale Ausbuchtungen bildet, welche sich vom Muttergefäß abschnüren und darauf an ihren distalen Enden zu zwei Längsstämmen zusammenfließen, welche in der Analgegend mit der hinteren Fortsetzung des Ventralgefäßes in Kommunikation treten. Dieser Bildungsmodus ist von dem von HOFFMANN für Selachier beschriebenen prinzipiell nicht verschieden, führt aber in bezug auf *Amphioxus* noch leichter als dieser zum Verständnis der Entstehung seiner Cardinalvenen. Man hat sich nur vorzustellen, daß die Lateralausbuchtungen des Dorsalgefäßes ursprünglich sehr lang waren (wie wir dieselben in Form von »Parietalarterien« von *Amphioxus* sehen), so daß sie den unteren Rand der Körpermuskulatur erreichten. Dort verfloßen sie miteinander durch Bildung von cranialen und caudalen Auswüchsen, in dieser Weise zwei Cardinalvenen bildend. Ursprünglich verschwanden die Lateralausbuchtungen, im Gegensatz zu den Erscheinungen, welche bei *Ammocoetes* beobachtet werden, nicht, sondern wandelten sich zu Parietalgefäßen um, welche die Aorta mit den Cardinales in direkten Zusammenhang bringen. Wenn also die Beobachtungen HATTAS richtig sind, so sind wir gezwungen, anzuerkennen, daß die sog. ventralen »Parietalarterien« von *Amphioxus* denen von *Ammocoetes* nicht homolog sind. Während jene den proximalen Teilen der oben erwähnten lateralen Ausbuchtungen des Dorsalgefäßes von *Ammocoetes* entsprechen, sind diese als Neuerwerbung anzusehen, weil dieselben erst später nach der Abschnürung der distalen Teile der Ausbuchtungen und Abschluß der proximalen entstehen. Sie entsprechen vielmehr den »intersomitischen Gefäßen« der Selachierembryonen. Durch das dauernde Verbleiben der direkten Kommunikation zwischen der Aorta und den Cardinales unterscheidet sich das Gefäßsystem von *Amphioxus* von demjenigen des *Ammocoetes*; es ist aber klar, daß dieser Unterschied eine natürliche Folge der niedrigeren Organisation des *Amphioxus* ist, und daß die bei diesem Tiere gefundenen Verhältnisse gewiss jene Vorstufe in der phyletischen Entwicklung der Cardinales realisieren, welche a priori aus der Entwicklung derselben bei *Ammocoetes* zu schließen ist, und von welcher die Lage und Verteilung des subcutanen Venensystems abhängen. Dieses ist ein Abkömmling von Cardinalvenen. Dieselben geben Intermuscularvenen ab, welche ihrer Lage nach den arteriellen Parietalgefäßen (»Parietalarterien«) folgen. Deren obere Enden verfließen miteinander jederseits zu je einem Längs-

stamme. Die Intermuscularvenen geben Ursprung den Metamergefäßen. In bezug auf die hier genannten Gefäße wollen wir auf die Beobachtungen LEGROS' (1902) zurückkommen, welche wir p. 71 erwähnten. Er sagt (p. 523—524): »Enfin au point où l'artère pariétale ventrale s'engage dans le canal coelomique pariétal, on voit le tissu conjonctif du myosepte parcouru par des lacunes, dans lesquelles l'hématoxyline-éosine révèle souvent la présence d'un caillot sanguin. Ces lacunes sont simplement dues à l'écartement des faisceaux de fibrilles qui constituent la charpente du myosepte, comme on peut s'en assurer par la coloration de VAN GIESON, et je ne suis pas parvenu à me convaincre qu'elles possèdent une paroi propre nucléée. Cependant, il est hors de doute, que ces lacunes communiquent avec l'Artère pariétale ventrale, et je ne crois pas que l'on puisse, en raison de leur localisation, les confondre avec les fissures artificielles que l'action des réactifs produit si facilement dans la cutis de l'*Amphioxus*... Nous verrons des lacunes semblables s'ouvrir dans l'Artère pariétale dorsale et nous reviendrons alors sur leur signification«. — Weiter unten, bei der Besprechung der Arteria parietalis dorsalis, kommt der Verfasser auf ebensolche Räume zurück (p. 532): »Dans toute la largeur du myosepte, de son bord interne à son bord externe, sont, à ce même niveau (d. h. da, wo die Arterie des Parietalmuskels abgeht), creusées des lacunes, souvent vides et afaissées, parfois pleines de sang et bien visibles. On peut, en examinant attentivement de nombreuses Artères pariétales dorsales à leur entrée dans les myoseptes, y . . voir s'ouvrir de ces lacunes. La même question se pose ici, qui se posait déjà au sujet des lacunes que nous avons vues naître des Artères pariétales ventrales à leur entrée dans les canaux coelomiques pariétaux. Un examen très attentif ne m'a pas permis de leur reconnaître une paroi endothéliale, cependant la nature vasculaire de ces espaces qui sillonnent le tissu conjonctif des septa à certains niveaux bien déterminés ne me semble pas douteuse«. — Und zuletzt (p. 532—533): »Tout d'abord il me paraît certain qu'au point où l'artère (d. h. die dorsale Parietalarterie) rejoint la racine nerveuse dorsale, elle donne naissance à un nouveau système des lacunes comparables aux lacunes déjà étudiées à propos des myoseptes. J'ai pu voir de ces espaces s'ouvrir dans l'artère, et les suivre jusqu'au dos du système nerveux central et à la base de la nageoire dorsale, mais leur terminaison m'est inconnue.«

Aus den drei angeführten Zitaten erschen wir, daß LEGROS in den Myocommata »Lacunen« gesehen hat, welche mit Blut gefüllt waren und keine Endothelauskleidung besaßen. Dabei erinnern wir uns der Angaben ZARNIKS (1904). ZARNIK sagt: »Das Venensystem von *Amphioxus* entbehrt eines jeden »Endothels«. Weder in den Cardinalvenen noch in der

V. subintestinalis, oder im Sinus venosus kommt ein Endothel vor<sup>1</sup>. — Die Wand der Venen von *Amphioxus* besteht aus einer »strukturlosen Intima«. Jene »Lacunen«, welche Blut enthalten und von keinem Endothel ausgekleidet sind, sind also Venen. Die im 1. und 3. Zitate erwähnten sind nichts anderes als unsere Intermuscularvenen, welche aus je zwei Schenkeln bestehen: einem ventralen (Zitat 1) und einem dorsalen (Zitat 3).

In seinen Schlußfolgerungen kam auch LEGROS zu demselben Ergebnis. (S. 546, e.)

LEGROS konnte seine dorsalen »Lacunen« nur bis zur Basis der Dorsalflosse wahrnehmen. Der Grund davon ist, daß die erwähnten Gefäße an jener Stelle miteinander zusammenfließen, je einen Truncus longitudinalis dorsalis bildend: auf Querschnitten sollen sie dort blind zu endigen scheinen. Daß die »Lacunen« LEGROS', also unsere Intermuscularvenen, Lacunen im Sinne ZARNIKS nicht sind, sondern eigene, obwohl strukturlose Wandung besitzen, folgt daraus, daß sie mit Pinzette und Nadel leicht herauspräpariert werden können, was unmöglich sein würde, wenn sie nur Spalten im Bindegewebe darstellten. (Vgl. auch S. 79.) Es steht also nichts im Wege, die Metamer- und Intermusculargefäße als Venen anzuerkennen, weil sie mit den Cardinales in offener Verbindung stehen. Was nun die Angabe LEGROS' betrifft, daß seine »Lacunen«, die offenbar unseren Intermuscularvenen entsprechen, mit den Parietalarterien offen kommunizieren, so kann ich dieselbe in keinem Falle annehmen. Weil die Intermusculargefäße eigene Wendung besitzen und als Venen fungieren, welche mit den Cardinales in offener Kommunikation stehen, erscheint mir der physiologische Zweck einer solchen von LEGROS angenommenen Kommunikation unbegreiflich. Man müßte annehmen, daß die zuführenden »Parietalarterien« einerseits mit den abführenden »Parietalvenen« und andererseits mit den Cardinalvenen in offener Kommunikation stehen. Was die »Lacunen« (wahrscheinlich auch Venen) betrifft, welche LEGROS an der Ursprungsstelle der Parietalmusculararterie beobachtet hat und welche in unmittelbarer Umgebung der Chorda liegen (Taf. 23, Fig. 36), so können wir vermuten, daß sie ein venöses Geflecht bilden, das mit dem, welches ich an dieser Stelle bei *Petromyzon* beschrieben habe (1912a), vergleichbar ist.

Aus dem oben Geschilderten ersehen wir, daß die Intermuscularvenen

<sup>1</sup>) Ich möchte dabei beiläufig bemerken, daß das Fehlen von Endothel in den Venen auch den Cyclostomen eigen ist. So ist das Endothel nach K. C. SCHNEIDER (1902) in den Cardinalvenen von *Petromyzon* nur streckenweise vorhanden. Die DOHRN'schen Sinus, deren Entstehung aus typischen Gefäßen ich (1912a) beschrieben habe, entbehren des Endothels, was schon von DOHRN konstatiert wurde usw.

von *Amphioxus* mit den ventralen Parietal- (oder Segmental-) Venen der Cranioten vergleichbar sind; die Feststellung der Homologien darf aber nur mit gewisser Reserve geschehen, wie wir unten sehen werden. CORI (1906) beschrieb ein oberflächliches Gefäßsystem, welches er in der Kiemengegend von 5—7 mm langen Larven beobachtet hat. Dieses System erregte seine Aufmerksamkeit durch merkwürdige Eigenschaften; er sagt (p. 292—293): »Wie bereits erwähnt, finden sich bei *Ammocoetes* im Bereiche des Kiemenkorbes noch Venen, welche ein System von Längs- und Quervernen bilden, so daß eine Art Venengitterwerk entsteht. Die Quervernen stimmen in ihrer Zahl der Branchiomerie überein. Diese Hautvenen breiten sich in der Seitenwand des Kiemenkorbes in der Ausdehnung zwischen den ventralen und dorsalen (horizontalen) Knorpelspannen des Kiemenskelettes aus. Sie liegen im Bindegewebe eingelagert, und die längsverlaufenden Venen werden von den Seitenrumpfmuskeln bedeckt. Zur splanchnischen Muskulatur nehmen sie eine laterale Lage ein. In physiologischer Beziehung ist dieses Venensystem dadurch bemerkenswert, daß es mit den Arterien in keinem direkten Zusammenhang steht. Es setzt sich einerseits mit der vorderen Cardinalvene durch metamer angeordnete, kurze Anastamosen in Verbindung, und andererseits wird der hauptsächliche Teil der Blutmenge desselben durch eine unpaare ventral vom Herzen in den Sinus venosus einmündende Vene, die V. jugularis ventralis, übergeführt. Beim erwachsenen *Ammocoetes* und auch bei *Petromyzon* finden sich in dieser Region ausgedehnte Bluträume und Lacunen, und es ist sehr wahrscheinlich, daß diese aus jenem Venensystem hervorgehen. Die Bedeutung von respiratorischen Einrichtungen dürften diese Gefäße kaum haben, da sie ja in einer Region liegen, die ohnedies diesem Zwecke dient. Sie werden als Lymphräume aufgefaßt und mit jenen der Amphibien verglichen. Da die besprochenen Bildungen nichts von den Charakteren des Lymphgefäßsystems besitzen und sich andererseits vom echten Blutgefäßsystem nicht unterscheiden, so ist diese Auffassung als eine nicht zutreffende zu betrachten. Die ganze Anordnung dieser Hautvenen spricht vielmehr für eine spezielle Funktion derselben. Sie könnte entweder im mechanischen Sinne wirken, indem die Blutlacunen bei dem Leben des Querders im Sande und Schlamm als Schwellkörper die Kiemenregion vor Druck schützen, oder die Bedeutung könnte auch in einer chemischen Richtung gelegen sein. In dem präotischen Abschnitt des *Ammocoetes*kopfes fehlt bis auf einen Rest das System dieser Hautvenen, und man könnte daran denken, dies in Zusammenhang mit dem Wegfall der Kiemenspalten, bzw. mit den hier eingetretenen Veränderungen, von welchen früher die Rede war,

zu bringen. Ein Rest ist jedoch repräsentiert durch die V. facialis, welche im Gebiete der Oberlippe mit den Endverzweigungen der Carotis ventralis in Zusammenhang steht. Letzteres Moment, speziell die Beziehungen zur Carotis dorsalis, wäre eigentlich das für die V. cardinalis charakteristische Merkmal, und es liegt die Versuchung nahe, die Gesichtsvene als distales Ende der vorderen Cardinalvene anzusehen. Dagegen spricht aber die oberflächliche Lage dieses Gefäßes, das lateral von der splanchnischen Musculatur gelegen ist, während jene Vene innerhalb der Schichten der Kiemenmuskulatur zu liegen kommt. «

Wenn wir jetzt dieses Zitat mit der obigen Beschreibung, sowie CORIS Figur auf Taf. 11 (s. Textfig. 2) mit der unsrigen vergleichen, so sind wir gezwungen, anzuerkennen, daß jenes oberflächliche Venensystem von *Ammocoetes* mit dem oben beschriebenen System der Intermuscularvenen homolog ist. Somit entspricht das Rostralgefäß von *Amphioxus* der Vena facialis des Querschnitts, und das ist der Grund, weshalb ich es Vena facialis genannt habe. Die Beziehungen derselben zur ersten Intermuscularvene sind ebensolche, wie diejenigen der Gesichtsvene des *Ammocoetes* zur V. superficialis transversalis oder, nach HATTAS Schilderung, zur Mandibularvene. Dementsprechend gleichen die Vv. superficiales transversales samt der Mandibularvene den Intermuscularvenen des *Amphioxus*. Was nun die Trunci longitudinales dorsales dieses Tieres betrifft, so sind dieselben als Homologa nicht der Vv. superficiales longitudinales dorsales, sondern der Vv. superfic. longit. ventrales anzusehen. Die Cardinalvenen des *Ammocoetes* sind durch Verkürzung der Lateral- ausbuchtungen (siehe oben) in unmittelbarer Nähe der Aorta umgelagert. Es werden somit die Ursprungsstellen der Intermuscularvenen (Vv. superfic. transvers.) dorsalwärts umgelagert. Dem entgegen kommen ihre distalen Enden in eine ventrale Lage und bilden Längsstämme, welche denjenigen von *Amphioxus* völlig gleichen. Es kommt nur der Unterschied vor, daß sie beim *Ammocoetes* nicht dorsal, sondern ventral liegen.

Diese Homologie ist um so begründeter, als das oberflächliche Venensystem von *Ammocoetes* mit den Vv. parietales ventrales, die sich etwas später in dieser Region entwickeln und welche von JULIN (1887) beschrieben wurden, nicht zu verwechseln ist, wie das FAVARO (1908) getan. Während die Vv. superficiales nach lateralwärts vom Kiemengerüst liegen und der äußeren d. i. cutanen Seite der Körperwand gehören, gehören die Vv. parietales (seu segmentales seu metamericae) ventrales der inneren, d. i. peritonealen Seite der Körperwand.

HATTA (1908) hat die Entstehung der Vv. superficiales CORIS nicht beschrieben, vielleicht auch nicht beobachtet. Er teilt darüber beiläufig

folgendes mit: »Ein im somatischen Teile der Kiemenregion eingebettetes Venensystem, das man nach CORI Vv. superficiales nennt, kommt erst alsdann vor, als es daran gekommen ist, daß die Kiemenatmung lediglich vor sich geht; es ist also morphologisch kein wesentlicher Bestandteil des Gefäßsystems, wie CORI auch bemerkt, vielmehr ist es eine sekundäre Bildung für besondere physiologische Notwendigkeit.« — Auf Grund des oben Geschilderten sind wir berechtigt zu behaupten, daß die CORISCHE sowie HATTASCHE Annahme, daß das Subcutansystem »kein morphologisch wesentlicher Bestandteil des Gefäßsystems ist«, der Wirklichkeit nicht entspricht. Wir können Schlüsse über dessen Entwicklung aus der HATTASCHEN Schilderung der Entwicklung der Facialis ziehen. HATTA sagt darüber:

»Die letztere (d. h. laterale Kopfvene) treibt einen zwischen dem Trigeminalganglion und dem ventralen Schenkel des ersten metotischen Myotoms hinabsteigenden Vertikalast [dieser ist die CORISCHE V. cerebri media], welcher unter dem Muskel in zwei Venenstämme geteilt wird: die vorwärts gerichtete, durch den somatischen Teil der Kopfwand hindurch verlaufende Facialisvene, und den medial gerichteten Venenstamm. Die letztere Vene wird wieder in einen vorderen langen und hinteren kurzen Ast gespalten: der vordere lange Ast tritt in den Velarmuskel hinein und stellt die Velarvene [V. veli dorsalis CORIS] dar, indem er mit einem arteriellen Ast [A. spiraculi CORIS] von der Lingualarterie, Velararterie in capillare [nach CORI nicht capillare, sondern direkte] Verbindung kommt; der hintere kurze Ast tritt mit der durch den Mandibulargefäßbogen selbst repräsentierten Mandibularvene nicht in capillare, sondern direkte Verbindung und stellt die offene Kommunikation der Gesichtsvenen mit der V. jugularis impar her.« [Wir ersehen aus diesem Zitat einen gewissen Unterschied zwischen CORIS und HATTAS Angaben. Die V. facialis mündet nach CORI nicht in die V. mandibulae, sondern in die dahinter liegende V. superfic. transversalis ein. Der Unterschied, welcher wahrscheinlich dadurch zu erklären ist, daß die beiden Forscher mit verschiedenen Petromyzontenspecies zu tun hatten, ist kein wesentlicher, weil die zwei letztgenannten Venen homodynam sind.] Weil die laterale Kopfvene ein Abkömmling der Cardinalvene ist, die Facialis aber aus derselben ihren Ursprung nimmt, so ist auch diese Vene als Abkömmling jenes Gefäßes anzusehen. Das spricht zugunsten der von mir oben hervorgehobenen Homologie der Facialisvene von *Ammocoetes* mit dem Rostralfäß von *Amphioxus*.

Vergleichen wir die obigen Angaben HATTAS mit CORIS Schilderung, so sind wir völlig berechtigt anzunehmen, daß die V. cerebri media CORIS mit den Vv. communicantes, d. i. proximalen Teilen der Vv. superfic.

transversales homodynam ist. Diese sind metamer angeordnet, jene ist von der ersten V. communicans um zwei Myomere entfernt. Die Ursache liegt darin, daß die mittlere Stelle von der Mandibularvene eingenommen wird. Dann aber haben wir einen Schlüssel zum Verständnis der Entstehung der Vv. communicantes und somit des ganzen oberflächlichen Venensystems. Die Cardinalis gibt metamer angeordnete ventralwärts gerichtete Zweige ab, welche sich bald in zwei Äste gabeln. Der vordere Ast biegt die betreffenden Kiemenknorpel und -spalte um, gibt weiter unten einen Ast ab, welcher ihn mit dem dahinter liegenden homodynamen Gefäße verbindet und verfließt schließlich mit der hinteren Fortsetzung der Mandibularvene, das heißt der Wurzel der V. superfic. longit. ventralis. Der kürzere hintere Ast wendet sich nach hinten und kommt in Zusammenhang mit dem vorderen Aste des nächstfolgenden Gefäßes aus derselben Serie, in dieser Weise die V. longit. superfic. dorsalis bildend. Es kann somit vom vergleichend anatomischem Standpunkt als bewiesen gelten, daß das CORISCHE Venensystem dem Intermuskularvenensystem von *Amphioxus* gleicht. Die Mandibularvene ist also nichts anderes als ein Intermusculargefäß. Gleichwie wir bei *Amphioxus* beobachtet haben, daß das vorderste Intermusculargefäß das Vorderende der Cardinalvene mit dem Truncus dorsalis in direkte Kommunikation bringt, so sehen wir auch beim *Ammocoetes* ein ebensolches Verhalten der Cardinalis zur V. superfic. longit. ventralis. Das stellt auch eine Bestätigung der von mir hervorgehobenen Homologie dar, obwohl es augenscheinlich ist, daß die Mandibularvene gewiß keinem ersten Intermusculargefäße, sondern einem der folgenden, vielleicht dem ersten oder zweiten postvelaren gleicht.

Ich konnte an meinen Präparaten die Beziehungen der Facialis von *Amphioxus* zu Endzweigen der Cardinalis, sowie Arterien überhaupt, nicht beobachten, vermute aber, daß dieselben die gleichen sind wie beim *Ammocoetes*. Es ist wohl bekannt, daß die Cardinales sich ungefähr in dieser Region erschöpfen, das Schicksal aber ihrer Endzweige ist bis jetzt noch nicht sichergestellt. Wie ich (1910) gezeigt habe, ist es zweifellos, daß das CORISCHE oberflächliche Venensystem dem Systeme der axialen Sinus und seinen Abkömmlingen homolog ist. Nach dem oben Hervorgehobenen ist also das oberflächliche Venensystem von *Amphioxus* als Homologon des Axialsinussystems mit seinen Abkömmlingen anzusehen. Dieses stellt eine Eigentümlichkeit der Cyclostomenorganisation dar (was nur die Sinus axiales betrifft) und fungiert als integrierender Teil des Venensystems, obwohl es seinen Merkmalen nach an Lymphräume erinnert. Ich wiederhole hier nochmals, daß *Petromyzon* keine gesonderten Lymphwege besitzt, sondern daß sein Venensystem als Venen- und Lymphsystem

zugleich dient. Deshalb sind die an verschiedenen Stellen sich befindenden Sinus und Sinussysteme, welche mit eigentlichen Venen integral verbunden sind, als erster Versuch der Natur zur Realisierung des Lymphgefäßsystems anzusehen.

Es entsteht aber die Frage, weshalb das Intermuscularvenensystem sich beim *Ammocoetes* in dem Kiemengebiete erhalten hat, in jenem Gebiete, welches gewiß die größten Änderungen erfahren hat, während es in anderen Körperabteilungen verschwunden ist.

Es wurde schon oben hervorgehoben, daß die ventralen Parietal- oder Segmentalvenen im Vergleich mit den Intermuscularvenen in der Branchialgegend Neuerwerbungen sind. Man kann sich vorstellen, daß die Intermuscularvenen während der Phylogenese, als die Cardinales in die Nähe der Aorta zu liegen kamen, mit den phyletisch späteren ventralen Parietalvenen in jedem Segmente zu je einem Gefäß verschmolzen. Das konnte sich nur da abspielen, wo kein Hindernis der Verschmelzung im Wege stand, nämlich in der Rumpf- und Schwanzgegend. In der Branchialgegend konnte diese Erscheinung nicht stattfinden, weil das Kiemengerüst die Intermuscularvenen von den Vv. parietales ventrales trennte. Eine Bestätigung dieser Annahme sehe ich in den Angaben HATTAS (1908), welcher gezeigt hat, daß das CORISCHE Venensystem sich spät nach der Entstehung des Kiemengerüsts entwickelt, sowie in der Tatsache, daß die oben erwähnten subcutanen Venen von *Ammocoetes* und *Petromyzon* in der Schwanz- und Rumpfgegend in die Segmentalvenen, in der Kopfgegend aber in Abkömmlinge des CORISCHEN Systems einmünden. Was nun die subcutanen Metamerven von *Petromyzon* samt dem von ihnen gebildeten Unterhautnetze betrifft, so stellen sie Homologa des Metamervensystems von *Amphioxus* dar.

Wir haben gesehen, daß die Metamergefäße ursprünglich in Form metamerer Gefäßbogen auftreten, welche mittels unpaarer Verbindungsstücke mit entsprechenden Intermuscularvenen in Kommunikation stehen. Ebensolchen Bau zeigen uns die betreffenden subcutanen Venen von *Ammocoetes* und *Petromyzon*. Jede derselben wird von einem dorsalen und einem ventralen Ast gebildet, welche an der Seitenlinie zusammenfließen, ein unpaares Basalstück bildend. Dieses senkt sich in die Tiefe ein, das betreffende Myocomma begleitend, und mündet endlich in die Parietalvene ein. Der Unterschied zwischen den Metamergefäßen von *Amphioxus* und denen von *Petromyzon* besteht hauptsächlich darin, daß jene senkrecht zur Körperachse verlaufen, während diese Myocommata begleiten, und daß jene in die Intermuscularvene einmünden, während diese zu den Parietalvenen in Beziehung stehen. Hinsichtlich der ersten Erscheinung

erinnern sie eher an die Intermusculargefäße des Lanzettfisches; wir haben jedoch gesehen, daß die Homologa derselben anderswo zu suchen sind. Die Erscheinung kann leicht durch Umlagerung der Gefäße erklärt werden, was seinerseits mechanisch begründet werden kann. Die Metamerven, welche ursprünglich senkrecht zur Körperachse zogen, kamen die Myocommata zu begleiten, als diese sich fast senkrecht zur Körperachse ordneten, um so mehr, als sie von den in die Tiefe umgelagerten Intermuscularvenen (s. oben S. 89) in der Richtung der Myosepten gezogen wurden.

Was nun ihre anatomischen Verhältnisse zu anderen Gefäßen betrifft, so werden dieselben durch die obige Annahme (S. 89) erklärt. Da, wo das Intermuscularvenensystem in etwa ursprünglicher Form beibehalten wird, münden die in Rede stehenden Venen in dieses ein, wie oben erwähnt.

Man muß bei diesen Betrachtungen immer ins Auge fassen, daß die Rr. dorsales venarum parietalium des *Ammocoetes* im Vergleich mit *Amphioxus* durchaus Neuerwerbungen sind. Das geht aus der obigen Darstellung des Gefäßsystems von *Amphioxus* hervor. Wenn wir oben annahmen, daß die Intermuscularvenen in der Rumpf- sowie Schwanzgegend mit den Segmentalvenen phylogenetisch verschmolzen, so sind unter denselben die Vv. segmentales ventrales zu verstehen. Diese Verhältnisse sind sehr klar in der Kiemengegend eines jungen *Ammocoetes* (CORI), wo die dorsalen Parietalvenen von den Intermuscularvenen völlig unabhängig sind. Die von JULIN zuerst beobachteten Rr. parietales ventrales im Branchialgebiete des *Ammocoetes* sind Neuerwerbungen, welche aus funktioneller Notwendigkeit auftraten und keineswegs den Vv. superficiales transversales homolog sind. Sie sind nur teilweise den übrigen R. ventrales parietales homodynam, da anzunehmen ist, daß diese definitiv durch Verschmelzung von zweierlei Elementen entstanden sind: der Intermuscularvenen und der Parietaläste, welche den bereits erwähnten völlig gleichen (S. 89). Wie hier hervorgehoben, wird jedes Metamergefäß von *Ammocoetes* (*Petromyzon*) gleichwie das von *Amphioxus* von zwei Ästen dargestellt, einem dorsalen und einem ventralen. Stellen wir uns vor, daß die unpaaren Basalstücke dieser Gefäße, welche durch Verschmelzung der beiden Äste entstehen, sich von den Parietalvenen los-trennen und, in der Seitenlinie gelegen, miteinander zusammenfließen, so kommen wir zum Seitengefäß, welches wir bei den Knochenfischen vorfinden. Ich zeigte (1912a), daß das subcutane Gefäßnetz in der Spitze der Schwanzflosse beginnt und dort mit den Wurzelverzweigungen der V. caudalis in offener Kommunikation steht. Ebenso behalten die Seitengefäße der Knochenfische, die als Abkömmlinge des Metamervenensystems anzusehen sind, ihre innigen Beziehungen zur Schwanzvene bei, welche in

palingenetischem Sinne zu erklären sind. Homologa der medianen Längsgefäße der Knochenfische sind in den von mir bei *Petromyzon* beschriebenen Trunci longitudinales superficiales dorsales bzw. ventrales zu sehen, welche im Vergleich mit *Amphioxus* neu erworben sind, weil sie durch Verschmelzung der Metamerven abkömmlinge entstehen. Das Subcutangeflecht hat in der Schwanzgegend von *Petromyzon* seinen Vorgänger in den sich in diesem Gebiete bei *Ammocoetes* befindenden Metamerven, aus welchen es entsteht, und welche ebensolche Längsstämme zu bilden scheinen. Die Dorsal- sowie Ventrallängsstämme von *Petromyzon* sind paarig, die entsprechenden Gefäße aber bei Knochenfischen sind unpaar; das ist leicht durch Verschmelzung der beiderseitigen dorsalen bzw. ventralen Stämme zu unpaaren medianen Gefäßen zu erklären, welche bei gewissen Fischen in Wirklichkeit unzweifelhaft konstatiert wird. Es kann also als bewiesen gelten, daß das Metamervensystem des *Amphioxus* auch dem Seitengefäßsysteme der Knochenfische homolog ist. Von *Amphioxus* mit seinen streng metamer angeordneten Metamerven gelangen wir über *Ammocoetes* und *Petromyzon* durch allmähliche Komplikation des Systems zum Seitengefäßsysteme der Knochenfische. In meiner nächsten Arbeit werde ich diese Beziehungen näher besprechen und begründen; hier begnüge ich mich zum Beweise der innigsten Beziehungen des Seitengefäßsystems, welches als lymphatisches gedeutet wird, zum Venensysteme daran zu erinnern, daß FAVARO (1906) mit voller Klarheit bewiesen hat, daß das Seitengefäß der Knochenfische der *V. longitudinalis superficialis lateralis* der Selachier homolog ist, und daß ALLEN (1911) im Inhalte desselben das Verhältnis der roten Blutkörperchen zu den weißen als 26 : 4 bestimmt hat. Das beweist, daß dieser Inhalt bei gewissen Fischen nichts anderes als Blut, vielleicht mit Beimischung von Lymphzellen, darstellt. Daß das Seitengefäßsystem der Knochenfische dem oberflächlichen Lymphgefäßsysteme der Amphibien (Amphibienlarven) homolog ist, scheint ohne besondere Ausführungen angenommen worden zu sein. Was nun dieses anlangt, so betrachtet HOYER und seine Schule dasselbe als einen Abkömmling des Venensystems. Es sollen an den Venen Lymphherzen entstehen, aus welchen durch Sprossen des Endothels die Lymphgefäße sich entwickeln. Wenn dem aber so ist, so ist die Homologie nicht so einfach, wie es schweigend angenommen wird, obwohl kein Widerspruch zwischen den beiden Ansichten vorkommt, vielmehr aber vollkommenes prinzipielles Zusammenfallen. Das sogenannte »Seitengefäßsystem« der Fische fungiert noch zum Teil als venotymphatisch, was an seine ursprüngliche Natur erinnert. Bei den Amphibien hat es seine venöse Funktion verloren, entsteht aber als Abkömmling der venösen Gefäße, durch Sprossen

des Endothels derselben (HOYER & SHULE). Daß das »Seitengefäßsystem« der Fische ebensolchen Ursprung hat und vor allem als Abkömmling der Parietalvenen entsteht, das unterliegt, nach den obigen vergleichend-anatomischen Ausführungen, keinem Zweifel. Das spricht alles zugunsten der Homologie. Stellen wir uns vor, daß sich Gefäßherzen (Lymph-) aus den Parietalvenen anstatt Wurzelgefäße der subcutanen Metamerenvenen, wie wir sie bei *Petromyzon* vorfinden (vgl. S. 89) entwickeln. Wir erhalten da eine Anordnung, welcher jener der Lymphgefäße der Gymnophionen (MARCUS 1908) und Urodelen (HOYER & UDZIELA 1912) völlig entspricht. Das späte Auftreten des Lymphgefäßsystems bei den Amphibien scheint gegen die hervorgehobene Homologie zu sprechen. Die Erscheinung stellt aber eine gesetzmäßige Folgerung des allmählichen Selbständigwerdens des Systems und einer Komplikation desselben, welche vielleicht mit dem Auftreten in das System prinzipiell neuer-worbener Bestandteile verbunden ist. (Darüber an einer anderen Stelle.)

Was nun die andere Cyclostomengruppe betrifft, so zeigen die Myxinoideen im Vergleich mit den Petromyzonten gewisse Eigentümlichkeiten ihres Gefäßsystems. Diese bestehen hauptsächlich darin, daß ein paariger, metamer durch Myocommata abgeteilter Subcutansinus bei *Myxine* an der Stelle, wo bei *Ammocoetes* und *Petromyzon* Metamerenvenen und subcutanes Gefäßnetz liegen, sich befindet. Er ist offenbar durch Zusammenfließen der Maschen des Gefäßnetzes entstanden und kommuniziert, wie FAVARO (1906) gezeigt hat, mit den Vv. superficiales longitudinales dorsales sowie ventrales (FAVAROS), gleichwie das Subcutannetz bei *Petromyzon*. An dem Subcutansinus von *Myxine* sehen wir in großem Maße eine Erscheinung, welche SCHNEIDER (1879) in der Kopfgegend von *Petromyzon* bei der Metamorphose beobachtet hat. Sie besteht darin, daß Capillaren, bzw. Maschen des Gefäßgeflechtes, miteinander zur Bildung der Sinus verschmelzen. HOYER (1905) hat eine analoge Erscheinung bei der Bildung der subcutanen Lymphräume aus Gefäßnetzen bei Anuren beobachtet. In der Schwanzspitze kommt der Zusammenhang des Subcutansinus mit der Caudalvene dadurch zustande, daß die Vv. superficiales longitudinales ventrales mit einer Anschwellung derselben, dem Cor venosum caudale, in Kommunikation treten.

Es sind bei *Amphioxus*, wie wir oben gesehen haben, zwei Caudalvenen vorhanden: eine linke und eine rechte. Beide bilden unmittelbare Fortsetzungen der Cardinalvenen und sind offenbar in derselben Weise entstanden wie die Cardinales selbst.

Mit der rechten Caudalvene verfließt, nach LEGROS, die Subintestinalvene. Es ist aus theoretischen Gesichtspunkten wohl zu denken,

daß ursprünglich die Subintestinalis mit den beiden Caudalvenen zugleich kommunizierte: der Schwund der linken Kommunikation ist durch das Verschieben des Anus nach links verursacht.

Nach WILLEY (1891) bricht der Anus ursprünglich an der Medianlinie durch, nach HATSCHKE (1882) ist er aber von Anfang an nach links gerichtet. Es ist aber wohl zu denken, daß die linke Lage des Anus in jedem Falle nicht ursprünglich ist. Es folgt daraus, daß die nur rechts vorhandene Verbindung der Subintestinalvene mit der Caudalis ebenso wenig ursprünglich ist, und daß die beiden Caudales von *Amphioxus* in ihrem definitiven Zustande, welcher von LEGROS beschrieben wurde, völlig gleichwertig sind, obwohl nur die rechte mit der Subintestinalis in Verbindung steht. Wenn wir zum *Ammocoetes* übergehen, so sehen wir aus den Angaben HATTAS (1908), daß die Caudalvene der *Ammocoetes*-larve die direkte Fortsetzung der Subintestinalis ist. Wenn wir jetzt die obigen Ausführungen in Betracht ziehen, so sind die Caudales von *Amphioxus* und die Caudales des *Ammocoetes* scheinbar als heterologe Bildungen zu betrachten.

Es sprechen aber die Lage, Bedeutung und Beziehungen der in Rede stehenden Bildungen zu anderen Gefäßen gegen eine solche Auffassung. Ich werde auf diesen Gegenstand anderswo wieder eingehen und beschränke mich hier darauf, folgende Vermutung, als Arbeitshypothese, auszusprechen. Die Caudales pares von *Amphioxus* würden sich während der Phylogenese einerseits von der Aorta losgetrennt, anderseits miteinander zu einem Gefäß verschmolzen haben, welches mit der Subintestinalis ständig verbunden blieb, nachdem der Zusammenhang mit dem Aortazuge verloren wurde. Diese Trennung sowie Verschmelzung spielten sich so vollständig ab, daß wir während der Ontogenese keine Spur der Prozesse mehr vorfinden.

Wir wollen jetzt zum Intermuscularvenensystem zurückkehren. Wie wir gesehen haben, liegt jede Intermuscularvene zwischen je zwei Myomeren, in das Myocomma eingebettet. Jedoch sahen wir auch, daß ein ebensolches Gefäß sich vor dem ersten Myomere sowie hinter dem letzten, da, wo das vordere, bzw. hintere Ende der Chorda frei vorragt, befindet. Diese zwei, ihrer Lage nach als Intermuscularvenen aufzufassenden Gefäße schließen das ganze System von vorn, bzw. von hinten ab. Der Lage aller übrigen Intermuscularvenen nach können wir schließen, daß Myomere sich vor dem ersten und hinter dem letzten dieser Gefäße ebenfalls befanden. Wir finden wirklich bei der von mir angewandten Methode an den betreffenden Stellen Gebilde, welche ihrem Aussehen nach an degenerierte Muskel erinnern. Es war mir unmöglich, die Frage über

deren Natur zu lösen, weil die Färbung diffus war. Solche Annahme entspricht völlig den Angaben HATSCHEKS (1892), welcher zeigte, daß das erste Myomer der *Amphioxus*larve beim erwachsenen Tiere rudimentär wird.

Die hier erwähnte Bildung besteht aus Strängen, deren untere, d. i. ventrale Enden etwas verbreitert sind und miteinander eine Art von Geflecht bilden. Einige dieser Stränge, meistens drei, setzen sich dorsal und caudalwärts fort und treten in den dorsalen Flossensaum ein, in welchem sie in Form von drei dünnen Fäden dorsal von den Flossenkästchen verlaufen und bis etwa zur Mitte der Körperlänge verfolgt werden können. Auf dem Querschnitte durch *Amphioxus*, welchen wir bei LANKESTER finden (1889), sind diese Fäden als unbestimmte Bildungen dorsal vom Flossenstrahl abgebildet. ANDREWS' (1893) Bild der »unvollständigen Kästchen« bei *Asymmetron lucayanum* erinnert an die hier beschriebenen Bildungen vollkommen, nur mit dem Unterschied, daß sie bei diesem Tiere viel entwickelter sind als bei *Amphioxus*. Die gleiche Bildung, nur weniger entwickelt, findet sich hinter dem letzten Myomere in der Gegend der Caudalflosse und stellt wahrscheinlich das degenerierte letzte Myomer dar.

Wir haben oben gesehen, daß das Basalstück des Gefäßes, welches wir als V. facialis bezeichnet haben, durch Verschmelzung zweier Zweige entsteht, von denen der untere aus dem ventralen Gebiete des lippenförmigen Auswuchses kommt und über dem Augenflecke hinzieht. Seiner Lage nach ist dieser Zweig für homodynam mit den Metamerven zu halten. Die oben erwähnte Bildung, welche wir als das erste degenerierte Myomer auffassen, liegt zwischen diesem unteren und dem oberen Zweige der V. facialis. Diese Stelle entspricht gewiß der eines verschwundenen Myomers. Dies vorausgesetzt, ist der dorsale Zweig der V. facialis als ein Intermusculargefäß vor allem anzusehen. Mit diesem sind hypotetische Metamerven verschmolzen, die den spurlos in der Phylogenese verschwundenen Myomeren entsprechen. Die Zahl derselben ist kaum festzustellen; da aber die dorsalen Collateralen dorsale Hälften der Metamerven darstellen, kann man aus der Zahl derselben vermuten, daß wenigstens ein Myomer in der rostralen Partie des *Amphioxus* spurlos verschwunden ist. Diese Vermutung wird auch von den Angaben HATSCHEKS (1892) bestätigt, indem er zeigte, daß der erste Myomer der *Amphioxus*larve in Wirklichkeit der zweite ist.

Wir haben bis jetzt den Vorsprung des Vorderendes als »lippenförmigen Auswuchs« bezeichnet. Wie oben hervorgehoben, ist die Homologie zwischen der V. facialis von *Ammocoetes* und dem gleichnamigen Gefäß

von *Amphioxus* zweifellos. Andererseits kann aber ohne weitere Begründung angenommen werden, daß die Mundcirri von *Amphioxus* denen an der Unterlippe des *Ammocoetes* homolog sind. Es ist also der mit Tentakeln versehene Mundrand von *Amphioxus* mit der Unterlippe von *Ammocoetes* zu vergleichen. Nach den obigen Ausführungen über die V. facialis ist also der »lippenförmige Auswuchs« mit der Oberlippe zu homologisieren. Man hat sich nur vorzustellen, daß er sich in dorso-ventraler Richtung abgeplattet hat, d. h. sein ventraler Rand sich in der Horizontalebene verbreitert hat. Bei dieser Annahme, kommen wir nicht nur zu derselben Form der Oberlippe, wie beim *Ammocoetes*, sondern auch zu derselben Anordnung der Gefäße, wie bei diesem. Wir kommen also zum Schlusse, daß die Kreisform des Cyclostomenmundes etwa die ursprüngliche ist, und daß die Oberlippe als solche wenigstens zwei Myomere verschlungen hat (Textfig. 1).



Textfig. 1. A: Oberlippe eines jungen *Ammocoetes*, nach Cori 1906, verkleinert. B: Hypothetische, in horizontaler Richtung abgeplattete, d. h. horizontal gewordene Oberlippe von *Amphioxus*.

Es bleibt nun das oben erwähnte System der sinusartigen Höhlungen zu besprechen, welches sich in der Gallertschicht der Mundhöhlenwand befindet. Wie oben hervorgehoben, ist die vasculäre Natur dieser Gebilde außer Zweifel: an jedem Präparat kann man mit voller Sicherheit beobachten, daß dieses System mit den Zweigen der betreffenden Metamerenvenen im Zusammenhang steht; an einem Präparate habe ich diese Gebilde mit grobkörnigem Niederschlag gefüllt gesehen, welcher beweist, daß wir es wirklich mit Höhlungen zu tun haben. Was die Bedeutung dieses Geflechtes betrifft, so vergleiche ich dasselbe mit dem gleichen Gebilde, welches man an der Mundhöhlenwand des *Ammocoetes* und auch von *Petromyzon* findet. Gleichwie jenes mit den Metamerenvenen in Verbindung steht, kommuniziert dieses mit den Collateralzweigen der V. facialis; wir haben aber oben gesehen, daß die Facialis ein Abkömmling des Metamerenvenensystems ist. Diese Bildung ist andererseits nichts anderes, als eine Modifikation des Capillarnetzes, welches in der ganzen Rumpfgegend gefunden wird. Ihr etwas abweichender Charakter ist wahrscheinlich dadurch zu erklären, daß die Endothelauskleidung, welche in jenen Capillaren überall gefunden wird, in den in Rede stehenden Gängen vermutlich verschwunden ist.

Wir wollen zuletzt ein Gefäß besprechen, welches in unsere Beobachtungen nicht einging und bisher überhaupt noch wenig bekannt ist, obwohl es mir große Bedeutung zu haben scheint. Das ist das Gefäß, das LANKESTER (1889) und besonders SPENGLER erwähnen. Obwohl SPENGLER in ihm ein Endothel beschrieb, was für seine arterielle Natur sprechen dürfte [vergleiche ZARNIK (1904)], bin ich geneigt, es als Vene zu betrachten und für homolog der V. jugularis impar des jungen *Ammocoetes* zu halten, deren Entstehung HATTA mit folgenden Worten beschrieb: »Die früheste Spur der in Frage gestellten Vene ist als ein cranialwärts gerichteter Fortsatz des Sinus venosus anzusehen, welcher aus dem basalen Mittelpunkt des letzteren entspringt und zwischen das Peritoneum und Ectoderm hineintritt, um davon cranialwärts zu verlaufen. Auf den Querschnitten durch die Larven vom in Rede stehenden Alter [bald nach dem Ausschlüpfen] konnte ich ihre craniale Fortsetzung bis zur hinteren Grenze der Kiemenregion verfolgen, sie erstreckt sich aber in weiteren Entwicklungsstadien jenseits des Vorderendes der Schilddrüse.«

Wenn wir die Angaben über das fragliche Gefäß von *Amphioxus* mit denen GOETTES (1890), CORIS (1906) und HATTAS über die Jugularis impar vergleichen, so sehen wir, daß die vermutliche Homologie sehr wahrscheinlich ist. Wir könnten somit vermuten, daß die Endzweige der Endostylarterie mit denen der Endostylvene (so benennen wir das fragliche Gefäß) in Verbindung treten. Es würde damit auch bei *Amphioxus* gleichwie beim *Ammocoetes* ein Teil des Blutes aus der Kiemencirculation ausgeschlossen werden.

#### IV.

Stellen wir jetzt das oben Gesagte über das Gefäßsystem von *Amphioxus* synthetisch zusammen.

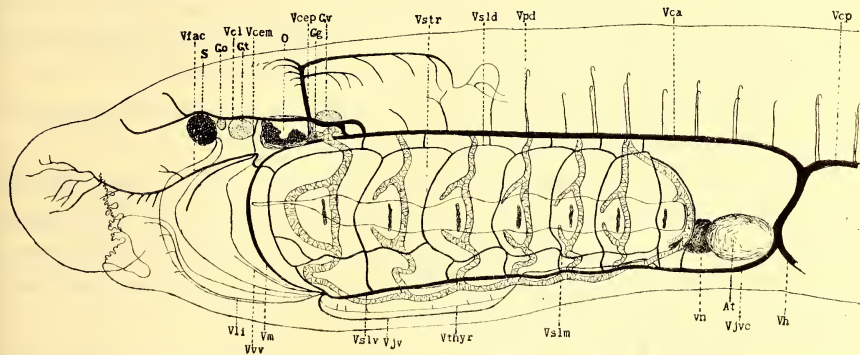
Es gibt im *Amphioxus*-Körper vier Längsgefäßstämme: einen arteriellen und drei venöse. Das sind: Aorta, Subintestinalvene und zwei Cardinalvenen. Davon ist die Subintestinalvene ein rein splanchnisches Gefäß, die Aorta zugleich splanchnisch und somatisch, die Cardinalvenen rein somatisch. Der Entstehung der Cardinalvenen von *Ammocoetes* nach sind wir berechtigt anzunehmen, daß diese Gefäße sich auch bei *Amphioxus* in analoger Weise entwickeln. Die Aorta bildet in ihrer ganzen Länge metamere Ausbuchtungen, die an ihren distalen Enden zu Längsstämmen zusammenfließen.

Die Aorta, welche in ihrer branchialen Abteilung aus zwei Schenkeln besteht, verläuft durch die ganze Körperlänge; ebenso die Cardinalvenen.

Die Subintestinalvene verläuft unter dem Darne vom Vorderende des

Kiemengebietes bis zum Anus. Dort tritt sie mit den Cardinales in Verbindung, welche zuerst mit beiden stattfindet, später aber nur mit der rechten beibehalten wird. Es wird dadurch eine direkte Kommunikation der somatischen Gefäße mit den splanchnischen festgestellt. Von der Aorta gehen zweierlei Äste ab: splanchnische, welche den Darm versorgen und mit entsprechenden Zuflußzweigen der Subintestinalvene in capillare Verbindung treten, und somatische. Diese zerfallen in dorsale und ventrale Parietalarterien. Die dorsalen entsprechen völlig den Aa. parietales dorsales, bzw. Rr. dorsales arteriarum parietalium des *Ammocoetes*; die Bedeutung der ventralen haben wir schon oben kennen gelernt.

Die Aa. parietales dorsales versorgen die dorsalen Teile der Rumpfmuskulatur, die Chorda, das Rückenmark und die Dorsalflosse, wo sie wahrscheinlich mit den dorsalen Collateralen der Metamerven in capillare Verbindung treten. Die Aa. parietales ventrales versorgen die ventrale Hälfte der Rumpfmuskulatur und ergießen ihr Blut direkt in die Cardinalvenen. Es gehen von den Aa. parietales dorsales in der Höhe der dorsalen Nervenwurzeln Collateralzweige ab, welche wahrscheinlich längs des R. ventralis des sensiblen Nerven und der V. metamerica verlaufen und zur Versorgung der Haut als Zuflußzweige, denen Vv. metamericæ entsprechen, dienen. Die Wurzeln dieser Äste werden von LEGROS Taf. 22, Fig. 30 abgebildet; er sagt darüber S. 533 folgendes: »Je crois qu'elle [d. h. A. parietal. dorsalis] s'unit au nerf dorsal, de telle façon, que les fibres nerveuses baignent dans



Textfig. 2. Venensystem des 7 mm langen *Ammocoetes*, nach CORI 1906, verkleinert. At = Atrium, Gg = Ganglion glossopharyngei, Go = Ga. ophthalmicum, Gt = Ga. trigemini, Gv = Ga. lateralis vagi, O = Gehörorgan, S = Auge, Vca = Vena card. ant., Vcem = Vena cerebri media, Vcep = Vena cardinalis posterior, Vcl = Vena capitis lat., Vcp = Vena cerebri post., Vfac = Vena facialis, Vh = Vena hepatica, Vjv = Vena jugularis ventralis, Vjvc = Vena jugularis , Vli = Vena lingualis, Vm = Vena mandibularis, vn = Ventrikel, Vpd = Vena longit. medialis, Vslv = Vena superf. longit. ventr., Vstr = Vena superf. transvers., Vthy = Vena thyroidea, Vvv = Vena veli ventralis.

le plasma sanguin, comme y baignent, ainsi que nous l'avons vu, les lamelles des Muscles droit et pariétal. L'artère accompagnerait ainsi le nerf dorsal (ou du moins sa branche ventrale, seule examinée) dans tout son trajet, et cela nous expliquerait ce fait, relevé par différents auteurs, que l'*Amphioxus* ne possède pas — ou plutôt paraît ne pas posséder — de vaisseaux cutanés. — Und p. 535: »Rapprochons ces différents faits: fusion de l'Artère pariétale dorsale avec la racine nerveuse dorsale correspondante, structure spéciale de cette racine logée dans une gaine endothéliale, existence de lacunes qui se détachent du canal entourant le nerf au point où celui-ci croise les myoseptes, et s'enfoncent dans leur épaisseur, enfin relations intimes de la V. pariétale avec le nerf. Il me semble éminemment probable que nous sommes ici partout en présence de l'Artère pariétale dorsale: lorsque'elle a rejoint la racine nerveuse dorsale, elle s'y rejoint, l'accompagne dans le myosepte, accompagne la branche descendante dans tout son trajet, souscutané, et ne l'abandonne qu'à l'extrémité inférieure des somites pour se jeter dans la veine cardinale.«

Aus diesen Zitaten ersehen wir, daß LEGROS in dieser Weise das angebliche Schicksal der A. parietalis dorsalis beschrieben hat; trotzdem ist die fragliche Arterie auf Taf. 22, Fig. 30 nur als Collateralzweig der A. parietalis dorsalis abgebildet, welcher den R. ventralis begleitet. Da wir oben gesehen haben, daß der Verlauf der Metamervene ein ebensolcher ist, so sind wir wohl berechtigt anzunehmen, daß die von LEGROS abgebildete Arterie, welche wir subcutane Metamerarterie nennen wollen, zur Versorgung der Haut dient. Es wird somit durch die Metamerarterien und Metamerven ein subcutaner Blutkreislauf dargestellt.

Alle primären somatischen Aortazweige gehören der medianen Seite des Rumpfmuskels an.

Was nun die Endzweige der Aorta caudalis einerseits und die der Carotides anderseits anbetrifft, so steht theoretisch nichts im Wege anzunehmen, daß jene mit den Endzweigen des letzten Metamergefäßbogens, diese mit denen der Facialisvenen in Verbindung stehen, obwohl in dieser Hinsicht irgendwelche direkte Beobachtungen fehlen.

Im Gegensatz zu denen der Aorta gehören sämtliche Collateralen der Cardinalvenen zur äußeren, d. i. cutanen Seite der Rumpfmusculatur. Wir unterscheiden unter ihnen Intermuscular- und Metamerven. Während die Intermuscularvenen direkte Abkömmlinge der Cardinalis sind, sind die Metamerven Abkömmlinge von jenen. Die Intermuscularvenen bilden jederseits einen sekundären dorsalen Stamm, den Truncus longitudinalis dorsalis, welcher vorn durch Vermittlung der Facialis, hinten durch die des letzten Metamerbogens mit dem Aortazuge in Verbindung steht.

Die Metamerven bilden ein subcutanes Gefäßgeflecht, welches den venösen Teil der cutanen Circulation von *Amphioxus* darstellt, und kommunizieren am freien Rande des ganzen Flossensaumes mit den gleichen Gefäßen der Gegenseite. Diese Gefäße haben wahrscheinlich respiratorische Funktion: sie dienen zur Hautatmung. Während die Intermuscularvenen eigentliche Collateralen der Cardinalvenen darstellen und somit charakteristische Lage einnehmen, sind die Quervernen (ZARNIK) einschließlich der Ductus Cuvieri, als MAYERSche, also splanchnische Gefäße anzusehen (vgl. darüber HATTAS Ausführungen), wodurch ihre Lage erklärt wird. Es ist auch sehr wahrscheinlich, daß die Genitalgefäße phylogenetisch Abkömmlinge der Quervernen sind, welche nur später mit den Cardinalvenen verschmolzen. Fig. 2 und 3 (Taf. 6) sind schematische Darstellungen der beschriebenen Verhältnisse.

Die Circulation geht also in folgender Weise vor sich: Das Blut gelangt aus dem Sinus venosus in die Endostylarterie (Truncus arteriosus) und wird größtenteils in die Kiemenbogen übergeführt. Das übrige in der Endostylarterie enthaltene Blut gelangt in ihre Endzweige, welche wahrscheinlich mit der Endostylvene kommunizieren, und gelangt durch dieselbe in den Sinus venosus zurück. Ein Teil des Blutes wird also, ebenso wie beim *Ammocoetes*, aus der Kiemencirculation ausgeschlossen.

Aus den Kiemen gelangt das Blut, nachdem es die Glomeruli durchspült, in die Carotides. Diese führen das Blut nach vorn sowie nach hinten. Vorn treten sie mit den Facialvenen, also mit dem subcutanen Venensystem in Verbindung, hinten fließen sie zur Aorta dorsalis zusammen, welche das Blut im ganzen Körper verteilt. Aus der Aorta gelangt das Blut in ventrale sowie dorsale Parietalarterien und Darmarterien. Aus den Endzweigen der Schwanzaorta gelangt das Blut, analog den Endzweigen der Carotides, direkt in das subcutane Venennetz. Die Aa. parietales ventrales versorgen vielleicht den Parietalmuskel, Collateralzweige an ihn abgebend, und münden in die Cardinalvenen ein. Die Aa. parietales dorsales versorgen das Nervensystem und die Körpermusculatur und kommunizieren am Rande des Flossensaumes wahrscheinlich mit den doralen Collateralästen der Metamerven. Aus den Aa. parietales dorsales gelangt ein Teil des Blutes in die Aa. subcutaneae metamericæ und dient zur Versorgung der Haut, indem es durch Vv. subcutaneae metamericæ abfließt.

Splanchnische Äste werden von der Aorta an den Darm abgegeben, wo sie mit entsprechenden Venen capillar verbunden sind. Das in dieser Weise verteilte Blut gelangt in abführende Gefäße: Cardinalvenenzüge, Subintestinalvene, Intermuscularvenen und Trunci dorsales. Alle soma-

tischen venösen Gefäße ergießen ihr Blut in die Cardinalvenen, welche es in zwei ungleichen Teilen verteilen. Ein kleiner Teil gelangt in das splanchnische abführende Gefäß, d. h. die Subintestinalvene, die Hauptmenge aber wird in die Sinus Cuvieri und die übrigen Quervenen geführt, durch deren Vermittlung es in den Sinus venosus direkt oder durch Vermittlung der Parietallacune ergossen wird. Die Subintestinalvene führt das Blut zur Leber, wo es in das Pfortadersystem übergeführt, und durch die Lebervene in den Sinus venosus ergossen wird. Die Gonaden erhalten ihr Blut aus den Aa. genitales, welche sich von den Aa. parietales ventrales abzweigen (SCHNEIDER 1902), und ergießen es in die Cardinalvenen, wie es lange bereits bekannt ist.

Wenn wir jetzt die theoretische Frage stellen, nämlich ob das Gefäßsystem von *Amphioxus* geschlossen ist, oder mit coelomatischen Räumen kommuniziert, so erscheinen wir, daß die obigen Darstellungen zugunsten der ersteren Annahme sprechen, gleichwie alle neueren Untersuchungen über das Gefäßsystem von *Amphioxus*. Man hat somit ohne Weiteres anzuerkennen, daß das Gefäßsystem von *Amphioxus* in dieser Hinsicht keine Ausnahme in der Vertebratenreihe darstellt, sondern sich völlig in dieselbe einreihet.

Warschau, im Februar 1913.

---

## Literaturverzeichnis.

1911. ALLEN. Distribution of the lymphatics in the tail region of *Scorpaenichthys marmoratus*. in: Amer. Journ. Anat. Vol. 11.
1893. ANDREWS. An undescribed Acraniote: *Asymetron lucuyanum*. in: Stud. Biol. Lab. John Hopkins Univ. Baltimore. Vol. 5.
1890. AYERS. Vertebrate cephalogenesis. in: Journ. Morph. Boston. Vol. 4.
1881. BALFOUR. A Treatise on Comparative Embryology. London.
1892. BOVERI. Die Nierenkanälchen des *Amphioxus*. in: Z. Jahrb. Bd. 5.
1900. BURCHARDT. Beiträge zur Kenntnis des *Amphioxus lanceolatus*. Jena. Zeit. Naturw. Bd. 34.
1906. CORI. Das Blutgefäßsystem des jungen Ammocoetes. in: Arb. Z. Inst. Wien. Bd. 16.
1905. FAVARO. Contributi all' angiologia dei Petromizonti. in: Atti Accad. Ven. Trent. Istr. Padova Cl. Sc. N. (3). Anno 2.
1906. — Ricerche intorno alla morfologia ed allo sviluppo dei vasi, seni e cuori caudali nei ciclostomi e nei pesci. in: Atti Ist. Veneto Sc. Tomo 65.
1908. — Gefäßsystem der Cyclostomen. in: Bronns Kl. Ordn. Bd. 6, Abt. 1.
1888. FUSARI. Contributo allo studio del sistema nervoso periferico dell' *Amphioxus lanceolatus*. in: Riforma medica. Anno 4.
1890. GOETTE. Entwicklungsgeschichte des Flußneunauges (*Petromyzon fluviatilis*). Hamburg und Leipzig.
1904. HALLER. Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. Jena.
1892. HATSCHK. Die Metamerie des *Amphioxus* und des Ammocoetes. in: Anat. Anz. Bd. 7. Ergänzungsheft.
1882. — Studien über die Entwicklung des *Amphioxus*. in: Arb. Zool. Inst. Wien. Bd. 4.
1899. HATTA. The development of the pronephros and segmental duct in *Petromyzon*. in: Journ. Coll. Sc. Japan. Vol. 13.
1908. — Bemerkungen über die früheren Entwicklungsstadien des Gefäßsystems des Ammocoetes, in: Journ. Coll. Agric. Sapporo. Vol. 3.
1898. HEYMANS & VAN DER STRICHT. Sur le système nerveux de l'*Amphioxus* et en particulier sur la constitution et la genèse des racines sensibles. Mém. Cour. Ac. Sc. Belg. Tome 56.
1893. HOFFMANN. Zur Entwicklungsgeschichte des Venensystems bei den Selachiern. in: Morph. Jahrb. Bd. 20.
1905. HOYER. Untersuchungen über das Lymphgefäßsystem der Froschlarven. 1. Teil. in: Bull. Acad. Cracovie.
1908. — Idem. 2. Teil. ibid.
1912. HOYER & UDZIELA Untersuchungen über das Lymphgefäßsystem von Salamanderlarven. in: Morph. Jahrb. Bd. 44.
1874. HUXLEY. Preliminary note upon the brain and skull of *Amphioxus*. in: Proc. R. Soc. London. Vol. 23.
1847. HYRTL. Über die Caudal- und Kopfsinuse der Fische und das damit zusammenhängende Seitengefäßsystem. in: Arch. Anat. Phys.
1911. JAEKEL. Wirbeltiere. Berlin.
1900. JOSEPH. Beiträge zur Histologie des *Amphioxus*. in: Arb. Z. Inst. Wien. Bd. 12.

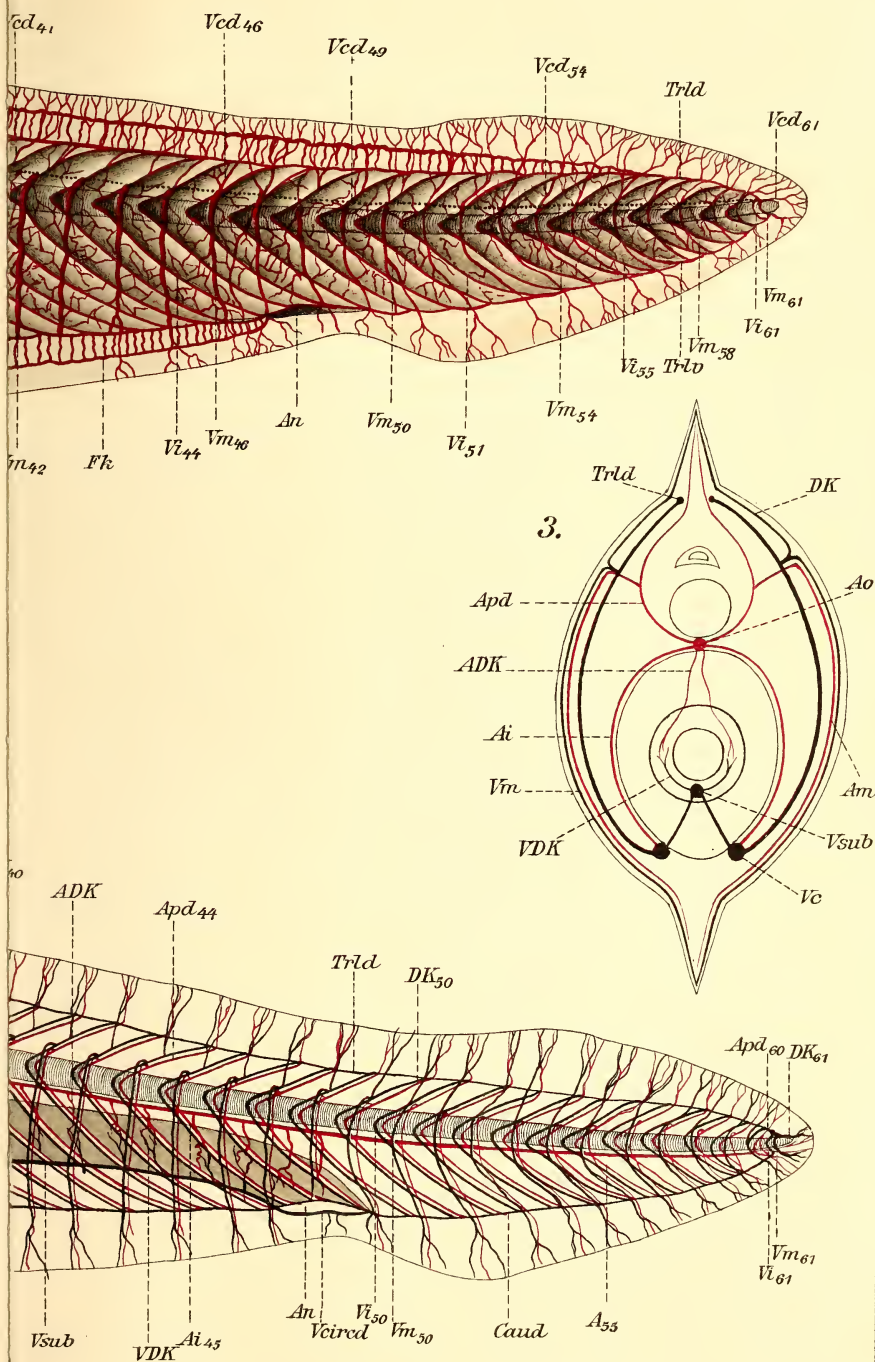
1887. JULIN. Recherches sur l'appareil vasculaire et le système nerveux périphérique de l'Ammocoetes (*Petromyzon Planeri*). in: Arch. Biol. Tome 7.
1893. KUPFFER. Studien zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte des Kopfes der Cranioten. Heft 1. Deutung der Hirnblase des *Amphioxus*. München und Leipzig.
- 1876a. LANGERHANS. Zur Anatomie des *Amphioxus lanceolatus*. in: Arch. Micr. Anat. Bd. 12.
- 1876b. LANGERHANS. Untersuchungen über *Petromyzon Planeri*. in: Ber. Nat. Ges. Freiburg. Bd. 6.
1889. LANKESTER. Contribution to the knowledge of *Amphioxus lanceolatus*. in: Q. Journ. Micr. Sc. (2) Vol. 39.
1902. LEGROS. Contribution à l'étude de l'appareil vasculaire de l'*Amphioxus*. in: Mitt. Z. St. Neapel. Bd. 15.
1901. LÖNNBERG. Leptocardii in: Bronns Kl. Ord. Bd. 6, Abt. 1.
1908. MARCUS. Beiträge zur Kenntnis der Gymnophionen. II. Über intersegmentale Lymphherzen. in: Morphol. Jahrb. Bd. 38.
1864. MARCUSEN. Sur l'anatomie et l'histologie du *Branchiostoma lubricum* Costa (*Amphioxus lanceolatus* Yarrell), in: C. R. Ac. Sc. Paris. Tome 58, 59.
1910. MOZEJKO. Etude sur le système circulatoire de la Lamproie (*Petromyzon fluviatilis*) (Préliminaires). in: Anat. Anz. Bd. 36 (auch polnisch in C. R. Soc. Sc. Varsovie. Tome 3).
- 1912a. — Untersuchungen über das Gefäßsystem von *Petromyzon*. 2. vorläufige Mitteilung. *ibid.* Bd. 40.
- 1912b. — Untersuchungen über das Gefäßsystem von *Petromyzon*. 3. vorläufige Mitteilung. *ibid.* (auch polnisch in: Pamiętnik XI Zjazdu lekarzy i przyrodników polskich).
- 1912c. — Vorläufiger Bericht über das Gefäßsystem des *Amphioxus*. *ibid.* Bd. 42 (auch polnisch in: C. R. Soc. Sc. Varsovie. Tome 5).
- 1913a. — Parietaleorgane und Riechorgan der Cyclostomen. in: Bronns Kl. Ord. Bd. 6, Abt. 1. Lief. 34–38.
- 1913b. — Mikrotechnische Mitteilungen. 10. Über Carminfütterung des *Amphioxus*. in: Zeitschr. wiss. Mikr. Bd. 30.
1874. W. MÜLLER. Über die Stammesentwicklung der Sehorgane der Wirbeltiere. in: Beitr. Anat. Phys. (Festg. für C. Ludwig) Leipzig.
1866. OWEN. Comparative Anatomy and Physiology of Vertebrates. London.
1868. OWSIANNIKOW. Über das Centralnervensystem des *Amphioxus*. in: Bull. Ac. Sc. St. Pétersbourg. Tome 12.
1897. PLATE. Ein neuer Cyclostome mit großen normal entwickelten Augen, *Macrophthalmia chilensis*. in: Sitzber. Ges. Naturf. Freunde Berlin.
1845. DE QUATREFAGES. Mémoire sur le système nerveux et l'histoire du *Branchiostoma* ou *Amphioxus*. in: Ann. Sc. Nat. Paris, (3). Tome 4.
1870. REICHERT. Zur Anatomie des *Branchiostoma lubricum*. in: Arch. Anat. Phys.
1892. RETZIUS. Über die sensiblen Nervenendigungen in den Epithelien bei den Wirbeltiere n. A. Leptokardier. in: Biol. Unters. (2), Bd. 4.
1898. — Die Methylenblaufärbung bei dem lebenden *Amphioxus*. *ibid.* Bd. 8.
1879. A. SCHNEIDER. Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere. Berlin.
1902. K. C. SCHNEIDER. Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere. Jena.

1873. STIEDA. Studien über *Amphioxus lanceolatus*. in: Mém. Ac. Sc. St. Pétersbourg.  
Tome 19.
1907. STERZI. Il sistema nervoso centrale dei vertebrati. Padova.
1890. WEISS. Excretory tubules in *Amphioxus lanceolatus*. in: Q. Journ. Micr. Sc. (2)  
Vol. 31.
1891. WILLEY. The later larval development of *Amphioxus*. *ibid.* Vol. 32.
1904. ZARNIK. Über segmentale Venen bei *Amphioxus* und ihr Verhältnis zum  
Ductus Cuvieri. in: Anat. Anz. Bd. 24.

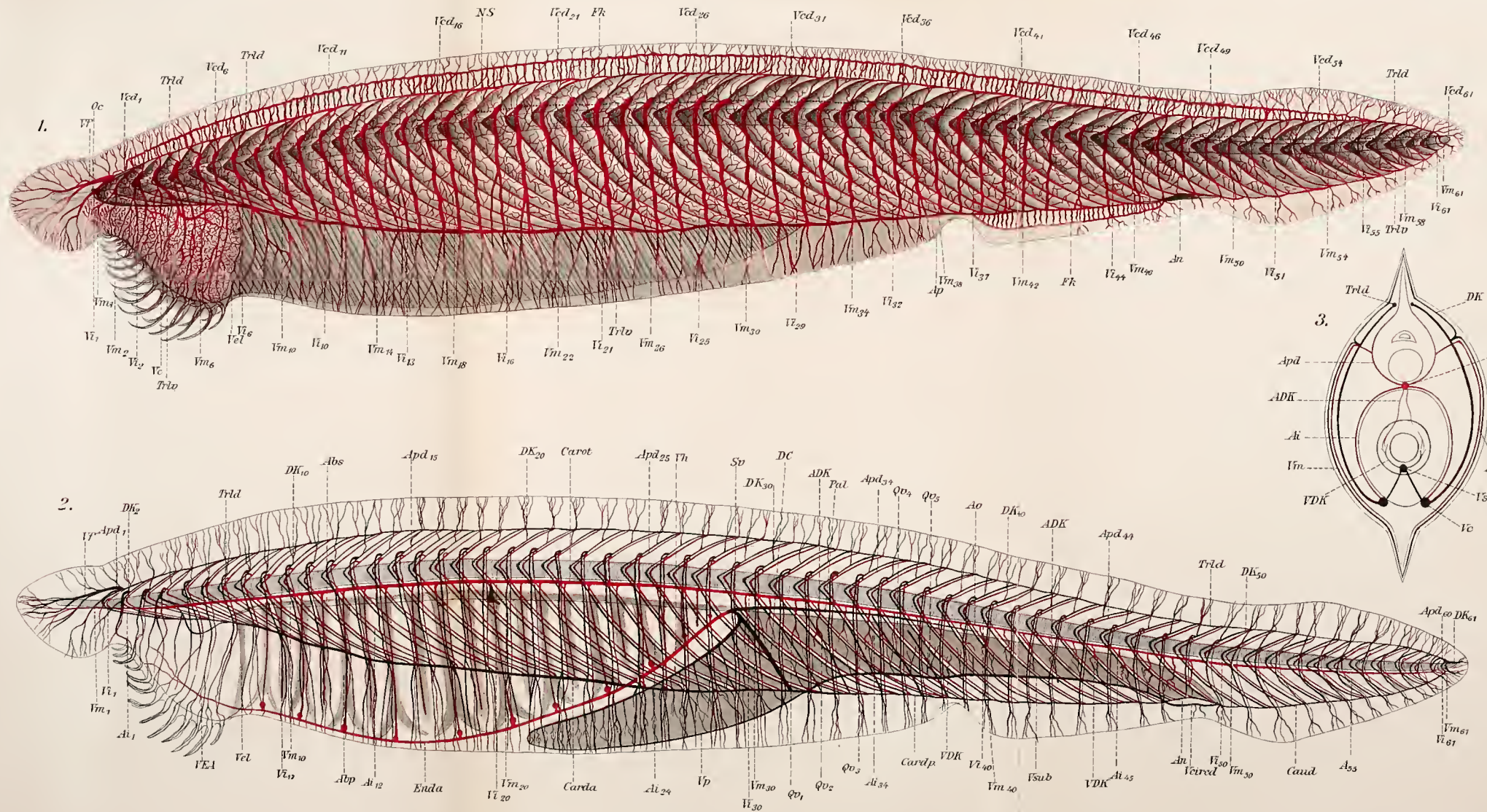
## Erklärung von Tafel 6.

- Abp* = Arterie des primären Kiemenbogens.
- Abs* = Arterie des sekundären Kiemenbogens.
- ADK* = Arterielle Darmcapillaren.
- Ai<sub>1</sub>—Ai<sub>60</sub>* = Arteriae intermusculares (Aa. parietales ventrales der Autoren).
- Am<sub>1</sub>—Am<sub>60</sub>* = Arteriae metamericae.
- An* = Anus.
- Ao* = Aorta.
- Apd<sub>1</sub>—Apd<sub>60</sub>* = Aa. parietales dorsales.
- Caud.* = Vena caudalis.
- Carda.* = V. cardinalis anterior.
- Cardp.* = V. cardinalis posterior.
- Carot.* = A. carotis (sinistra).
- DC* = Ductus Cuvieri.
- DK<sub>2</sub>—DK<sub>61</sub>* = Vv. metamericae collaterales dorsales (Dorsalkollaterale).
- Enda* = Endostylarterie.
- Pl* = Parietallacune.
- Qv<sub>1</sub>—Qv<sub>5</sub>* = Quervernen.
- Trld* = Truncus longitudinalis dorsalis.
- Trlv* = Cardinalvene.
- V.circ.d.* = Rechte Hälfte des analen Venenrings.
- VDK* = Venöse Darmcapillare.
- VEA.* = Vordere Fortsetzung der Endostylarterie.
- Vel* = Velum.
- Vf.* = V. facialis.
- Vsub* = Vena subintestinalis.
- Vh* = Vena hepatica.
- Vi<sub>1</sub>—Vi<sub>61</sub>* = Vv. intermusculares.
- Vm<sub>1</sub>—Vm<sub>61</sub>* = Vv. metamericae.
- Vp* = Vena porta.

- Fig. 1. Oberflächliches Venensystem von *Amphioxus lanceolatus* von links gesehen.  
Die Zeichnung wurde nach zwei Totalpräparaten kombiniert.
- Fig. 2. Schematisiertes synthetisches Bild der Blutcirculation von *Amphioxus* von links.
- Fig. 3. Schema der Blutcirculation des *Amphioxus* im Querschnitt.







# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel](#)

Jahr/Year: 1913/14

Band/Volume: [21](#)

Autor(en)/Author(s): Mozejko B.

Artikel/Article: [Untersuchungen über das Gefäßsystem der Fische. I. Über das oberflächliche subcutane Gefäßsystem von Amphioxus. 65-103](#)