

Viertes Heft.

Ausgegeben am 11. April 1922

Seite

- Richard N. Wegner*, Der Stützknochen, Os nariale, in der Nasenhöhle bei den Gürteltieren, Dasypodidae und seine homologen Gebilde bei Amphibien, Reptilien und Monotremen. Mit 43 Figuren im Text und Tafel X—XV 413
- Bernhard Peyer*, Über die Flossenstacheln der Welse und Panzerwelse, sowie des Karpfens. Mit 68 Figuren im Text. 493
- H. M. de Burlet*, Über durchbohrte Wirbelkörper fossiler und recenter Edentaten, zugleich ein Beitrag zur Entwicklung des Venensystems der Faultiere. Mit 23 Figuren im Text. 555

[Aus dem Institut für vergleichende Anatomie in Krakau.]

Das Lymphgefäßsystem von Forellenembryonen nebst Bemerkungen über die Verteilung der Blutgefäße.

Von

H. Hoyer und L. Michalski.

Mit 2 Figuren im Text und Tafeln I—III.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
1. Einleitung	1
2. Das Untersuchungsmaterial	3
3. Die Verteilung der Blutgefäße	4
a) Arterien	4
b) Venen	10
4. Literatur über Lymphgefäße	16
5. Die Verteilung der Lymphgefäße im I. Stadium	32
6. Die Verteilung der Lymphgefäße im II. Stadium	42
a) Lymphgefäße des Kopfes	43
b) Lymphgefäße des Rumpfes	58
7. Zusammenfassung und Schlußbetrachtungen	79

1. Einleitung.

Unsere Kenntnisse der Verteilung der Lymphgefäße bei Knochenfischen sind noch derartig lückenhaft, daß es auf Grund der bisher vorliegenden Arbeiten kaum möglich ist, sich ein klares Bild davon zu machen. Hierzu kommen noch verschiedene Behauptungen der Forscher, welche heute als falsch erkannt, in die von ihnen gelieferte Darstellung der Lymphgefäße Verwirrung einführen und ihre Befunde wenig glaubwürdig machen. So behauptet FOHMANN (1827) unter dem Eindrucke der Arbeiten LIPPIS (1825) und bei Benutzung der derzeitig allgemein üblichen Quecksilberinjektionen die Existenz von Verbindungen zwischen Lymphgefäßen und Venen in Lymphdrüsen;

AGASSIZ (1856) und VOGT (1843, 1845, 1856) glauben bei Fischen Verbindungen zwischen Lymphgefäßen und Schleimkanälen und damit Kommunikationen zwischen dem Wasser als umgebendem Medium und dem Blute der Tiere gefunden zu haben, und SAPPEY (1880) nimmt überdies noch Verbindungen zwischen Lymphgefäßen und Venenkapillaren an. Es nimmt daher nicht wunder, wenn P. MAYER (1888), welcher verschiedene Angaben von SAPPEY richtigstellt, der Existenz von Lymphgefäßen bei Fischen gegenüber sich überhaupt sehr skeptisch verhält.

Für die uneingenommene Beurteilung der Literatur ist ferner der Umstand nicht ohne Belang, daß mehrere sehr gründliche Arbeiten über das Lymphgefäßsystem der Fische, wie diejenigen von JOURDAIN (1867, 1868) und TROIS (1878—1882) überhaupt kaum zur allgemeinen Kenntnis gelangt sind und die neuesten Arbeiten auf diesem Gebiete, wie die von ALLEN (1906—1913), noch keine genügende Berücksichtigung erfahren haben.

Nicht wenig trugen auch die technischen Schwierigkeiten dazu bei, daß keine genauere Einsicht in dies Gebiet gewonnen worden ist. Zählt doch ein so erfahrener Forscher wie HYRTL die Darstellung der Lymphgefäße bei Fischen zu den »delikatesten Arbeiten«, die er kenne, und erwähnt, daß es ihm erst nach vielen mißlungenen Versuchen gelungen sei, brauchbare Präparate zu erhalten.

So kommt es, daß unsere Kenntnisse vom Lymphgefäßsystem der Fische unsicher und lückenhaft sind und dasselbe daher bis in die neueste Zeit anders beurteilt worden ist (ALLEN, HUNTINGTON 1910, 1911, MOZEJKO 1913) als bei den höheren Wirbeltieren.

Zur Darstellung der Lymphgefäße bei erwachsenen Fischen führt Injektion und Präparation allein zum Ziele. Hierbei bleiben bei noch so gelungenen Präparaten stets noch Zweifel, ob auch sämtliche wesentlichere Lymphgefäße einer Körpergegend dargestellt worden sind.

Dieser Umstand sowie die Erfahrungen, welche einer von uns an den Lymphgefäßen von Frosch- und Salamanderlarven gesammelt hatte, veranlaßten uns, nicht erwachsene Fische, sondern in Entwicklung befindliche zum Gegenstand unserer Studien zu machen. Durch die Kleinheit der Objekte wird zwar ihre Injektion und Präparation erschwert, doch lassen sich diese Schwierigkeiten bei einiger Übung und bei Anwendung der vorzüglichen modernen Präparationslupen überwinden. Andererseits erweist sich das embryonale Material für derartige Untersuchungen außerordentlich günstig, da die Embryonen eine im allgemeinen geringere Anzahl von Lymphgefäßen

besitzen, dieselben sich zentral- und peripherwärts injizieren lassen und da schließlich das ganze Operationsgebiet leicht und vollständig übersehen werden kann. Ist nun eine größere Anzahl von Embryonen injiziert und wurde darauf Bedacht genommen, daß gewisse gefäßreiche und daher schwer entwirrbare Gebiete von verschiedenen Punkten injiziert wurden, so erhält man Präparate, die an Vollkommenheit nichts zu wünschen übrig lassen und die Zweifel bezüglich der Unvollständigkeit der Injektion, welche bei erwachsenen Fischen aufgeworfen werden, beheben. Geht man in der gleichen Weise von jüngeren Stadien zu älteren vor, so erhält man schließlich Bilder der Gefäßverteilung, wie sie bei erwachsenen Fischen vorliegen. Somit lassen die an dem embryonalen Material gewonnenen Resultate unmittelbar Schlüsse auf die Gefäßverteilung bei erwachsenen Exemplaren zu. Bei der Injektion von so kleinen Objekten, wie es die Embryonen von Forellen sind, lassen sich allerdings technische Fehler insofern nicht umgehen, als öfters außer Lymph- auch Blutgefäße gefüllt werden, die jedoch nach ihrem Verlaufe und nach ihrer Form leicht zu unterscheiden sind. Nebenbei sei bemerkt, daß es am leichtesten gelingt, Lymphgefäße zu injizieren, schwerer Venen und am schwersten Arterien. Wir haben uns daher bemüht, von verschiedenen Entwicklungsstadien der Embryonen zunächst möglichst tadellose Injektionen von Arterien und gesondert von Venen zu erhalten und dann erst von Lymphgefäßen. Nur dadurch war es möglich, eventuellen Vorwürfen zu begegnen, daß wir Blut- und Lymphgefäße miteinander verwechselt hätten.

2. Das Untersuchungsmaterial.

Das Material stammt aus der gräflich Potockischen Forellen-Brutanstalt in Dubie unweit Krakau und wurde uns von der Administration der Güter, insbesondere von Herrn Dr. J. Henoch in liberalster Weise zur Verfügung gestellt, wofür wir ihm unseren herzlichsten Dank an dieser Stelle aussprechen; desgleichen auch Herrn Dr. Staff, der uns noch nachträglich mit Material, welches von einem anderen Orte stammte, versorgt hat.

Die Eier der Forellen aus Dubie gelangten unmittelbar vor dem Auschlüpfen der jungen Brut ins Institut und wurden dort in einem entsprechend eingerichteten Brutkasten in fließendem Leitungswasser weiter gezüchtet, bis die Embryonen eine Länge von etwa 25 mm erreichten und nach Verlust des Dottersackes bereits die Gestalt der erwachsenen Fische angenommen hatten.

Bei den Injektionen bedienten wir uns des von einem von uns beschriebenen Injektionsapparates und als Injektionsmasse vorwiegend des wasserlöslichen Berliner Blaus. Doch wurde auch eine Aufschwemmung von Tusche und zu Doppelinjektionen auch neutrale Karminlösung benutzt. Letztere gibt zwar sehr schöne kontrastreiche Bilder, doch sind dieselben leider sehr vergänglich und höchstens zur momentanen Kontrolle zu gebrauchen, da das Karmin bei der Fixierung durch die Gefäßwände diffundiert.

Von einer Serie von Embryonen wurden die injizierten Exemplare in gesonderten, mit Nummern versehenen Präparatenröhrchen in 4% Formalinlösung zur weiteren Behandlung aufbewahrt. Einzelne gut injizierte Exemplare einer Serie wurden auch in anderen Flüssigkeiten fixiert, damit dieselben mikroskopisch auf Serienschnitten untersucht werden könnten.

Die in Formalinlösungen aufbewahrten Embryonen wurden behufs Untersuchung vorsichtig in Glycerinlösungen von steigender Konzentration und schließlich in reines Glycerin übergeführt, in welchem sie, da das Aufhellen derselben besonders in bereits vorgertückteren Entwicklungsstadien nicht genügte, präpariert wurden. Es geschah dies in der Weise, daß bei der Beobachtung mit dem binokularen Mikroskop und bei guter Beleuchtung mittels zwei Pinzetten zunächst die Haut entfernt und durch weiteres Zupfen in die Tiefe vorgegangen wurde, bis die Gefäße deutlich zutage traten. Auf Grund solcher Präparate ist auch ein Teil der beigelegten Figuren angefertigt worden. Der übrige Teil derselben stellt Gesamtübersichten über die Gefäßverteilung dar, welche aus einer Reihe von Präparaten gewonnen worden sind.

3. Die Verteilung der Blutgefäße.

a) Arterien.

Im folgenden wollen wir behufs besserer Orientierung zunächst eine kurze Übersicht über die Anordnung der Arterien und Venen geben und dann erst zur Beschreibung der Lymphgefäße übergehen.

Vom Truncus arteriosus entspringen bei den Forellenembryonen die vier typischen Kiemenarterien (*Vasa branchialia afferentia*, Tafelfig. 1, *Ab₁₋₄*). Das erste zweigt sich vom Truncus unmittelbar ab, und die folgenden drei entspringen aus einem gemeinsamen, sich vom Truncus weiter hinten und median abgliedernden Stamme. Sie verlaufen eine

kurze Strecke an dem kaudalen Rande des Knorpels eines jeden Kiemenbogens und wenden sich dann auf dessen konvexe Außenseite. In frühen Entwicklungsstadien geht das Vas afferens der Kiemen unmittelbar in das Vas efferens über. Bei drei Wochen alten (nach dem Ausschlüpfen) und 20 mm langen Embryonen haben sich, wie dies MAURER (1888) beschreibt und wir bestätigen können, die beiden Gefäße voneinander gesondert und gegen ihre Enden zu verjüngt. Die Verbindung zwischen den beiden Gefäßen stellen die Kapillarschlingen in den Kiemenblättchen dar, und zwar geschieht dies in der Weise, daß aus der zuleitenden Arterie zwei Kapillaren entspringen, welche an den einander zugekehrten Innenrändern der Blättchen zu ihrer Spitze verlaufen, dort auf den Außenrand umbiegen und schließlich in die ausführende Vene, welche zwischen der zuführenden Arterie und dem Knorpelbogen liegt, münden (Tafelfig. 2). In welcher Weise die Trennung der Kiemenarterie und -vene vor sich geht, konnte zurzeit nicht genauer verfolgt werden und ist auch unserer Ansicht nach durch die Arbeit von MORROFF (1902) noch nicht klargelegt worden. Wir machen auf den getrennten Verlauf der zuleitenden Arterie und ableitenden Vene in den Kiemen aus dem Grunde aufmerksam, da dieser Tatbestand bei Teleostiern von HOCHSTETTER in dem Handbuch von Hertwig übergangen worden ist.

Die Blutgefäße der ersten Kiemenbogen verhalten sich anders als die übrigen und erfordern daher eine gesonderte Besprechung, zumal da sich in der Literatur Angaben finden, welche voneinander abweichen. Für die uns zu Gebote stehenden späteren Entwicklungsstadien können wir die Befunde MAURERS (1888) voll und ganz bestätigen und nehmen wir daher auch für die früheren Entwicklungsstadien die Darlegung MAURERS an. Nach ihm geht bei Forellenembryonen, die im 35. Tage nach der Befruchtung stehen, vom Truncus jederseits ein Gefäßbogen ab, welcher zwischen Kiefer- und Zungenbeinbogen dorsalwärts verläuft und sich nach Abgabe eines Zweiges für das Auge und Gehirn zur Aorta vereinigt. Derselbe wurde früher als *A. hyoidea* und wird jetzt von MAURER als *A. hyomandibularis* bezeichnet. Bei Embryonen des 41. Tages nach der Befruchtung ist bereits ein zweiter Gefäßbogen vorhanden, der als ein sehr feines Gefäß an dem hinteren Rande des Hyoids verläuft. Dieses Gefäß nennt MAURER *A. hyoidea*. Bei Forellenembryonen vom 56. Tage, welche seit acht Tagen das Ei verlassen haben, haben sich die beiden Gefäße am dorsalen Ende des Hyoids vereinigt, und ihr gemeinsamer Stamm wird zur Arterie der Pseudobranchie. Bei

drei Wochen alten und 20 mm langen Embryonen, wie solche auch uns in großer Anzahl zu Gebote standen, hat sich noch das ventrale Ende der Kiemenvene des ersten Kiemenbogens mit der oben genannten *A. hyo-mandibularis* vereinigt, wodurch die Pseudobranchie venöses Blut aus dem Truncus und arterielles Blut aus der 1. Kieme erhält (Tafelfig. 1 *Ahm*, *Ah*, *Vb₁*). Abweichungen von dieser Gefäßverteilung scheinen nicht selten zu sein. So führt MAURER an, daß in einem Falle die Gefäße des Hyoidbogens sich nicht aus der Gabel des Truncus fortsetzten, sondern von der ersten linken Kiemenarterie abgingen. Wir sahen bei einem Embryo die Gefäße aus der ersten rechten Kiemenarterie entspringen. Bei Forellenembryonen von 25 mm Länge obliteriert nach MAURER die Fortsetzung des Truncus und die hinter dem Hyoidknorpel verlaufende *A. hyoidea* in ihrem ventralen Anfange. Infolgedessen erhält die *A. hyo-mandibularis* ihr Blut direkt aus der ventralen Fortsetzung der ersten Kiemenvene. Von der *A. hyo-mandibularis*, d. i. von der Arterie der Pseudobranchie ging ursprünglich noch ein Ast zum Operkularapparat ab. Mit der Rückbildung des vorderen Abschnittes des Kiemenarterienstammes geht diese Operkularkieme nunmehr von der Arterie der Pseudobranchie ab. Dieser Umstand veranlaßt MAURER, von den sechs bei Knochenfischen ursprünglich angelegten Arterienbogen die Hyomandibulararterie, welche die Pseudobranchie versorgt, als den ersten anzusehen und die Pseudobranchie der Knochenfische mit der Spritzlochkieme der Selachier und Ganoiden zu homologisieren, und die Hyoidarterie als den zweiten, an welchem sich bei Ganoiden die Kiemendeckelkieme und bei Selachiern die vordere Kiemenblättchenreihe der ersten Kiemenspalte zwischen dem Hyoid- und dem ersten Kiemenbogen entwickelt. Durch diese Auffassung, der auch wir uns anschließen, werden die Befunde der älteren Forscher, wie die von v. BAER (1835), VOGT (1842), AGASSIZ und VOGT (1845), REICHERT (1858) und LEREBoullet (1861), in Übereinstimmung gebracht.

Die Pseudobranchie stellt nach unseren Befunden bei Forellenembryonen von 23 mm Länge ein aus 7 Kiemenblättchen bestehendes Gebilde dar, in welches von der Dorsalseite das aus der Vereinigung der *A. hyo-mandibularis*, der *A. hyoidea* und der Vene des 1. Kiemenbogens hervorgehende Gefäß mündet. Das Blut durchläuft alsdann die Kapillarschlingen der Kiemenblättchen und sammelt sich in dem ausführenden Gefäß, der Vene der Pseudobranchie (Tafelfig. 2 *Vp*), welche zunächst schräg nach vorn und medial verläuft um sich dann

in spitzem Winkel nach außen gegen den Augenvulbus zu wenden, wo sie, wie dies J. MÜLLER (1841) bei erwachsenen Fischen eingehend beschrieben hat, zur *A. ophthalmica magna* wird und die Choroidealdrüse versorgt. Die beiderseitigen Gefäße sollen an der Stelle, an welcher sie sich der Mittellinie am meisten genähert haben, miteinander anastomosieren, indessen konnten wir dies weder an den Injektionspräparaten noch an Serienschnitten feststellen. Diese Anordnung gilt indessen nach DOHRN (1886) nur für ältere Entwicklungsstadien und erwachsene Fische. Sehr frühe Entwicklungsstadien weisen die gleichen Verhältnisse wie Selachier auf, indem das aus der Pseudobranchie hervorgehende Gefäß anfangs in den später noch zu besprechenden *Circulus cephalicus* mündet und aus diesem wiederum sich das zum Augenvulbus verlaufende Gefäß abzweigt.

Wie wir gesehen haben, verbindet sich das ventrale Ende der 1. Kiemenvene mit der *A. hyo-mandibularis*. Auch das ventrale Ende der 2. Kiemenvene setzt sich jederseits bis zum Truncus arteriosus fort, verläuft aber dann abwärts, um als *A. coronaria* die Herzwand mit arteriellem Blute zu versorgen¹.

Die Kiemenvenen fließen an der Schädelbasis jederseits zur Vena branchialis communis zusammen, deren beiderseitige Stämme den von HYRTL (1838) so benannten *Circulus cephalicus* der Aorta bilden. Bei Forellenembryonen entsteht der *Circulus* nur aus den ersten 2 der 4 eigentlichen Kiemenvenen (Tafelfig. 2 *Ce*). Möglicherweise beteiligt sich an seiner Entwicklung ursprünglich auch noch die Vene der Pseudobranchie, die aber, wie erwähnt, später vollständig selbständig wird. Die 3. und 4. Kiemenvene mündet zusammen und mit der der anderen Seite vereint und in kaudaler Richtung in den bereits einheitlichen Aortenstamm. Somit würden die beiden ersten Kiemenvenen hauptsächlich den Kopf mit arteriellem Blut versorgen und die beiden letzten vorwiegend den übrigen Körper.

Der *Circulus* ist, wie dies bereits HYRTL hervorhebt, an der

¹ HYRTL (1838) behauptet, daß bei einigen Fischen, darunter auch bei der Forelle, die *A. coronaria* nur aus der 2. linken Kiemenvene entspringt, indem aus letzterer zwei Zweige hervorgehen, von denen der schwächere zum Zungenbein und der stärkere zum »fleischigen und häutigen Herzen« verläuft. Ebenso lassen AGASSIZ und VOGT (1845) die *A. coronaria* aus der 2. linken Kiemenvene hervorgehen. Nach J. MÜLLER (1839, S. 26) entspringt dieselbe entweder aus der 2. linken oder »gemeinschaftlich aus der 2. rechten und linken Kiemenvene, wie ich beim Hecht sehe«. Nach unseren Befunden versorgen die symmetrisch verlaufenden *A. coronariae* auch noch den *M. sterno-hyoideus* (Tafelfig. 1 *Acc*).

Schädelbasis vorn nicht geschlossen; es geschieht dies erst innerhalb der Schädelhöhle, nachdem die vorderen Enden der Kreisbogen das Sphenoidium durchsetzt haben. Unter solchen Umständen kann von einem eigentlichen Kreise nicht gesprochen werden. Auch wir haben uns von der Existenz eines solchen bei Forellenembryonen nicht überzeugen können, es sei denn, daß ein solcher in noch späteren Entwicklungsstadien zustande käme. Je nach der Spezies verhält sich der Kopfkreis auch verschieden und können daher die an einer Art gewonnenen Befunde nicht verallgemeinert werden.

Die vorderste aus dem Kopfkreis entspringende oder vielmehr bei Forellenembryonen die Fortsetzung der V. branchialis comm. nach vorn bildende Arterie wird als Carotis anterior (Tafelfig. 2 Ca) bezeichnet. Dieselbe dringt in die Schädelhöhle und gibt unmittelbar nach ihrem Eintritt einen Ast ab, der sich unter spitzem Winkel in gerader Richtung lateralwärts zu den Seitenteilen des Gehirns wendet. Der Hauptstamm setzt sich weiter nach vorn fort, umgibt bogenförmig den Ursprung des Sehnerven und verläuft in schräger Richtung nach vorn und auswärts. Auf seinem Wege entsendet derselbe zwei Gefäße, von denen das eine vor, das andere hinter dem N. opticus lateralwärts verläuft. Ersteres wendet sich zur vorderen Partie der Orbita, letzteres begleitet den Sehnerven bis zum Bulbus.

Die A. carotis posterior (Tafelfig. 2 Cp) entspringt aus den nach vorn konvergierenden Schenkeln des Kopfkreises und verläuft zwischen den Schenkeln des von der A. ophthalmica magna gebildeten Winkels hindurch fast in gerader Richtung nach vorn zum Geruchsorgan. Hinter derselben, aber noch vor der ersten Kiemenvene, entspringt aus dem Circulus noch eine Arterie (Tafelfig. 2 Aa), welche sich lateralwärts und dann kaudalwärts wendet, um am unteren Rande des horizontalen Bogenganges des Gehörorgans entlang zu verlaufen.

Die obigen Ergebnisse der Gefäßverteilung am Kopfe wurden auf Grund von 7 Injektionspräparaten gewonnen, welche keine nennenswerten Abweichungen voneinander aufwiesen. Dieselben stimmen mit den Angaben von HYRTL (1838) und AGASSIZ und VOGT (1845) nur unvollkommen überein. So soll nach HYRTL die A. carotis post., obwohl er dieselbe an der gleichen Stelle, wo wir sie sehen, entspringen läßt, die Nebengieme und die Schleimhaut des Rachens und ihre Äste das Praeoperculum und die Muskulatur des Unterkiefers versorgen und sich längs der Vereinigung der Palatina und des Vomer in den vorderen Teilen des Gesichtes ausbreiten. Doch wird nicht gesagt, daß sie, wie wir dies unzweifelhaft feststellen

konnten, zum Geruchsorgan verläuft. Nach AGASSIZ und VOGT entspringt aus der 1. Kiemenvene eine A. cephalica, welche sich in die A. encephalopalatina und A. facialis und erstere wiederum in die A. orbitopalatina und die A. encephaloophthalmica spaltet. Von letzteren würde die A. orbitopalatina zur Riechgrube verlaufen. Auch über den Verlauf und über die Verästelung der Carotis ant. sind die Forscher verschiedener Ansicht. Abweichend von den Angaben HYRTLS und auch von den unsrigen stellt EINSTMANN (1913), der sich vollkommen an VOGT und YUNG (1894) anschließt, die Gefäßverteilung im Kopfe der Fische dar. Noch am besten läßt sich unsere Darstellung der Arterien mit der von PARKER (1886) für *Mustelus antarcticus* gegebenen in Übereinstimmung bringen. Neuerliche Untersuchungen auf diesem Gebiete wären dringend erforderlich.

Über die Verteilung der Arterien im Körper der Fische lauten die Ansichten der Forscher im allgemeinen übereinstimmend. Die Aorta verläuft unter der Chorda dorsalis bzw. der Wirbelsäule bis zu ihrem Ende entlang. Auf diesem Wege gibt sie in jedem Myokomma oder in jedem Intervertebralraum ein Paar Intervertebralarterien ab, von denen jede dorsalwärts verläuft und den betreffenden Abschnitt des Rückenmarkes mit Blut versorgt. In frühen Entwicklungsstadien ist die Anordnung insofern eine andere, als nach den übereinstimmenden Angaben von v. BAER (1835), REICHERT (1858), VOGT (1842), LEREBoullet (1861) und ZIEGLER (1902) die intervertebralen Arterien mit den Venen alternieren. Die streng segmentale Anordnung derselben erfolgt erst später. In der Höhe der Seitenlinie entsendet jede Intervertebralarterie, was VOGT (1842), AGASSIZ und VOGT (1845) und VOGT und YUNG (1894) beschreiben und wir bestätigen können, in dem zugehörigen Myokomma einen Ast zur Oberfläche, welcher sich in der Seitenlinie in einen im Myokomma auf- und absteigenden Ast gabelt. Von diesen treten feine Zweige zwischen die Muskelbündel der Myomeren ein, während andere die Haut mit Blut versorgen. An den Stellen, wo sich später auf der Dorsalseite des Fischkörpers die unpaarigen Flossen entwickeln, bilden sich aus den dorsalen Enden der Intervertebralarterien ein oder mehrere Zweige stärker aus, welche zu dem oralen Rande der sich bildenden Flosse aufsteigen, dann längs der Basis derselben verlaufen und Zweige zu dem Flossensaum abgeben.

Auf der ventralen Seite des Körpers verhalten sich die Flossenarterien infolge des Vorhandenseins der Körperhöhle anders. Der Schultergürtel wird von gesonderten größeren Arterien, nämlich von

den A. subclaviae, welche von der Aorta unmittelbar hinter dem Circulus cephalicus entspringen, versorgt. In der Bauchhöhle zweigen sich von der Aorta paarige Zweige ab, welche in den Myosepten an der Innenwand der Bauchhöhle entlang verlaufen. In der Höhe der Bauchflossen werden einige von diesen stärker und länger, und eben diese dringen wahrscheinlich in die Bauchflossen ein. Es ließ sich dies an unseren Präparaten nicht genau feststellen, da in sämtlichen die Gefäße der Bauchflossen ungefüllt geblieben waren. Die Afterflossen erhalten ihre Arterien ebenfalls von der Aorta. Doch zweigen sich dieselben von ihr bereits eine Strecke vor der Analöffnung ab und verlaufen der hinteren Krümmung der Bauchhöhle entsprechend bis zur Basis der Analflossen, von wo sie sich in denselben weiter ausbreiten. Im Schwanzabschnitt des Körpers verläuft die Aorta unterhalb der Chorda bis zu ihrem Ende. Unmittelbar über der Aufwärtsknickung derselben gabelt sie sich und zweigt sich von der Aorta ein Ast ab, der sich, wie dies LEREBoullet (1861) sehr schön dargestellt hat, in eine Anzahl von Schlingen auflöst. Dieselben ordnen sich alsdann fächerförmig an. Schließlich bildet sich aus dem Aortenast ein auf- und absteigender Schenkel, von welchem feine Gefäße radial in den Flossensaum ausstrahlen¹.

Die Eingeweidearterien sind in den frühen Entwicklungsstadien nur wenig ausgebildet und entwickeln sich erst stärker, wenn der Dottersack geschwunden ist. Wir haben dieselben daher auch nicht eingehender verfolgt, zumal da sie bei erwachsenen Tieren von AGASSIZ und VOGT (1845) und von späteren Forschern ausführlich beschrieben worden sind. Die A. coeliaca, welche weit oben von der Aorta entspringt, bildet das Hauptgefäß, von welchem sich die Gefäße zu den Gonaden, zu der Schwimmblase und zum Darm abzweigen. Gesonderte, sich von der Aorta abzweigende Äste versorgen die bereits angelegte Vorniere und Urniere.

b) Venen.

Trotz der grundlegenden Arbeiten von RATHKE (1838), HYRTL (1838 und 1843), J. MÜLLER (1841), AGASSIZ und VOGT (1845), HOCHSTETTER (1893, 1906) sind in der Kenntnis der Verteilung der Venen

¹ Sehr eingehende Untersuchungen über die Verteilung der Arterien in der Schwanzregion der erwachsenen Fische finden sich in den Arbeiten von FAVARO (1906) und ALLEN (1906—1908), doch sind unserer Meinung nach noch weitere Studien erforderlich, um ein klares Bild der Gefäßverteilung in diesem Gebiete zu erhalten.

bei Teleostiern noch zahlreiche Lücken geblieben, welche auch die unlängst erschienene Arbeit von EINSTMANN (1913) nicht auszufüllen vermochte. Unsere Untersuchungen beziehen sich nur auf ein gewisses mittleres Entwicklungsstadium der Venen und können daher auch keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, waren jedoch in Rücksicht auf die Ausbreitung der Lymphgefäße notwendig.

Über die vorderen Kardinalvenen oder Jugularvenen ist zu den Beschreibungen der Forscher wenig hinzuzufügen. Dieselben verlaufen an der Schädelbasis (Tafelfig. 2 *Vca*) jederseits über den Kiemen in einem lateralwärts leicht konvexen Bogen, welcher unmittelbar hinter dem Gehörorgan eine deutlich markierte stärkere Ausbuchtung nach außen besitzt. Unter ausgesprochener Konvergenz münden die beiderseitigen Kardinalvenen in die Ductus Cuvieri ein. Nach vorn zu verlaufen die Hauptstämme fast parallel zueinander und weiterhin in der Orbita divergent. Durch kleinere vom Gehirn und von den Augen ausgehende Äste werden die beiderseitigen Kardinalvenen in der Mitte der Schädelbasis miteinander in Verbindung gesetzt. Infolgedessen entsteht ein großer venöser Gefäßkreis, welcher lateral von den Kardinalvenen gebildet wird und hinten von den Cuvierschen Gängen und dem Herzsinus und vorn von den Venen der Hirnbasis und der Augen geschlossen wird.

Der aus dem Augenbulbus unterhalb des Sehnerven entspringende Venenast, welcher von J. MÜLLER V. ophthalmica magna und von AGASSIZ und VOGT »la veine oculaire« benannt wird, bildet einen medianwärts konvexen Bogen und ergießt sich dann in den Stamm der Kardinalvene (Tafelfig. 2 *Vom*). In diese mit ihren Konvexitäten einander zugekehrten Augenvenen mündet ein unpaariges, von der Hirnbasis herkommendes Gefäß unter Gabelung ein und stellt so vorn die Verbindung zwischen den beiden vorderen Kardinalvenen her. Dort, wo die Augenvene in die Cardinalis mündet, besteht an letzterer eine Erweiterung, welche HYRTL (1843) Sinus oder Bulbus ophthalmicus venae jugularis nennt und ähnlich wie den weiter unten beschriebenen Sinus cephalicus zum Lymphgefäßsystem in Beziehung zu setzen glaubt. Dieser Jugularsinus mag wohl bei vielen Fischen existieren, ist aber, wie dies bereits AGASSIZ und VOGT (1845) hervorheben, bei der Forelle kaum angedeutet. Wenn sich an der genannten Stelle eine Erweiterung der Vena jugularis bemerkbar macht, so ist das wohl dem Umstande zuzuschreiben, daß daselbst 2, nach AGASSIZ und VOGT sogar 4 Gefäßäste zusammenfließen. Dadurch wird der Stammvene plötzlich viel Blut zugeführt und erscheint die-

selbe daher im Verhältnis zu den Ästen verbreitert. AGASSIZ und VOGT führen folgende 4 in die Cardinalis ant. mündende Äste an: die Hirnvene, die Augenvene und die Vena facialis interna und externa. Es ist möglich, daß das vordere Ende der Stammvene bei erwachsenen Fischen eine derartige Form annimmt, als wenn die 4 Gefäße ihre Wurzel bildeten. Nach unseren Befunden an Embryonen stellen sich die Gefäßverhältnisse etwas anders dar. Wir betrachten als die einzigen in die Stammvene mündenden Äste die V. ophthalmica magna und die V. facialis externa, während die Hirnvene, wie beschrieben, von der Augenvene aufgenommen wird und die V. facialis interna (V. facialis posterior von RATHKE, 1838) als größtes und längstes Gefäß die eigentliche Fortsetzung der vorderen Kardinalvene bildet. Letztere verläuft an der hinteren Wand der Orbita medial- und dorsalwärts, gibt außer zahlreichen kleinen Ästen zum Bulbus, zu den Augenmuskeln und zum Füllgewebe der Orbita in der Höhe des Zwischenhirns einen starken Zweig zum Plexus chorioideus ant. ab und begibt sich dann, die dorsale Wand der Orbita verlassend, zu dem vorderen Teil der Gesichtsfäche. Nebenbei sei bemerkt, daß sich auf der Oberfläche der Iris ein Kranz von venösen Gefäßen befindet, aus welchem 3 genau meridional, und zwar vorn, medial und lateral, angeordnete Venen das Blut ableiten. Durch die in der fetalen Augenspalte (medial) liegende Vene fließt das Blut aus dem Venenkranz in die V. ophthalmica, durch die übrigen in die V. facialis interna.

In diese, nach unseren Untersuchungen eine solche Ausbreitung besitzende V. cardinalis anterior mündet von der medialen Seite die oben beschriebene V. ophthalmica magna und von der lateralen das als V. facialis ext. bezeichnete Gefäß. Es ist nur unbedeutend und sammelt das Blut aus dem M. adductor mandibulae, an dessen äußerem Rande dasselbe nach AGASSIZ und VOGT entlang läuft.

Die vordere Kardinalvene erhält auf der ganzen Strecke ihres Verlaufs bis zu ihrer Vereinigung mit der hinteren Kardinalvene noch zwei venöse Zuflüsse, nämlich das von HYRTL (1843) als vereinigte Unterkiefer- und Kiemendeckelvene bezeichnete Gefäß und ein Ast aus dem kaudalen Abschnitt des Gehörorgans, welcher außerdem noch das Blut aus dem Plexus chorioideus posterior und der Medulla oblongata aufnimmt.

Von den Venen des Kopfes wären schließlich noch die im Jahre 1699 von DUVERNEY entdeckten Venen, welche das Blut aus dem Kiemenkorbe in den Sinus venosus leiten, zu erwähnen. FOHMANN

(1827) leugnete das Vorhandensein derselben und sah die betreffenden Gefäße als Lymphgefäße an. Diese Angelegenheit ist dann von J. MÜLLER (1811) eingehend erörtert worden, und derselbe gelangt ebenso wie AGASSIZ und VOGT zu dem Schlusse, daß solche Venen, welche die Funktion von Vasa nutritia efferentia der Kiemen besitzen, existieren. Sie werden von ihm und STANNIUS (1854) als Vv. jugulares inf. und von AGASSIZ und VOGT als »veines bronchiques« oder »Duvernoysche Venen«¹ bezeichnet. Nach der Ansicht der letzteren Forscher sind die Venen paarig, verlaufen über dem Truncus arteriosus längs der Copula des Hyoids und vereinigen sich auf dem Perikard zu einem einzigen Stamme, welcher sich in das Atrium ergießt. In neuerer Zeit beschäftigen sich mit den Venen GROSSER (1907), FEDOROW (1913) und EINSTMANN (1913). GROSSER nimmt ihre Existenz bei Teleostiern an und FEDOROW² beschreibt ihre Entwicklung bei *Salmo fario* sehr ausführlich. Sie sind nach seinen Befunden paarig und münden, ohne sich zu einem einzigen Gefäß zu vereinigen, in den Sinus venosus.

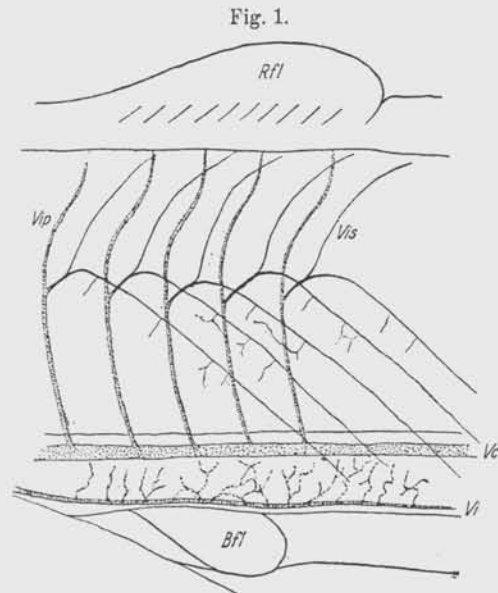
EINSTMANN (1913) hat beim erwachsenen Karpfen eine unpaarige Jugularis inf., die das venöse Blut des Mundbodens fortführt und weiterhin jederseits 4 von den Kiemen herkommende Äste aufnimmt, dargestellt und abgebildet, läßt sich aber im übrigen auf keine Diskussion ein³. Uns ist es nicht gelungen, die genannten Venen durch Injektion sichtbar zu machen, doch konnten wir an Serienschnitten durch die Herzgegend das Vorhandensein von paarigen, in den Sinus mündenden Gefäßen feststellen. Trotzdem möchten wir uns angesichts der noch nicht völlig aufgeklärten Verhältnisse jeglichen Urteils darüber enthalten.

¹ Die Verwechslung von DUVERNEY und DUVERNOY findet sich nicht nur bei AGASSIZ und VOGT, sondern auch bei MILNE EDWARDS (1859). Nach J. MÜLLER hat DUVERNEY (1648–1730) 1699 die Vv. jugulares beschrieben, sie können daher nur Duvernoysche Venen genannt werden. DUVERNOY (1777–1855) hat die Werke CUVIERS herausgegeben und um das Jahr 1835 mehrere Arbeiten über Blutgefäße veröffentlicht.

² Wenn auch die Befunde FEDOROWS bei *Trutta* zu Recht bestehen, so erheben sich bezüglich der Vv. jugulares inf. bei Tritonen und wahrscheinlich auch bei *Amblystoma mexicanum* Zweifel, ob die von FEDOROW beschriebenen Gefäße wirklich Venen sind. GREIL hat 1903 und HOYER und UDZIOLA 1912 bei Salamanderlarven und HOYER gelegentlich bei *Triton* festgestellt, daß auf der Dorsalseite des Truncus sich Lymphgefäße befinden, welche genau so angeordnet sind, wie die Vv. jugulares inf. von FEDOROW.

³ In Fig. 2 Taf. I ist von dem gleichen Autor noch eine unpaarige Jugularis inf. eines anderen Fisches dargestellt, ohne daß sie im Text erwähnt ist. Der Arbeit eine Figurenerklärung beizufügen, hat EINSTMANN überhaupt unterlassen.

Die Venae cardinales post. bilden die venösen Hauptstämme des Rumpfes. Nach den übereinstimmenden Angaben der Forscher übertrifft die rechte an Größe und Länge die linke und setzt sich unmittelbar in die V. caudalis fort, welche unterhalb der A. caudalis bis zum aufsteigenden Ende der Wirbelsäule resp. Chorda verläuft und sich dort gabelt. Es wurde bereits oben erwähnt, wie die in den frühesten Stadien von der Aorta ausgehenden, an der Chorda



Verteilung der Venen am Rumpf eines eben ausgeschlüpften Forellenembryos von 15 mm Länge. Vergr. 1/45.
Rf, Rückenflosse; Bf, Bauchflosse; Vis, Venae intersegmentales superficiales; Vip, Venae intersegmentales profundae; Vc, Vena cardinalis post.; Vi, Vena intestinalis.

und am Rückenmark aufsteigenden und zur Cardinalis post. zurückkehrenden Gefäßschlingen angeordnet sind. Nachdem sich dieselben während der folgenden Entwicklungsstadien so weit umgeordnet haben, daß in je einem Myoseptum eine Arterie zu liegen kommt, befindet sich zur Seite einer jeden Arterie auch eine Vene. Die Anordnung der Venen ist aus der Textfig. 1 ersichtlich. Dieselbe gibt das Bild eines Präparates, in welchem ausschließlich die Venen durch Injektion zur Darstellung gelangt sind. Von der Stammvene gehen in regelmäßigen Zwischenräumen Zweige ab, welche jederseits an der Chorda aufwärts steigen (Vip.) und über dem Rückenmark miteinander in Verbindung treten. Etwa in der Hälfte der Chorda spaltet sich von jeder dieser Venen unter spitzem, kaudalwärts geöffnetem Winkel ein Ast ab, welcher nach kurzem Verlauf im Myoseptum sich in einen auf- und absteigenden Zweig (Vis) gabelt. Letztere verlaufen oberflächlich unter der Haut in den etwas vertieften Myosepten. Die Gabelungswinkel dieser Venen liegen sämtlich in einer Reihe unter der Seitenlinie. Eine solche Anordnung der Venen findet sich am ganzen Rumpfe auf

beiden Körperseiten. Nur in dem Schwanzabschnitt ändert sich dieselbe insofern, als es dort nicht mehr zur Ausbildung der oberflächlichen Äste kommt. Man sieht daher in diesem Abschnitte nur die tiefen, die Chorda umfassenden Intervertebralvenen, welche den kleineren Myomeren entsprechend dichter nebeneinander liegen. Offenbar bilden sich die in der Seitenlinie zur Oberfläche aufsteigenden Venenäste erst aus, wenn die Rumpfmuskulatur eine gewisse Dicke erlangt hat.

Nach Angabe der älteren Autoren bestehen in der Höhe des Rückenmarkes zwischen den alternierenden Gefäßen bogenförmige Verbindungen. Derartige regelmäßig angeordnete Bildungen sind an unseren Präparaten nicht mehr wahrzunehmen, wohl aber bestehen zwischen den Venen der rechten und linken Seite und stellenweise auch zwischen den Venen der einen Seite verbindende Anastomosen, welche jedoch in ihrer Anordnung keinerlei Regelmäßigkeit erkennen lassen. Nur an den Stellen, wo sich später die Flossen entwickeln, treten die Verbindungen häufiger und dichter und in Form eines Plexus auf, in welchen dann vereinzelte Äste aus der sich bildenden Flosse einmünden.

Auf der ventralen Seite des Körpers weisen die Venen ein etwas anderes Verhalten auf. Den wesentlichsten Anteil an der Zirkulation nimmt ursprünglich der Dottersack, wie dies LERBOULET (1861) hervorhebt. Wohl am genauesten ist die Entwicklung und Verteilung der Dottersackgefäße dann von ZIEGENHAGEN (1894, 1896) beschrieben worden, insbesondere das allmähliche Überwiegen der linken Dottervene über die rechte und die Beziehung der V. intestinalis zur hinteren unpaaren Dottervene.

Die Venen der Brustflossen ergießen sich jederseits in die Ductus Cuvieri. In der Bauchhöhle sind die Venen den Arterien entsprechend angeordnet und verlaufen in den Myosepten an der Innenwand zu den Kardinalvenen. Durch eben diese Gefäße fließt das Blut aus den Bauchflossen ab, nur sind die betreffenden Venen im Bereiche der letzteren stärker ausgebildet. Aus den Afterflossen fließt das Blut durch eine Vene ab, welche ebenso wie die Arterie der Krümmung des Endes der Leibeshöhle entsprechend nach vorne verläuft und eine Strecke vor dem Ansatz der Afterflossen in die rechte Cardinalis mündet. Die in der Schwanzflosse fächerartig ausgebreiteten Venen vereinigen sich in den zwei Gabelästen, welche in die V. caudalis münden. Im Verhältnis zu der Arterie erscheint die Vene etwas mehr distal verschoben. Bei erwachsenen Fischen kom-

plizieren sich die Gefäßverhältnisse in der Schwanzgegend bedeutend und scheinen auch je nach der Art zu variieren. Die Veranlassung hierzu gibt die bei verschiedenen Arten sehr verschiedenartige Anordnung der Skelettstücke und ferner das Auftreten des kaudalen Lymphherzens.

Von Eingeweidevenen ist lediglich die Subintestinalvene stärker ausgebildet. Im übrigen haben wir die Anordnung der Venen der Baueingeweide nicht näher verfolgt.

4. Literatur über Lymphgefäße.

Die Lymphgefäße der Fische sind bereits seit langem Gegenstand der Untersuchung gewesen, und BARTHOLIN (1652) hat, wie MILNE EDWARDS berichtet, als erster Lymphgefäße bei Fischen gesehen und beschrieben. Von neuem entdeckt wurden dieselben gegen Ende des 18. Jahrhunderts durch HEWSON (1769) und MONRO (1787), von denen jeder sich die Priorität der Entdeckung anmaßte. HEWSON beschreibt beim Schellfisch, Kabeljau, bei der Scholle und Steinbutte folgende Lymphgefäße: eins in der Mittellinie des Bauches, welches in ein Netzwerk von breiten Lymphgefäßen mündet, die das Pericardium umgeben. Ein weites Lymphgefäß verbindet dieses Netzwerk mit dem Ductus thoracicus und nimmt noch die Lymphgefäße der Brustflossen, das Seitenlymphgefäß samt seinen segmentalen Ästen, Abflüsse von der Niere, von den hinteren Kiemen und von der Nase, dem Mund und der Orbita auf. Aus dem Netzwerk leitet ein Gefäß die Lymphe in die Vena jugularis. Die als Milchgefäße bezeichneten Lymphgefäße des Darmkanals verlaufen zu beiden Seiten der mesenterialen Arterien in ein Receptaculum, welches in seinem unteren Teile aus zwei Ästen besteht. Der eine erhält Lymphgefäße von der Leber, vom Pankreas und Magen und von einem Teile des Dünndarms, der andere diejenigen von Rectum und von den übrigen Teilen des Dünndarms. Der aus dem Receptaculum hervorgehende »Ductus thoracicus« teilt sich in zwei Stämme, von denen der eine rechts, der andere links verläuft. Beide verbinden sich mit dem oben erwähnten weiten Lymphgefäß. Außerdem gibt es noch ein Lymphgefäß, welches zwischen den Wurzeln der Processus spinosi des Schwanzabschnittes der Wirbelsäule entspringt, die Lymphgefäße der dorsalen Flossen aufnimmt und am Kopfe sich gabelnd jederseits in den Ductus thoracicus mündet.

Nach MONRO (1787) verlaufen die Milchgefäße des Darmes bei

Gadus morrhua und *G. aeglefinus* zunächst in einem Behälter und aus diesem durch einen rechten und linken großen Kanal in einen weiteren großen Behälter, der zwischen dem Schlüsselbein und den untersten Kiemen liegt. In denselben ergießen sich außerdem noch folgende Lymphgefäße: 1. ein Gefäß von der Mitte des Bauches, von den Bauch- und Brustflossen und vom Herzen; 2. das Seitenlymphgefäß; 3. ein Gefäß aus dem Rückenmark und den oberen Teilen des Kopfes; 4. ein Geflecht von Lymphgefäßen, welche die Lymphe vom Gehirn, den Sinnesorganen, vom Mund, von den Kiefern und den Kiemen ableiten. Die Behälter stehen hinter dem Herzen miteinander in Kommunikation und münden mittels eines Kanals an der Vereinigungsstelle der »unteren Hohlader« und der Drosselader. An der Mündung befinden sich Falten statt Klappen.

FOHMANN (1827) gibt in seinem groß angelegten Werke zunächst eine Übersicht über die ältere Literatur und behandelt dann verschiedene Fragen allgemeinen Inhalts. Er verwirft zwar die Ansicht LIPPIS über die vielfachen Verbindungen zwischen Lymphgefäßen und Venen, glaubt aber solche in den Lymphdrüsen nachgewiesen zu haben, ferner tritt er für die einsaugende Funktion der Lymphgefäße ein und ist der Ansicht, daß die Lymphgefäße an ihren Wurzeln blind endigen. Den meisten Raum in der Arbeit nehmen die Tafeln und die Erklärung der Figuren ein, ohne daß eine Gesamtübersicht über die Verteilung der Lymphgefäße gegeben wird. Die Befunde FOHMANNs stimmen, soweit aus den Figuren zu ersehen ist, mit denen der vorhergehenden Forscher überein und werden weiter unten bei der speziellen Beschreibung der Lymphgefäße noch berücksichtigt werden.

J. MÜLLER (1839) macht über die Lymphgefäße der Myxinoiden kurze Angaben und bemerkt von Teleostiern nur, daß zwischen den Augenmuskeln bedeutende Lymphräume liegen, aus welchen, wie z. B. beim Hecht, bei Eröffnung der Augenhöhlen von unten eine große Menge von Lymphe hervordringt.

HYRTL (1843) richtet, durch die Entdeckung des Kaudalherzens beim Aal durch Marshall HALL dazu veranlaßt, seine Aufmerksamkeit hauptsächlich auf die Lymphherzen und -sinusse der Fische, macht aber dabei auch einige wertvolle Bemerkungen über die Verteilung der Lymphgefäße. Er bestätigt zunächst die Befunde Marshall HALLs beim Aal und findet bei allen von ihm untersuchten Fischen außer *Gadus lota* am Schwanz einen paarigen Behälter, welcher Lymphgefäße aufnimmt und in die Kaudalvene mündet.

Die Behälter stehen miteinander in Kommunikation. Ob dieselben selbständig pulsieren wie beim Aal, konnte HYRTL nicht mit Sicherheit entscheiden. Weiterhin beschreibt er sehr eingehend das lymphatische Seitengefäß mit seinen subkutanen Nebenzweigen und die subkutanen Sinus an der Anheftungsstelle der Brust- und Bauchflossen. Bei *Silurus* findet er drei Seitengefäßstämme, die sich hinten vereinigen und wie die einfachen Seitengefäßstämme in den Kaudalsinus münden. Vorn ergießt sich das Seitengefäß in den jederseitigen Kopfsinus. Letzterer ist kontraktile und verbindet sich mittelst eines Ausführungsganges mit der Jugularvene. Beim Lachs und bei der Forelle erweitert sich das vordere Ende des Seitengefäßes, krümmt sich nach abwärts und mündet in die »Hohlvene« (d. i. in die Vena cardinalis post.) Bei *Perca*, *Tinca* und *Cottus* ergießt sich das Seitengefäß sowohl in den Kopfsinus wie auch in die Vena cardinalis post. Verbindet sich das Seitengefäß mit dem Kopfsinus, so nimmt es noch vorher »die Wassergefäße der Mund- und Rachenschleimhaut, des Kiemengerüstes, der Zunge und der Membrana branchiostega« auf, während die Lymphgefäße des Kopfes und namentlich der Augenhöhlen mit der Vena jugularis zusammenhängen. Bei *Leuciscus* nimmt der Kaudalsinus noch einen im Spinalkanal verlaufenden Stamm auf.

ROBIN (1845) hat den lateralen Lymphstamm bei *Labrax lupus* injiziert. Es füllten sich dabei nicht nur die subkutanen Lymphgefäße und diejenigen der Flossen, sondern auch die des Rectums, der Genitalien, der Schwimmblase, der Umgebung der Nieren und des Mesenteriums. ROBIN behauptet mit Nachdruck, daß die Kommunikation zwischen dem Lateralgefäß und denjenigen des Abdomens durch die Gefäße der Kloakengegend vermittelt wird. Das Seitengefäß mündet in die Ductus Cuvieri. Innerhalb der Leibeshöhle verlaufen mehrere subperitoneale Lymphstämme dem Körper entlang.

Nachdem VOGT bereits im Jahre 1843 durch Injektionen Verbindungen zwischen den Schleimgängen der Fische und dem Lymphgefäß- und Venensystem nachgewiesen zu haben glaubte, welche durch einen Klappenapparat so beschaffen sind, daß aus den Schleimgängen Flüssigkeiten in die Lymphgefäße und Venen, nicht aber aus diesen in jene übergehen können, behandelt er denselben Gegenstand ausführlich in seiner in Gemeinschaft mit AGASSIZ herausgegebenen »Anatomie des Salmones« (1845) und kommt, sowie auch AGASSIZ (1850), in kurzen Mitteilungen noch einmal darauf zurück. Unter dem Kapitel der »Schleimkanäle« beschreiben die beiden For-

scher in ihrem Hauptwerk, wie es ihnen gelungen sei, am Körper der Fische einen Kanal darzustellen, welcher der Ansicht HYRTLS entgegen ohne Seitenäste versehen ist. Am Schwanz angelangt gabelt sich derselbe in einen auf- und einen absteigenden Schenkel. Dabei füllt sich von demselben aus ein der Schwanzflosse jederseits anliegender Sack, der kontraktile ist und in die V. cardinalis mündet. Die beiden Säcke stehen auch untereinander in Verbindung. Am Kopfe öffnet sich »der laterale Kanal« in einen ziemlich geräumigen Behälter, der durch eine mit einer starken Klappe versehene Spalte in den Ductus Cuvieri mündet. Wie aus dem Obigen hervorgeht, haben die Verfasser den lymphatischen Seitenstamm tatsächlich dargestellt, mit ihm zugleich aber auch den Schleimkanal der Seitenlinie, wodurch sie irregeleitet wurden. In ihrer weiteren Beschreibung der vier in den Kopfbehälter mündenden Kanäle vermögen sie sich von dem Irrtum nicht mehr freizumachen und behaupten, daß die Lymphgefäße sich mit den Schleimkanälen verbinden. Letztere würden durch Poren in der Haut mit dem Wasser in Kommunikation stehen und erstere mit dem Venensystem. Eine derartige Auffassung der einsaugenden Funktion der Lymphgefäße finden wir bereits bei MONRO (1787) ausgesprochen, welcher durch Injektionen bei Rochen nachzuweisen suchte, daß die Lymphgefäße mittelst vieler, feiner, regelmäßig verteilter Öffnungen auf der Haut ausmünden. Von den erwähnten vier von AGASSIZ und VOGT beschriebenen Kanälen ist der erste wohl sicher als Schleimkanal anzusehen, der zweite soll von den drei ersten Kiemenbögen und der dritte und vierte hauptsächlich von dem vierten Kiemenbogen herkommen. Der dritte Kanal kommuniziert mit dem entsprechenden Kanal der anderen Körperhälfte, und diese Anastomose nimmt die beiden großen Lymphgefäße auf, welche die Aorta begleiten und die Lymphe aus den Eingeweiden sammeln.

Dem gleichen Irrtum, daß Schleimkanäle und Lymphgefäße miteinander zusammenhängen, ist auch SAPPEY (1880) verfallen. Wir schließen daher die Ergebnisse seiner Untersuchungen hier sogleich an, obwohl seine Arbeit zeitlich viel später erschienen ist. Letztere hat hinsichtlich der Technik und eines Teils der Untersuchungsergebnisse von seiten P. MAYERS (1888) bereits eine scharfe Kritik erfahren, aber auch den Befunden SAPPEYS bezüglich der Verteilung der Lymphgefäße gegenüber verhält sich P. MAYER ablehnend, da er sämtliche bei Fischen beschriebene Lymphgefäße, selbst die von HYRTL bei Knochenfischen dargestellten als Venen betrachtet. In-

dessen lassen sich ebenso wie in der Arbeit von AGASSIZ und VOGT auch bei SAPPEY verschiedene wichtige Beobachtungen über die Lymphgefäße auffinden. In dem »Conduits mucipares et vaisseaux lymphatiques des poissons osseux« überschriebenen Kapitel werden zunächst die Schleimkanäle und dann die Lymphgefäße behandelt. Letztere besitzen drei hauptsächliche Ursprünge: die Eingeweide, die Muskeln und die Hautdecke. In letzterer verlaufen zwei große laterale, zwei dorsale und zwei ventrale Stämme. Der laterale Stamm ist an den Mündungen der intersegmentalen Seitenäste etwas erweitert und zwischen denselben eingengt. Mit seinem hinteren Ende mündet der Seitenstamm in eine abgeplattete Ampulle. Beide Ampullen stehen miteinander in Kommunikation, ergießen ihren Inhalt aber nicht, wie HYRTL behauptet, in die V. caudalis, sondern in einen Ast der Hinterflossenvene. SAPPEY sieht die Ampulle nicht als ein kontraktiles Lymphherz an. Das vordere Ende des Seitenstammes verbindet sich unmittelbar mit dem Hals der V. jugularis. Der dorsale Stamm ist in der Regel doppelt; in der Höhe der Dorsalflosse, wo derselbe gewöhnlich unpaarig und nur selten paarig ist, verläuft derselbe in dem die Flossenstrahlen durchsetzenden Knochenkanal als starkes Gefäß, von welchem aus es leicht gelingt, den Seitenstamm und überhaupt das ganze Lymphgefäßsystem mit Quecksilber zu injizieren. An seinem vorderen und hinteren Ende finden sich nur kleine, ihm parallel verlaufende Stämmchen. Die ventralen Stämme sind ebenfalls paarig und nur im Gebiet der Analflosse unpaarig. An der Basis der Bauch- und Brustflosse findet sich stets ein kurzer Stamm. Alle diese Stämme sind durch die oben erwähnten intersegmentalen Äste miteinander verbunden. In den Flossen selbst findet sich ein sehr feines Lymphgefäßnetz.

Von tiefen oder muskulären Stämmen unterscheidet SAPPEY dorsale, intraspinale und subvertebrale. Die paarigen dorsalen verlaufen zu beiden Seiten eines unter der Dorsalflosse liegenden Muskelbündels. Weiter nach vorn nähern sie sich der Wirbelsäule, ohne ihre Längsrichtung aufzugeben. Eine Menge von kleinen Zweigen verbindet sie mit dem dorsalen subkutanen Stamme und mit dem intraspinalen. Letzterer ist der größte der tiefen Stämme und hat als Sammelgefäß dieselbe Bedeutung wie der Seitenstamm. Er erstreckt sich vom letzten Schwanzwirbel bis zum ersten Halswirbel, welchen er umkreist, um sich in die V. jugularis zu ergießen. Der Stamm liegt im Spinalkanal und nur bei *Perca* und *Esox* in einem gesonderten, von den Dornfortsätzen gebildeten Kanale. Er wird von einer Vene

begleitet und nicht, wie HYRTL beschreibt, von einem zweiten Lymphgefäßstamm, welcher in dem Kaudalsinus endigen würde. Nach SAPPEY hat der intravertebrale Stamm keine Kommunikation mit dem Kaudalsinus. Der dritte tiefe Stamm, nämlich der subvertebrale, liegt im Kaudalkanal unter der Kaudalvene. Weiterhin beschreibt SAPPEY seine Befunde an *Pleuronectes*, welche wir übergehen, da es schwierig ist, sich in denselben zurechtzufinden.

Wenn schon die Verwechslung der Schleimkanäle und Lymphgefäße und die von P. MAYER richtiggestellte Beschreibung der kontraktilen Organe bei Rajiden das Vertrauen zu SAPPEY erschüttert haben, so tut dies noch nachdrücklicher folgender zum Schlusse angeführte Satz: »Rappelons que tous les vaisseaux lymphatiques musculaires, de même que ceux de la peau, communiquent avec les capillaires veineux, et qu'en les injectant on remplit non seulement ces capillaires, mais les rameaux, les branches et même les troncs qui en dépendent.«

In der chronologischen Reihenfolge folgt auf die Arbeiten von AGASSIZ und VOGT das Handbuch der Zootomie von STANNIUS (1854), in welchem die Ergebnisse früherer Forscher durch eigene Untersuchungen ergänzt zur Darstellung gelangen. Am Rumpf unterscheidet STANNIUS als wichtigste Gefäße die den *Truncus lateralis nervi vagi* begleitenden Seitenstämme, welche aus den *Ligamenta intermuscularia* zahlreiche Quergefäße erhalten. Letztere »bewirken eine Kommunikation mehrerer mehr dorsal gelegenen Längsgefäße mit dem Seitenlängsstamme«. Ferner führt er einen unpaarigen epigastrischen Längsstamm an, welcher zwischen den ventralen Hälften der beiden Seitenmuskeln nach vorn verläuft. In ihn münden die Gefäße der Afterflosse und auch die Quergefäße der *Ligamenta intermuscularia*. Zu den untergeordneten oberflächlichen Längsstämmen rechnet er die Längsstämme, die bei *Silurus* und *Cottus* durch die Knickungswinkel der Myomeren des Seitenmuskels verlaufen, und ferner einen Stamm, der »an der oberen Grenze des Seitenmuskels und dem Längsmuskel der Rückenflosse oder längs der Basis der Rückenflosse« verläuft. Alle diese Längsstämme stehen durch die in den Myokommata liegenden Quergefäße in Verbindung. An der Basis der Brustflossen befindet sich ein Sinus, in welchen die Gefäße der Flossenstrahlen einmünden. Der Seitenlängsstamm und der Längsstamm des *Canalis spinalis* münden unter Vermittelung eines kontraktilen Kaudalsinus in die V. caudalis. Eine zweite ständige Verbindung der Lymphgefäße mit den Venen findet sich »an der Über-

gangsstelle der V. vertebralis ant. in den Truncus transversus«. Dort sammeln sich die vom Kopfe, den Kiemen und vom Rumpfe kommenden Lymphgefäße in einem Sinus, der ebensowenig kontraktile ist wie die Lymphgefäße selbst. Bezüglich der Lymphgefäße des Kopfes folgt STANNIUS den Berichten von AGASSIZ und VOGT.

MILNE EDWARDS (1859) gibt in seinem bekannten Werke nur eine zusammenfassende Übersicht über die Untersuchungen des Lymphgefäßsystems der Fische, ohne selbst etwas zu denselben beigetragen zu haben.

Hierauf folgen zeitlich die sehr bemerkenswerten, aber vollständig in Vergessenheit geratenen Arbeiten von JOURDAIN (1867 und 1868) über das Lymphgefäßsystem von *Gadus morrhua* und *Conger* mit denen wir zugleich auch die anderen, viel später veröffentlichten Mitteilungen desselben Forschers besprechen wollen.

Die Lymphgefäße von *Gadus* gelangen zu einer beträchtlichen Entwicklung. Sowohl diese sowie die großen Lymphbehälter sind von einer Gefäßmembran begrenzt. Ein aus Lymphgefäßstämmen und kleineren Kavitäten bestehender großer gemeinschaftlicher Sinus bildet in der Höhe des Schultergürtels eine Art Halsband. Die bedeutendste Kavität liegt zu beiden Seiten des Craniums unter der Kopfniere und vor der Schwimmblase. Am Zusammenfluß der beiden Hälften des gemeinsamen Sinus in der Mittellinie unter dem Herzen befindet sich eine Erweiterung, in welche die Lymphgefäße der Kiemenbogen, des Branchiostegalapparates und eines Teiles des Gesichtes münden. Von rückwärts erhält der Sinus comm. 1. einen unpaaren Stamm aus der ventralen Mittellinie. In letzteren münden die Lymphgefäße der ventralen Flossen und die intersegmentalen Lymphgefäße des Seitenmuskels ein. Derselbe Stamm umgibt ringförmig den Anus und anastomosiert in diesem Gebiet mit den perirenalen Behältern, mit den Lymphgefäßen des Endabschnittes des Verdauungstractus, mit denen der Ovidukte und der Harnblase und mit denen der Analflosse. In den Sinus comm. münden ferner 2. paarige Stämme aus den Sinus der Brustflossen, 3. die paarigen Seitenstämme mit ihren intersegmentalen Ästen. Jenseits des Anus vereinigen sich letztere zu einem bogenförmigen Gefäß, welches unter den die Rücken- und Schwanzflosse entfaltenden Muskeln gelegen ist und sich an den unter den Flossenstrahlen verlaufenden Stamm anschließt. In seiner Endpartie nimmt der Seitenstamm fächerförmig angeordnete Gefäße auf, welche aus einem halbmondförmigen Kanal an der Basis der Schwanzflosse ihren Ursprung nehmen. An seiner

Mündung in den Sinus comm. wird der Seitenstamm durch ein die Lymphe aus den Seitenteilen des Kopfes ableitendes Gefäß verstärkt. 4. In den Hämapophysen des Schwanzes verläuft unter der A. und V. caudalis ein Lymphkanal, welcher aus dem an der Basis der Schwanzflosse liegenden Gefäß entspringt und federförmige Äste der unteren Dornfortsätze aufnimmt. Der Kaudalkanal entsendet in der Höhe eines jeden Wirbelkörpers eine Anastomose zu dem im Wirbelkanal verlaufenden Lymphgefäß, welches HYRTL als solches richtig beschrieben hat. In der Leibeshöhle gabelt sich der Kaudalkanal und verläuft jederseits in dem prismatischen Raum, welcher sich zwischen der Schwimmblase und Leibeswand befindet. Diese perirenalen Kanäle erhalten Äste von der Schwimmblase, von der Harnblase und subperitoneale Zweige von der Leibeswand. Vorne treten sie unter Vermittelung der vorderen Nierenlymphgefäße mit dem Sinus communis in Verbindung. Das intraspinal Lymphgefäß gabelt sich vor dem Occipitale und mündet ebenfalls in den Sinus communis. 5. Die Lymphgefäße des Darmtractus begleiten unter reichlicher Anastomosenbildung meistens paarig die Arterien. Aus der Vereinigung derselben und derjenigen der Leber und Milz entsteht ein voluminöser Stamm, welcher an der rechten Seite des Oesophagus entlang läuft, Lymphgefäße aus dem Eierstock aufnimmt und sich in den Sinus communis ergießt. Der Sinus communis mündet, nachdem er noch Lymphgefäße aus den oberen Partien des Kiemenkorbes, des Operculums und der Orbita aufgenommen hat, verengt in die V. cardinalis ant. etwas hinter ihrem Austritt aus der Orbita. Die Mündung ist mit einer doppelten Klappe versehen. Die von HYRTL beschriebene durch das Kaudalherz vermittelte Verbindung zwischen Lymph- und Venensystem stellt JOURDAIN als möglich dar, nicht aber die von FOHMANN behaupteten zahlreichen Verbindungen.

Diese Arbeit JOURDAINS findet durch seine an *Conger* ausgeführten Untersuchungen insofern eine Ergänzung, als bei *Conger* die Existenz der subvertebralen Stämme (Ductus thoracici) nachgewiesen wird. Das kaudale Lymphgefäß bei *Conger* nimmt die der Verzweigung der A. caudalis entsprechenden Lymphgefäßäste aus den Flossen, Muskeln und der Haut des hinteren Körperabschnittes auf. In der Bauchhöhle gabelt sich das kaudale Lymphgefäß am hinteren Ende der Niere in die zwei subvertebralen Stämme, welche in einer Rinne der Wirbelsäule liegen. Sie sammeln die Lymphe aus der Schwimmblase, aus den Genitalien und den Eingeweiden. In der Höhe der Kiemenbögen nimmt jeder Subvertebralstamm ein

dicke Gefäß auf, welches sich in so viele Äste teilt, als Kiemenbogen vorhanden sind, und ferner ein Gefäß von dem Branchiostegalapparate. Unter dem 2. oder 3. Wirbel anastomosieren die beiden Stämme untereinander und ergießen sich in die Kopfsinus, welche in die Venae cardinales ant. ausmünden.

In seiner 1880 veröffentlichten Arbeit bemerkt JOURDAIN, daß beim *Python* ebenso wie bei Fischen drei subkutane longitudinale Lymphstämme existieren, und zwar einer in der Mittellinie des Bauches und die beiden anderen in den Seitenlinien. Alle drei stehen miteinander durch transversale Äste in Verbindung. Die Lymphgefäße der unpaarigen Flossen bilden eine der Wurzeln der Lymphgefäße.

Über die Gefäßverteilung in den Flossen von jungen Exemplaren von *Platessa vulgaris* berichtet JOURDAIN in seiner Mitteilung vom Jahre 1880. Jeder Strahl wird von sechs Gefäßen begleitet, und zwar von drei auf jeder Seite. Eines von diesen ist eine Arterie, das andere eine Vene, die übrigen Lymphgefäße. Von letzteren führen die einen die Lymphe zur Spitze des Strahles, die anderen zur Basis.

Die nun zeitlich folgenden Arbeiten von MELNIKOW (1867) und LANGER (1870) behandeln nur die Lymphgefäße der Darmwand.

Weitere wertvolle Beiträge zur Kenntnis des Lymphgefäßsystems bei Fischen liefern die Arbeiten von TROIS, zumal da sie sich vorwiegend auf bis dahin noch nicht untersuchte Fischarten erstrecken. Seine ersten Arbeiten waren uns leider nicht zugänglich, doch entnehmen wir aus seiner Arbeit vom Jahre 1878 und aus dem Literaturbericht von FAVARO (1906), daß TROIS in denselben die Literatur über die Lymphgefäße der Fische und einen Teil seiner Beobachtungen an *Lophius piscatorius* angeführt hat.

In seiner Arbeit vom Jahre 1878 beschreibt TROIS bei *Lophius piscatorius* einen oberflächlichen Seitenlymphstamm nebst seinen Verästelungen in den Myosepten, der der Arterie entlang verläuft, und einen zweiten intermuskulären, der die Vene begleitet. Beide münden vereint in den Sinus cephalicus. Beide Lymphstämme sind durch zahlreiche Anastomosen verbunden, zwischen denen gleichsam eingescheldet die genannten Blutgefäße verlaufen. Ferner beschreibt TROIS den dorsalen Lymphstamm als ein bei allen Arten konstant auftretendes Gefäß. Dasselbe teilt sich an der zweiten Rückenflosse in drei Gefäße, von denen zwei seitlich an den Basen der Flossenstrahlen, das dritte in den Bogen derselben verlaufen. Nach vorne zu nähern sich die Gefäße einander derartig, daß sie wie ein einziges zutage treten. Der Dorsalstamm steht mit den Seitenstämmen

in Verbindung und nimmt die Lymphgefäße der Flossen und die subkutanen Gefäße der occipito-frontalen Gegend auf. — Die abdominalen Stämme sind auf der Strecke zwischen Schultergürtel und Anus paarig und „esaminati con diligenza, si vedono constare della riunione di piu vasi insieme riuniti da irregolari anastomosi“. Sie nehmen die Lymphgefäße der Analflosse auf und verbinden sich mit den transversalen Ästen des Seitenstammes. An der Brustflosse wird jeder Flossenstrahl von zwei Lymphgefäßen begleitet. Sie sammeln sich in einem gemeinsamen Gefäß an der Basis, aus welchem 3—4 Gefäße die Lymphe in den Kopfsinus leiten.

Die Seitenstämme jeder Körperhälfte münden vereint in den Kopfsinus der betreffenden Seite. Beide Kopfsinus vereinigen sich in der Mittellinie untereinander. In diese Anastomose mündet der aus dem Zusammenfluß der Abdominalstämme hervorgehende unpaarige Stamm. Ferner beschreibt TROIS noch ein tiefes oder submuskuläres Lymphgefäßsystem, welches hauptsächlich aus zwei Stämmen besteht, von denen der eine in den Neuralbogen, der andere in den Hämabogen der Wirbelsäule entlang verläuft. Die Stämme stehen durch interspinale Gefäße miteinander in Verbindung und nehmen aus den Myosepten 9—10 interkostale Lymphgefäße auf. Auch stehen sie sowohl mit den Dorsalstämmen als auch den Abdominalstämmen in Verbindung. Schließlich berichtet TROIS über Lymphgefäßnetze in der Haut, an den Kiemenbögen, am Diaphragma, welche letztere in die Kopfsinus münden, und ferner an der Leber, Gallenblase, Milz, an dem Magen, Darm, an der Harnblase, an den Ovarien und Augen.

In seiner weiteren Arbeit vom Jahre 1880 beschreibt TROIS das Lymphgefäßsystem bei *Uranoscopus scaber*, welches im allgemeinen die gleiche Anordnung aufweist wie bei *Lophius*. Der Seitenstamm ist sehr stark, besitzt bis 4 mm im Durchmesser, ober- und unterhalb desselben verlaufen noch akzessorische Stämme dem Körper entlang, welche zwischen den transversalen Ästen noch sekundäre Verbindungen herstellen. Der dorsale Stamm ist einfach, der abdominale doppelt. Das submuskuläre Lymphgefäßsystem verhält sich ähnlich wie bei *Lophius*, ebenso die Lymphgefäße der Kiemen, der Leber und Eingeweide. Bemerkenswert ist die Angabe, daß die Lymphgefäße des Magens und der Eingeweide sich zu einem größeren Stamme auf der rechten Seite des Ösophagus und zu einem kleineren auf seiner linken Seite vereinigen.

Die beiden folgenden Arbeiten von TROIS (1881) befassen sich

mit den Lymphgefäßen der Pleuronectiden, die nur in gewissen Punkten von denen anderer Fische abweichen. Der Seitenlymphstamm, dessen Existenz von SAPPEY bei Pleuronectiden gelegnet wird, ist stets vorhanden, weicht aber insofern von der Verlaufsrichtung des Schleimkanals ab, als derselbe gleichsam die Sehne des sich dorsalwärts bogenförmig vorwölbenden Schleimkanals bildet. *Arnoglossus* besitzt überdies noch zwei akzessorische Seitenstämme, durch welche weitere Verbindungen zwischen den transversalen Ästen hergestellt werden. Fernerhin wird der dorsale und abdominale Längsstamm beschrieben, welche durch die Basalstücke der Flossenstrahlen verlaufen und die von letzteren kommenden Lymphgefäße aufnehmen. Jeder Flossenstrahl wird mindestens von je einem Lymphgefäß auf jeder Seite begleitet. Bei gelungener Injektion kann man jedoch beobachten, daß jedes Gefäß sich aus 2—3 durch zahlreiche Anastomosen verbundenen Gefäßen zusammensetzt. Weiter berichtet er über die tiefen, submuskulären Stämme, von denen er außer den erwähnten spinalen und subvertebralen Stämmen noch zwei weitere unterscheidet, welche etwa in der Mitte der Strahlenträger auf der dorsalen und ventralen Körperseite in longitudinaler Richtung verlaufen. Es werden schließlich noch die Lymphgefäße der Eingeweide und die Lymphgefäßnetze in der Haut des Kopfes und um die Augen beschrieben.

In seiner letzten Mitteilung über *Motella tricirrata* und *M. maculata* beschreibt TROIS (1882) alle vorher angeführten Lymphgefäße und insbesondere den dorsalen und abdominalen und die lateralen Längsstämme, ferner akzessorische Seitenstämme, ein ringförmiges, das Auge umgebendes Gefäß, Lymphgefäße in der Membrana branchiostega, den spinalen Längsstamm und paarige subvertebrale Stämme, welche die V. caudalis seitlich begleiten und durch Anastomosen in unregelmäßigen Zwischenräumen miteinander in Verbindung stehen. Oberhalb des Wirbelkanals verläuft das von SAPPEY beim Hecht beobachtete interspinale Längsgefäß und ein ihm entsprechendes in dem postanal Abschnitt. Schließlich wird noch angeführt, daß in der Schleimhaut des Mundes sich außerordentlich reichliche Lymphgefäßnetze ausbreiten.

Obwohl sich die Arbeit von HOPKINS (1893) mit den Lymphgefäßen eines Vertreters der Ganoiden, nämlich *Amia calva*, beschäftigt, führen wir sie dennoch hier an, zumal da die Ergebnisse, zu denen HOPKINS gelangt, sich mit den Resultaten der Forscher, welche ihre Untersuchungen an Teleostiern angestellt haben, sehr gut decken.

Die Ergebnisse von HOPKINS sind für uns um so wertvoller, als dieselben dartun, daß das Grundprinzip der Anordnung der Lymphgefäße sowohl für die Fischordnung der Teleostier wie für die der Ganoiden Geltung besitzt.

HOPKINS unterscheidet bei *Amia* subkutane und viscerele Lymphgefäße. In der Seitenlinie liegt der longitudinale Seitenstamm mit seinen zahlreichen (transversalen) Seitenästen. Von den unpaarigen Stämmen wird der dorsale und ventrale Längsstamm erwähnt. An der Basis jeder Brustflosse befindet sich ein weiterer Lymphsinus, der durch ein am Hinterrande des Schultergürtels verlaufendes Gefäß mit dem Lateralstamm und durch ein anderes mit dem Perikardialsinus in Verbindung steht. Der Seitenstamm verläuft nach Aufnahme des Astes vom Pektoralisinus unter dem Schultergürtel hindurch und öffnet sich in den weiten Kopfsinus, der sich gegen die Orbita hin verfolgen läßt. Der Sinus mündet auf der Ventralseite in die Jugularvene. Das Ausflußgefäß ist mit einer Klappe versehen. Ein anderes, ebenfalls mit einer Klappe versehenes Gefäß führt aus ihm in den Perikardialsinus. Am Schwanzende mündet der Seitenstamm in den verhältnismäßig großen Kaudalsinus, welcher sich in die Kaudalvene ergießt und durch eine Klappe abgeschlossen wird. Die Sinus der beiden Seiten stehen mittels zweier Gefäße in Kommunikation miteinander. Zwischen dem Dorsal- und Seitenstamm besteht am Schwanz eine direkte Verbindung, eine ebensolche beobachtete HOPKINS in einem Falle auch zwischen dem Ventral- und Seitenstamm. Der Ventralstamm beginnt an der Basis der Schwanzflosse und empfängt Äste von der Anal- und Beckenflosse, von denen jede an ihrer Basis einen kleinen Sinus besitzt. Der Ventralstamm mündet vorne gegabelt in den Perikardialsinus. Der Dorsalstamm verläuft in der Mittellinie vom Schwanzende bis zum Kopf, spaltet sich an der Basis cranii in zwei Äste, von denen jeder in den Kopfsinus der entsprechenden Seite mündet. Unter den Lymphgefäßen der Eingeweide lassen sich drei breite Sinus und die in dieselben mündenden Lymphgefäße unterscheiden. Zwei von den Sinus liegen zu den Seiten des Ösophagus (der linke ist stets größer als der rechte), und der dritte breitet sich längs der Wand der Schwimmblase auf der rechten Seite aus. Letzterer mündet in den Sinus des Ösophagus der rechten Seite und die Sinus des Ösophagus sollen nach HOPKINS direkt in die Ductus Cuvieri der betreffenden Seite, und zwar mittels dreier Öffnungen münden.

In seiner die Lymphräume des Gehörorgans der Fische be-

handelnden Arbeit tut NUSBAUM (1903) auch der Lymphgefäße Erwähnung. Er hat, SAPPEY folgend, bei Cyprinoiden die Lateralstämme, einen dorsalen Stamm, der an der Basis der Radien der dorsalen Flosse verläuft, einen Stamm an der Basis der Analflosse, einen Stamm oder Lymphsinus, der in dem Wirbelsäulekanal oberhalb des Rückenmarkes, und einen unpaarigen Lymphsinus, der in der Gegend der paarigen Vorderflossen zwischen der Haut, den Muskeln dieser Flossen und dem paarigen Peritonealblatte sich erstreckt, beobachtet.

FAVARO (1906) bespricht in seiner umfangreichen Arbeit über die Verteilung der Gefäße und über die Sinus in der Schwanzregion der Fische auch die Anordnung der Lymphgefäße. Bei Teleostiern unterscheidet er einen dorsalen und ventralen longitudinalen Lymphstamm, ferner die Seitenstämme und schließlich ein Vas lymphaticum neurale, welches dorsal vom Rückenmark innerhalb oder außerhalb des Rückenmarkskanals verläuft, bei der Mehrzahl der Physostomen aber fehlt, und zwei hämale Lymphgefäßstämme, welche durch Anastomosen untereinander und mit den anderen Längsstämmen verbunden sind. Die gleiche Anordnung besitzen die Lymphgefäßstämme auch bei der von FAVARO untersuchten Forelle, bei welcher noch die transversalen, in den Seitenstamm mündenden Äste und ein reiches Lymphgefäßnetz in der Fettflosse erwähnt wird. Eine ausführliche Beschreibung erfährt der Bau des Kaudalsinus, welcher sich aus einem Atrium und einem Ventrikel zusammensetzt.

JOSSIFOW (1905—1906) hat die Lymphgefäße bei *Conger vulgaris* und *Anguilla anguilla* untersucht. Er teilt dieselben in eigentliche Lymphgefäße und Milchsäftgefäße ein und findet, daß letztere die Blutgefäße umschneiden. Nach der Schilderung der Milchsäftgefäße beschreibt er den Verlauf der beiden Ductus thoracici, welche er »trones lymphatiques périvertébraux« nennt. Der im Schwanzabschnitt noch einheitliche Stamm spaltet sich gegen die Bauchhöhle aufsteigend in zwei, welche bis zum Kopf verlaufen. Der Stamm liegt in einem Kanal, dessen Dorsalwand die Wirbelsäule und dessen Seitenwände derbes Bindegewebe bildet. In demselben verläuft die Arterie zu oberst, der Lymphstamm zu unterst, dazwischen die Vene. Von dem Schwanzabschnitt des Lymphstammes behauptet JOSSIFOW: »L'injection a démontré en premier lieu, que le vaisseau caudal est formé par la confluence des branches lymphatiques latérales qui prennent naissance dans la musculature de la queue, et, en second lieu, que ce vaisseau ne communique pas avec la veine caudale.« Am Kopf münden die paarigen Stämme in die Kopfsinus, in der

Höhe des 4. Wirbels verbinden sie sich durch eine quere Anastomose und in der Höhe des 15.—16. Wirbels münden die Milchsäftgefäße in den rechten Stamm. Die Seitenstämme, deren Ursprung zu ermitteln JOSSIFOW nicht gelungen ist, verlaufen auf eine gewisse Strecke den ihnen entsprechenden Blutgefäßen parallel. Die Kopfsinus sind von dreieckiger Form und werden von den Oberkieferknochen und den Respirationsmuskeln bedeckt. Sowohl die Mündung des Perivertebralstammes in den Sinus als auch dessen Mündung in die Vena jugularis ist mit halbmondförmigen Klappen versehen. Am Schwanzende befindet sich ein paariges Lymphherz. Die perivertebralen Stämme von *Anguilla* verhalten sich im großen und ganzen denen von *Conger* ähnlich, nur füllen sich bei der Injektion derselben auch die Lymphgefäße der Kiemen und Sinus, die zu beiden Seiten der Wirbelsäule gelegen sind und Lymphgefäße aus der Mucosa der Kiemen aufnehmen. Die Perivertebralstämme münden in die Kopfsinus und diese in die Vv. jugulares. Während die Kaudalherzen als aktive Propulsionsorgane angesehen werden, stellen die Kopfsinus nur Behälter dar, auf welche die Bewegungen des Kiemenapparates einwirken.

JOSSIFOW hat seine Arbeit in Paris und an dem gleichen Material ausgeführt wie JOURDAIN, erwähnt aber letzteren nicht mit einem Worte. Seine Arbeit, welche wir vergleichshalber mit Absicht ausführlich zitiert haben, ist 27 Jahre nach derjenigen JOURDAINS veröffentlicht, stellt aber, wie wir sehen, nicht den geringsten Fortschritt gegenüber der anderen dar.

Die bei weitem genauesten Angaben über das Lymphgefäßsystem der Fische liefert ALLEN in mehreren sich zum Teil ergänzenden Arbeiten. Zwei derselben handeln über die Verteilung der Lymphgefäße in der Kopf- und Schwanzregion der Ganoiden *Polyodon* und *Lepisosteus*. Eine beschäftigt sich mit der Entwicklung der venolymphatischen Gefäße in der Schwanzregion des Myxinoiden *Polistotrema stouti* und zwei, die zugleich für uns die wichtigsten sind, mit den Lymphgefäßen der Teleostier *Scorpaenichthys marmoratus* und in der Schwanzregion auch mit denen von *Clinocottus analis*. Im folgenden wollen wir nur eine allgemeine Übersicht über die Verteilung der Lymphgefäße bei *Scorpaenichthys* geben und auf Einzelheiten erst bei der Besprechung unserer eigenen Untersuchungen eingehen. ALLEN unterscheidet am Rumpf oberflächliche und tiefe Lymphgefäße und unter den ersteren vier Stämme, nämlich die beiden Seitenstämme und den dorsalen und ventralen Längsstamm. Jeder

der Seitenstämme geht unter dem Schultergürtel hindurch und spaltet sich in zwei Äste, von denen der obere nach Aufnahme eines Gabelastes des spinalen Lymphgefäßes sich in den unter dem Hyomandibulare gelegenen Kopfsinus und der tiefere sich in den Perikardialsinus ergießt. Auf seinem Verlauf nimmt der Seitenstamm zahlreiche dorsale und ventrale Queräste auf, welche mit dem Dorsal- und Ventralstamm in Kommunikation stehen. Der Dorsalstamm verläuft unter der Haut in der Medianlinie. Im Bereich der Dorsalflosse spaltet er sich in drei Stämme, von denen zwei lateral und einer durch den Basalkanal der Flossenstrahlen verlaufen. Diese Gefäße stehen durch zahlreiche Anastomosen miteinander in Verbindung und nehmen die Lymphgefäße aus der Flosse auf. Vorne endigt der Dorsalstamm nicht unmittelbar in dem Kopfsinus, sondern vereinigt sich zunächst mit den Kopflymphgefäßen, die sich dann in den Kopfsinus ergießen. Der Ventralstamm ist im Bereich der Analflosse paarig. Zwischen den Bauchflossen bildet er einen Behälter, welcher die Lymphe aus den Flossensinus aufnimmt. Vorne mündet er in den Perikardialsinus. Auf seinem ganzen Verlaufe steht er mit den transversalen Ästen des Seitenstammes und den hämalen Gefäßen in Verbindung. Der am meisten kranialwärts gelegene transversale Ast wird als Pektorsinus bezeichnet. In der Schwanzregion bestehen ebenfalls die vier longitudinalen subkutanen Stämme, zu denen dann noch zwei tiefe Stämme hinzukommen. Sämtliche verbinden sich miteinander, was ALLEN ausführlich beschreibt, nicht aber mit einem Kaudalherz, noch mit den Blutgefäßen.

Das tiefe oder submuskuläre Lymphgefäßsystem wird von zwei Hauptstämmen gebildet. Der myelonale oder obere Längsstamm, der bei *Scorpaenichthys* das größte und wichtigste Gefäß ist, verläuft im Rückenmarkskanal direkt über dem Rückenmark, durch ein Septum von letzterem geschieden. Am Kopf gabelt er sich und die Gabeläste vereinigen sich mit dem Seitenstamm der entsprechenden Seite; am Schwanz tritt er ebenfalls mit dem Seitenstamm in Verbindung. Auf seinem ganzen Verlauf nimmt er zahlreiche mit dem dorsalen Längsstamm kommunizierende interspinale Gefäße auf. Den zweiten tiefen Längsstamm bildet der »longitudinal haemal« oder »inferior spinal lymphatic trunk«, welcher im Hämarkanal verläuft. Unter dem letzten Wirbel ist derselbe ein ganz unscheinbares Gefäß, welches wohl nur sehr wenig Lymphe aus dem Schwanzgebiet aufnimmt. Auf seinem Verlaufe empfängt er mit dem ventralen Längsstamm kommunizierende Hämalgefäße und mündet in den Abdominalsinus.

Der letztere liegt direkt unter der Niere, mündet vorne in den Kopf- und Perikardialsinus und nimmt zahlreiche kleine Gefäße von den Geschlechtsorganen, den großen Eingeweidelymphstamm und einige interkostale Gefäße auf, welche eine Verbindung mit dem tiefen ventralen Lymphstamm herstellen. Letzterer hat einen ähnlichen Verlauf wie der oberflächliche ventrale Längsstamm und ergießt sich in den Perikardialsinus.

Am Kopf lassen sich ebenfalls oberflächliche und tiefe Lymphstämme unterscheiden. Der oberflächliche hat zwei Ursprungsäste, der dorsale kommt vom Munde und von der Umgebung der Riechgrube, während der ventrale dem Maxillare folgt. Nach ihrer Vereinigung verläuft der Stamm nach hinten und mündet in den Kopfsinus. Der tiefe Stamm ließ sich nur in der Orbita auffinden und weiterhin kaudalwärts nur auf eine kurze Strecke verfolgen. Derselbe mündet wahrscheinlich in den Abdominalsinus. Ferner wurden am Kopf noch zwei Hyoidgefäße aufgefunden, von denen das eine auf der Ober-, das andere auf der Unterseite des Hyoids verläuft. Letzterer sammelt die Lymphe aus der Branchiostegalgegend und erweitert sich nach Aufnahme des oberen Astes in einen Sinus, welcher sich in den Kopfsinus ergießt.

Die Eingeweidelymphgefäße sammeln sich in einem Stamme, welcher der A. coeliaco-mesenterica folgt und in den Abdominalsinus mündet.

Die Befunde ALLENS über die Verteilung der subkutanen Lymphgefäße am Kopf von *Polyodon* und *Lepisosteus* und am Schwanz von letzterem stimmen im allgemeinen mit der bei *Scorpaenichthys* überein. Da *Polyodon* sich durch den Mangel an sinuös erweiterten Gefäßen auszeichnet, steht er nach der Ansicht von ALLEN den Selachiern näher, während *Lepisosteus*, dessen »subkutane Gefäße dünnwandig und entschieden sinusähnlich sind«, mehr den Teleostiern ähnelt.

Neuerdings hat McCURE (1913) an einem großen Material von Embryonen von Ganoiden und Salmoniden die Entwicklung der Lymphgefäße untersucht. Im Einklang mit seiner schon früher geäußerten Ansicht behauptet McCURE, daß das Kanalsystem der sich entwickelnden Lymphgefäße nicht von Anfang an mit den Venen in kontinuierlichem Zusammenhange steht, sondern durch eine Serie von unabhängigen und diskontinuierlichen Lymphsäcken oder Lymphräumen dargestellt wird, welche später miteinander zusammenfließen und an bestimmten Punkten sich mit den Venen vereinigen, um 'das kontinuierliche Lymphsystem der Erwachsenen zu bilden. Sobald

letzteres beim Forellenembryo hergestellt ist, lassen sich folgende Hauptgefäßstämme unterscheiden: 1. Das laterale pharyngeale Lymphgefäß, welches eine oberflächliche Lage in der lateralen Wand des Pharynx einnimmt und die direkte Fortsetzung des Seitenstammes nach vorne zu bildet. Dieses Gefäß kann mit der *Cardinalis ant.* an ihrer Mündung in den *Ductus Cuvieri* zusammen mit dem Seitengefäß in Verbindung treten oder auch weiter vorne oder an beiden Punkten. Diese Kommunikationspunkte können in der Ein- oder Mehrzahl vorhanden sein; 2. der subokulare Lymphsack. Es ist dies in diesem Entwicklungsstadium ein relativ sehr weiter Lymphsack, welcher auf der ventro-medialen Seite der kaudalen Hälfte jedes Auges gelegen ist und in das laterale pharyngeale Lymphgefäß mündet; 3. das mediale pharyngeale Lymphgefäß, welches medial tiefer gelegen ist als das erste. Dasselbe verläuft etwa von der Mitte des lateralen Pharyngealgefäßes, mit welchem es öfters kommuniziert, schräg nach vorne und mündet in die *Cardinalis ant.* kaudal von dem Punkte, wo letztere die Schädelhöhle verläßt; 4. die präkardinalen oder jugularen Lymphgefäße, welche sich längs der *Cardinalis ant.* entwickeln und am kaudalen Ende des Gehörorgans in das laterale Pharyngealgefäß münden. Durch dieses System von Gefäßen gelangen in späteren Stadien auch die mesenterialen Lymphgefäße in das laterale Pharyngealgefäß.

Bei der Besprechung der Literatur haben wir die an den Lymphgefäßen der Selachier ausgeführten Untersuchungen der Forscher vollständig übergegangen, weil die gewonnenen Resultate unserer Meinung nach zurzeit noch zu wenig gefestigt sind, als daß sie ohne weiteres zu einem Vergleich mit den an anderen Fischordnungen erzielten herangezogen werden können. Abgesehen von den bereits früher geäußerten Zweifeln MAYERS (1888) bezüglich des Vorhandenseins von Lymphgefäßen bei Selachiern, stehen sich auch in neuerer Zeit die Ansichten von NEUVILLE (1901) einerseits und die von VIALLETON (1902) und DIAMARE (1913) andererseits gegenüber.

5. Die Verteilung der Lymphgefäße im I. Stadium.

Die Lymphgefäße der Fische wurden von früheren Forschern in Milchgefäße und lymphatische Gefäße (MONRO) oder in Lymphgefäße der Körperhöhlen und periphere (STANNIUS) oder in tiefe und oberflächliche (MILNE EDWARDS, TROIS, SAPPEY) eingeteilt. Der Anordnung der Blutgefäße entsprechend unterscheiden wir ober-

flächliche und tiefe Lymphgefäße des Kopfes und des Rumpfes und werden dieselben auch in dieser Reihenfolge besprechen. Die jüngsten von uns untersuchten Forellenembryonen waren eben ausgeschlüpft, während die ältesten den Dottersack verloren und die Gestalt der erwachsenen Fische bereits angenommen hatten. Während die Anzahl der durch Injektionen darstellbaren Lymphgefäße am Kopf und Rumpf der eben ausgeschlüpften Embryonen verhältnismäßig sehr gering war, steigerte sich dieselbe in dem Maße, wie die Embryonen wuchsen. Infolgedessen stellte sich die Notwendigkeit heraus, die bei den Embryonen am frühesten angelegten Lymphgefäße gesondert zu betrachten. Da diese Gefäße zugleich die Hauptgefäßstämme sind, die auch in den späteren Stadien die größte Bedeutung haben, stellen wir sie als primäre den sich später entwickelnden und das Lymphgefäßsystem vervollkommnenden sekundären entgegen.

Der Hauptlymphstamm des Kopfes, wir bezeichnen denselben als *Truncus lymphaticus jugularis* (Tafelfig. 3 *Tlj*), verläuft zu beiden Seiten des Kopfes lateral von der *Vena jugularis*. Er entsteht aus dem Zusammenfluß eines oberflächlichen (*Rstj*) und eines tiefen Astes (*Rptj*). Der oberflächliche läßt sich bei unseren Embryonen durch Injektion bis an den hinteren Rand der Orbita verfolgen, der tiefe bis zur Gegend, wo die Orbita sich an das Mittelhirn anlehnt. Wird die Kanüle behufs Ausführung einer Injektion in die seitliche Gesichtsgegend unterhalb des Gehörorgans eingestochen, so füllen sich stets die genannten Aste und der Stamm des *Truncus*. An dem oberflächlichen Aste entsteht jedoch am Orbitalrande meistens ein Extravasat, aus welchem die Injektionsmasse in einen großen, unterhalb des *Bulbus oculi* gelegenen Raum eindringt. In der Überzeugung, daß dieser Raum durch die in die Orbita vorgetriebene Injektionsmasse erst künstlich geschaffen wird, legten wir demselben anfangs keinerlei Bedeutung bei. Erst nachdem die 1913 erschienene Mitteilung von McCLOURE zu unserer Kenntnis gelangt war und wir uns an Schnitten von der Existenz dieses Raumes überzeugt hatten, wandten wir demselben größere Aufmerksamkeit zu. Nach McCLOURE soll dieser Raum, den er als subokularen Lymphsack bezeichnet, aus mesenchymatösen Höhlungen und Spalten, welche »medial zu dem kaudalen Ende des Auges zusammenstoßen«, hervorgehen. Diese Höhlungen fließen schließlich zusammen, um zuerst einen mehrkammerigen und dann einen einheitlichen Sack zu bilden. Nach McCLOURE dient der Lymphsack als ein lokales und unabhängiges Reservoir für die Lymphe, welche er aus dem Kopfe aufnimmt und

so lange zurückhält, bis derselbe schließlich mit dem lateralen pharyngealen Lymphgefäß in Verbindung tritt. Vorher sei es nicht möglich, den subokularen Lymphsack von den Venen aus oder auch die Vene von den ersteren aus zu injizieren. Die Verbindung tritt bei *Salmo Gairdneri* erst am 22. Tage nach der Befruchtung auf, scheint indessen nicht ganz beständig zu sein. Wenigstens konnte McCURE bei einigen Embryonen die Verbindung nur auf einer Körperseite feststellen, während dieselbe auf der anderen fehlte. Bei Embryonen von Ganoiden (*Amia* und *Lepidosteus*) steht der subokulare Lymphsack während einer gewissen Entwicklungsperiode in unzweifelhafter Weise direkt mit den Venen in Zusammenhang. Alsdann löst sich der Lymphsack von den Venen los und scheint auch fernerhin ohne Verbindung mit den Venen und dem übrigen Lymphgefäßsystem zu bleiben. Dort, wo bei Forellenembryonen der Subokularsack liegt, verläuft bei Ganoiden ein Lymphgefäß, welches in das vordere Ende des lateralen pharyngealen Lymphgefäßes mündet und welches bei Forellenembryonen nicht vorhanden ist.

Über die erste Entwicklung des Subokularsackes bei Forellen können wir nichts aussagen, da wir nicht Gelegenheit hatten, so junge Stadien wie McCURE zu untersuchen, und können nur feststellen, daß der Lymphsack bei frisch ausgeschlüpften Embryonen bereits vorhanden ist, die ganze ventrale Wand der Orbita bis zur Trabecula communis einnimmt und sich vorne und hinten noch eine Strecke bogenförmig um den Bulbus herumlegt. Nur von den Extravasaten aus ist es uns gelungen, denselben mit Injektionsmasse zu füllen, und können wir auch nicht angeben, ob der Lymphsack einen Abfluß besitzt und, wenn dies der Fall ist, wo derselbe zu suchen ist. In unserer kurzen Mitteilung (1915) hatten wir behauptet, daß der oberflächliche Ast des Truncus jugularis in dem subokularen Lymphsack entspringt. Das ist nicht richtig. Derselbe läßt sich bei jungen Embryonen nur bis zum hinteren Rande der Orbita verfolgen, später aber bis in die Orbita hinein, doch liegt er dann unmittelbar unterhalb des Lymphsackes, von welchem er nur durch eine dünne Schicht von Bindegewebe getrennt ist. Dieser Umstand macht es verständlich, weshalb an dieser Stelle so leicht Zerreißen entstehen und der Lymphsack von dem oberflächlichen Aste des Truncus aus gefüllt werden kann. Ferner wird dadurch auch der Befund McCURES aufgeklärt, daß bei Ganoidenembryonen an Stelle des subokularen Lymphsackes eine Fortsetzung des lateralen pharyngealen Lymphgefäßes vorhanden ist. Wie wir weiter unten sehen werden, ent-

spricht letzteres Gefäß unserem oberflächlichen Gesichtsaste, und dieser setzt sich nach unseren Befunden bei älteren Forellenembryonen ebenfalls in die Orbita fort; somit würde bezüglich der Lage und des Verlaufes dieser Gefäße bei Forellen und Ganoiden vollkommene Übereinstimmung herrschen. Nur das Verhältnis des subokularen Lymphsackes zu dem übrigen Lymphgefäß- resp. zu dem Blutgefäßsystem würde noch rätselhaft und fernerer Untersuchungen aufgespart bleiben.

Der vom hinteren Rande der Orbita entspringende oberflächliche Ast des Truncus verläuft dann in schräger Richtung kaudal- und dorsalwärts bis etwa zur Mitte des äußeren (horizontalen) Bogenganges, von wo er sich dann unterhalb desselben gerade nach hinten wendet. Auf dieser Strecke nimmt das Gefäß außer zahlreichen kleinen und unbedeutenden Ästen einen größeren auf, welcher in einem gewissen Abstand von dem Subokularsack dem Rande des Oberkiefers entlang verläuft (Tafelfig. 3 Rmax). In diesen Ast münden an seinem proximalen Ende zwei kleine Zweige unter einem fast rechten Winkel ein. Diese beiden Zweige sind in den meisten Injektionspräparaten kaum angedeutet und könnten leicht übersehen werden, wenn sie sich in späteren Stadien nicht zu ansehnlichen Gefäßen entwickeln würden. Mit diesen Zweigen steht wahrscheinlich schon in diesem Entwicklungsstadium der Embryonen ein Lymphgefäß in Verbindung, welches in der Mittellinie des Unterkiefers auf dessen Ventralseite ziemlich oberflächlich verläuft und sich über dem Hyoid etwas verbreitert. Dieses Gefäß durch Injektion darzustellen, ist uns nicht gelungen, doch haben wir uns von dessen Existenz an Sorionschnitten überzeugt, ohne aber seine Verbindung mit den oben erwähnten Zweigen mit Sicherheit festgestellt zu haben. Da dieselbe aber in späteren Stadien vorhanden ist, so müssen wir annehmen, daß sie sich bereits in den frühen Stadien entwickelt. Wir werden auf dies Gefäß später noch ausführlicher zurückkommen.

Unter der Mitte des horizontalen Bogenganges vereinigt sich mit dem oberflächlichen Gesichtsaste der tiefe Ast. Derselbe läßt sich bis zu der Stelle verfolgen, wo die V. jugularis durch das spätere Foramen jugulare in die Schädelhöhle eintritt. Er verläuft von dort in schräger Richtung von vorne und medial nach hinten und lateral längs des Hyomandibulare bis zu seiner Vereinigung mit dem oberflächlichen Aste. An einigen Präparaten konnten wir feststellen, daß der tiefe Ast bereits in diesem frühen Stadium erstens in der Gegend des späteren Foramen jugulare mit einem Lymphgefäß in Kommunikation tritt, welches die V. jugularis an ihrer lateralen Seite be-

gleitet und zweitens noch einmal mit diesem weiter kaudalwärts an der Mündung der Unterkiefer-Kiemendeckelvene in die V. jugularis. Diese Anastomosen scheinen erst in der Ausbildung begriffen zu sein, da sie sich unter den zahlreichen Präparaten nur einige Male feststellen ließen. Dasselbe scheint auch bezüglich des Begleitgefäßes der V. jugularis, das wir unten noch genauer kennenlernen werden, der Fall zu sein.

Der aus dem Zusammenfluß des oberflächlichen und tiefen Astes gebildete Truncus jugularis verläuft weiterhin unmittelbar unter dem horizontalen Bogengange kaudalwärts und nimmt auf dieser Strecke zwei Nebenzweige auf, von denen der vordere über den horizontalen Bogengang hinweg (Tafelfig. 3 m), der andere hinter dem hinteren Bogengange dorsalwärts (Tafelfig. 3 h) verläuft. An einzelnen Präparaten gelangten die beiden Zweige zur Vereinigung und verliefen in der vom Mittelhirn bezugsweise von dem sich entwickelnden Kleinhirn und von der Medulla oblongata gebildeten Furche auf die Dorsalseite, wo sie sich jederseits zu einem Sinus zu erweitern beginnen. In das Endstück des Hauptstammes ergießen sich noch zahlreiche kleine Äste, die untereinander anastomosierend in jener Gegend ein feines Netz bilden und mit den noch zu besprechenden Lymphgefäßen der Schädelbasis in Kommunikation stehen. Der Truncus mündet mit einem Ast in die Vena cardinalis posterior und mit einem zweiten in das zu einem Sinus erweiterte vordere Ende des Seitenstammes. Bei der Injektion des letzteren nach dem Kopf zu dringt die Injektionsmasse nur ganz ausnahmsweise in den Truncus ein, injiziert man aber vom Kopf aus, dann füllt sich stets auch der vordere Abschnitt des Seitenstammes, was dafür spricht, daß dieser Weg mit-samt der anderen Mündung in die V. cardinalis post. die natürlichen Abflußwege der Lymphe aus dem Truncus darstellen.

Wie erwähnt, bilden die kleinen Äste des Endstückes des Truncus ein Netzwerk von Ästen an der lateralen Seite der Schädelbasis. Von diesem gehen weitere Zweige aus, welche der Mittellinie der Schädelbasis zustreben. Schon unmittelbar nach dem Ausschlüpfen der Embryonen dringen einzelne dieser Lymphgefäßäste in der Gegend der Mündung der 3. und 4. Kiemenvene und auch kaudal von denselben bis zur Aorta selbst vor und breiten sich an letzterer in oraler und caudaler Richtung aus. Diese Gefäße sind noch sehr unvollkommen ausgebildet, was an ihren unscharfen Konturen zu erkennen ist. Auch reichen sie nur ausnahmsweise über die Mittellinie hinüber. Schon wenig später zeigen sie bereits ihre volle Ent-

wicklung, und es treten die Lymphgefäße der rechten und linken Kopfseite an der gemeinsamen Mündung der 3. und 4. Kiemenvene in der Mittellinie mittelst zweier Anastomosen miteinander in Verbindung, indem die eine Anastomose vor, die andere hinter dem Mündungsstamm der Venen in die Aorta gelegen ist. Nach vorne zu setzen sich die Lymphgefäße am Aortenstamm entlang jederseits bis höchstens zu seiner Gabelung fort, nach hinten zu lassen sich dieselben als ansehnliche einheitliche Stämme an injizierten Präparaten bis etwa zum 10. Rumpfmylemer verfolgen. Auch an Schnitten lassen sich die Stämme bis zu dieser Gegend leicht nachweisen, darüber hinaus aber wird ihr Lumen diskontinuierlich und ist an einzelnen sichtbar, an anderen geschwunden, so daß eine weitere Verfolgung nicht recht möglich ist. Der rechte Stamm scheint kaudalwärts weiter zu reichen als der linke. Diese Stämme stellen, wie aus unseren Untersuchungen der späteren Stadien hervorgeht, die Kopfabschnitte der Ductus thoracici dar, welche sich der obigen Beschreibung nach unabhängig von ihrem im Rumpf gelegenen Anteil entwickeln würden.

Am Rumpf läßt sich unmittelbar nach dem Ausschlüpfen der Embryonen der in der Seitenlinie verlaufende Stamm stets mit Leichtigkeit injizieren, stellt also ein Gefäß dar, das sich bereits frühzeitig entwickelt. Eine Zeitlang waren wir im Zweifel, ob dieser Stamm tatsächlich ein Lymphgefäß ist, denn so oft wir einen auf dem Objektträger liegenden lebenden Embryo bei geeigneter Beleuchtung und Vergrößerung untersuchten, fanden wir in dem Gefäß der Seitenlinie zahlreiche sich kranialwärts fortbewegende rote Blutkörperchen, wie sie sonst nur in Blutgefäßen angetroffen werden. Sorgt man dafür, daß der Embryo längere Zeit in ruhiger Lage verharrt, ohne daß er an der Oberfläche eintrocknet, so schwinden die Blutkörperchen aus dem Gefäß, und sein Inhalt wird klar und durchscheinend. Dieser Umstand sowie die vorgenommenen Injektionen des Seitenstammes als auch die gesondert ausgeführten Injektionen von Arterien und Venen, schließlich auch die Untersuchung der Serienschnitte überzeugten uns, daß wir es mit einem Lymphgefäß zu tun haben. Durch die der Untersuchung vorausgehenden Manipulationen des Herausfischens des Embryos und des Auflegens auf den Objektträger sowie durch seine eigenen Abwehrbewegungen dringen offenbar Blutkörperchen aus den Blutgefäßen in die Lymphgefäße ein und können so leicht zu Täuschungen Anlaß geben. Interessant wäre es festzustellen, auf welchem Wege dies geschieht?

Doch haben wir darüber außer in der Arbeit von CLARK (1909) keine genaueren Anhaltspunkte. CLARK beobachtete nämlich, daß bei Froschlarven die Zellen der Lymphgefäßwände Blutkörperchen aktiv aufnehmen und dem Inhalt des Gefäßes einverleiben können. Ein solcher Vorgang beansprucht jedoch eine längere Zeit und käme hier wohl nicht in Betracht. Eher wäre an eine Diapedese durch die noch zarten Wandungen der Blutgefäße und an ein Eindringen in die noch sehr zartwandigen Lymphgefäße oder auch an einen zeitweiligen Rückfluß des Blutes aus den Blutgefäßen in das an der Mündung noch klappenlose Lymphgefäß zu denken. Eine solche Füllung der Lymphgefäße mit Blut ist bei Embryonen höherer Tiere eine recht häufige Erscheinung und ist von einem von uns bei Schweins-embryonen oft beobachtet worden.

Der Lymphstamm (Tafelfig. 3 *Tll*) beginnt am Schwanz an der Stelle, wo sich die Chorda dorsalwärts krümmt, und verläuft dann in der Seitenlinie bis zum Kopf. Dabei liegt derselbe in dem auf Durchschnitten dreieckigen Raume, welchen die dorsalen und ventralen Myomeren miteinander bilden, am oberflächlichsten. Erst später bildet sich zwischen demselben und der Haut noch der Schleimkanal der Seitenlinie aus. Unterhalb des Lymphstammes verläuft der Seitennerv. In den Myosepten kommt sowohl der Lymphstamm wie der Seitennerv in den Gefäßgabeln zu liegen, welche die aus der Tiefe aufsteigende Arterie und Vene bilden.

Der Anzahl der Myosepten entsprechend, nimmt der Seitenstamm die gleiche Anzahl von Seitenästen auf, welche oberflächlich in den Myosepten verlaufen (Fig. 3 *Ris*). Die Seitenäste lassen sich in diesem Entwicklungsstadium meist nur bis zur Hälfte ihrer Länge injizieren, reichen also offenbar noch nicht bis zur dorsalen und ventralen Mittellinie. Nur am vorderen Ende des Seitenstammes finden sich auf der Ventralseite im Bereich des Dottersackes längere Gefäße, welche auf die Wand des letzteren übergreifen. Alle Seitenäste münden unter spitzem Winkel in den Stamm ein. Im Anfangsteil des Stammes im Schwanzabschnitt vermischt sich diese regelmäßige Anordnung der Gefäße insofern, als zwischen dem Stamm und seinen Seitenästen noch zahlreiche kleine Verbindungsäste vorhanden sind. Bei aufmerksamer Durchsicht der Injektionspräparate lassen sich solche kleine Anastomosen längs des ganzen Stammes in ziemlich großer Anzahl feststellen, und zwar nicht nur zwischen dem Stamm und den Seitenästen, sondern auch vielfach als Kollateralen am Stamme selbst, indem dieselben an einer Stelle vom Stamme abgehen und sich nach kurzem Verlauf

an einer oder mehreren anderen Stellen wieder mit ihm vereinigen. Ferner kann man noch beobachten, daß in den Myosepten, wo die Seitenäste in den Stamm münden, sich eine Lücke in dem letzteren befindet. Durch diese steigt ein Nervenast zu dem daselbst liegenden Hautsinnesorgan auf. Alle diese Bilder deuten darauf hin, daß sich der Seitenstamm nicht als einheitliches Gefäß anlegt, sondern in Form eines langgezogenen Netzwerkes oder eines Plexus, aus welchem sich erst später ein einheitlicher Stamm entwickelt. Bei gewissen Arten, wie dies TROIS bei Pleuronektiden beschreibt, bleiben die plexusartig angeordneten Gefäße zeitlebens bestehen und bieten nach seinen Worten »ein rankenförmiges Aussehen« dar.

Nach dem Kopfe zu verbreitert sich der Seitenstamm immer mehr und geht schließlich in einen Sinus (*Sl*) über. Letzterer hat annähernd die Form eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen eine Kathete dorsalwärts und dessen andere kranialwärts gerichtet ist. Durch seitliche Ausbuchtungen verwischt sich allerdings vielfach die Form des Dreiecks. Der kaudale Winkel des Sinus setzt sich in den Seitenstamm fort und der ventrale verlängert sich zu einem Ausflußrohr, unter dessen Vermittlung der Sinus in die Vena cardinalis post. mündet. Die Mündung liegt lateral zwischen der Vena cardinalis ant. und der V. cardinalis post. an der Stelle, wo beide in den Ductus Cuvieri zusammenfließen. Außerdem mündet hier noch der Hauptlymphstamm des Kopfes, und zwar mittelst eines feinen Gefäßes am kranialen Rande des Sinus in diesen selbst und ferner noch mittelst eines zweiten feinen Gefäßes neben dem Ausflußrohr des Sinus direkt in die Vena cardinalis post. Die gleiche Anordnung der Gefäße haben wir sowohl auf der rechten (Tafelfig. 4) wie auf der linken Körperseite (Tafelfig. 5) vorgefunden, nur ändert sich das Bild auf der linken Seite insofern, als hier noch die starke Vena vitellina an der gleichen Stelle in die Vene mündet.

¹ In unserer vorläufigen Mitteilung (1915) haben wir den Sinus des Seitenstammes kurzweg als Kopfsinus bezeichnet, da dies bei der Forelle der einzige an den Seiten des Körpers dicht hinter dem Kopf gelegene Sinus ist. Unsere weiteren Studien belehrten uns erst, daß der am Ende des Seitenstammes befindliche Sinus als ein Gebilde sui generis aufzufassen und nur in Gemeinschaft mit dem Hauptstamme des Kopfes als Homologon des Kopfsinus anderer Fische zu betrachten sei. Desgleichen hatten wir in unserer Mitteilung, der Beschreibung anderer Forscher folgend, angegeben, daß der Sinus und der eine Ast des Truncus in den Ductus Cuvieri mündet. Es ist wohl richtiger, nur den Gefäßabschnitt, welcher medial von der Einmündung der Vena jugularis liegt, als Ductus Cuvieri zu bezeichnen. Demnach würden die erwähnten Gefäße noch in die Vena card. post. münden.

Die Wände des Sinus bestehen nur aus einer dichteren Schicht von embryonalem Bindegewebe. Von kontraktile Elementen haben wir nichts wahrnehmen und bei der Untersuchung von lebenden Embryonen keinerlei selbständige Kontraktionen an dem Sinus feststellen können.

Fig. 2.



Netzartige Anlage des linksseitigen Ductus thoracicus bei einem eben ausgeschlüpften Embryo von 15 mm Länge. Die Anlage steht mit den tiefen intermyomeren Lymphgefäßästen, welche, soweit dieselben injiziert waren, mittels Punktierung dargestellt sind, in unmittelbarer Verbindung. Vergr. ungefähr 1/30.

Außer den oberflächlichen intermyomeren Ästen zweigt sich ferner in einem jeden Myoseptum der Seitenlinie ein Lymphgefäß ab, welches in schräger Richtung nach vorn bis zur Chorda dringt. Ungefähr auf halber Höhe der Chorda teilt es sich in einen auf- und absteigenden Ast, von denen in den ersten Tagen nach dem Ausschlüpfen nur der letztere gut sichtbar ist; doch lassen sich schon nach einiger Zeit auch die aufsteigenden Äste durch Injektion veranschaulichen. Diese tiefen intermyomeren Äste umgreifen die Chorda seitlich und die absteigenden dringen bis zu den großen Blutgefäßen des Körpers vor, wo sie in ein längs der Blutgefäße angeordnetes Netzwerk (Textfig. 2) übergehen. Dieses Netzwerk von Lymphgefäßen haben wir an mehreren eben ausgeschlüpften Embryonen zur Darstellung bringen können, und verhielt sich dasselbe an allen ungefähr in der auf der Textfig. 2 veranschaulichten Weise. Es dehnt sich hier zwischen dem 10. und 26. Myomer aus, kann aber noch weiter bis etwa zum 40. Myomer reichen, d. h. bis fast zum Ende der Bauchhöhle, da wir an unseren Injektionspräparaten auf der Strecke zwischen dem 26. und 40. Myomer vereinzelte Zweige des Netzes beobachten konnten. Dagegen konnte nicht festgestellt werden, daß das Netz nach vorn über das 10. Myomer hinausreicht. In allen beobachteten Fällen bestand hier eine Unterbrechung der Kontinuität der beiderseitigen Lymphgefäßnetze, hinter welcher sich weiter kranialwärts die paarigen vom Kopfe herkommenden Ductus thoracici bemerkbar machen. Unmittelbar nach dem Ausschlüpfen würden sich also in der Bauchhöhle durch Injektion vorn die beiden Ductus thoracici und weiterhin

nach einer kurzen Unterbrechung jederseits ein Netzwerk von Lymphgefäßen darstellen lassen, aus welchem sich erst die einheitlichen Ductus entwickeln. In der Tat findet man in nur wenig älteren Embryonen statt des Netzes jederseits einen bereits einheitlichen Stamm vor, der sich durch Einschmelzung gewisser Äste und Ausbildung anderer aus dem Netzwerk herausgebildet hat. Im Schwanzabschnitt jenseits der Bauchhöhle umspinnen die Ausläufer der absteigenden Äste die großen Blutgefäße, und die so gebildeten segmental angeordneten Gefäßnetze treten in der Längsrichtung miteinander in Kommunikation, stellen aber weder ein zusammenhängendes Netzwerk noch deutliche Längsstämme dar.

Unsere Befunde, welche wir an Serienschnitten von nicht injizierten Embryonen gleichen Alters wie die vorhergehenden angestellt haben, stimmen mit den durch Injektion gewonnenen im allgemeinen überein. Zunächst dem Kopfe sind an Querschnitten zu beiden Seiten der Aorta die weiten Lumina der Ductus thoracici zu sehen. Weiterhin verengern sich dieselben zu Spalten und verschwinden stellenweise fast vollständig. Ja, an einzelnen Schnitten sind die Lumina überhaupt nicht sichtbar. Noch weiter kaudalwärts tritt das spaltförmige Lumen wieder deutlicher hervor, auch lassen sich bereits hier und dort die seitlich an der Aorta absteigenden Äste und die Mündungen der tiefen intermyomeren Lymphgefäße erkennen, und noch weiter nach hinten bis zum Schwanz treten die Lumina und die absteigenden Äste noch deutlicher zutage.

Abgesehen von der allerersten Anlage der Lymphgefäße, welche wir an dem uns zu Gebote stehenden Material nicht verfolgen konnten, ist das Auftreten eines lymphatischen Netzes für den Entwicklungsgang der Lymphgefäße insbesondere ihrer großen Stämme von großem Interesse. Demnach würden sich die Stämme in Form eines Lymphgefäßnetzes anlegen und sich erst später aus diesem zu ihrer definitiven Gestalt heranbilden. Nur noch schwache Andeutungen einer solchen Entwicklungsphase haben wir oben bei der Beschreibung des Seitenstammes, und zwar in Form von kurzen Anastomosen zwischen dem Stamm und seinen Seitenästen, ferner von kollateralen Ästen längs des Stammes und schließlich noch von einem Netzwerk am Schwanzende desselben, kennengelernt. Einen ähnlichen Bildungsvorgang hat einer von uns bei der Entwicklung der Lymphsäcke bei Froschlarven, über deren Lymphgefäßsystem demnächst berichtet werden soll, beobachtet. Wenn dergleichen Bilder sich der allgemeinen Kenntnis bisher entzogen haben, so ist das wohl haupt-

sächlich dem Umstand zuzuschreiben, daß sie nur von kurzer Dauer sind und den definitiven Zuständen alsbald Platz machen.

Zur Vervollständigung des Bildes der Lymphgefäße im ersten Stadium wäre noch zu erwähnen, daß von der Anlage der Ductus thoracici in der Höhe des Afters sich vereinzelt Äste abzweigen und gegen die ventrale Oberfläche des Körpers vordringen. Eben- solche Gefäßäste lassen sich auch auf der Dorsalseite unterhalb der Rückenflosse beobachten und zu den die Chorda und das Rückenmark umgreifenden aufsteigenden intermyomeren Ästen verfolgen.

6. Die Verteilung der Lymphgefäße im II. Stadium.

Die im vorhergehenden beschriebenen primären Gefäßanlagen vervollkommen sich in der Folgezeit allmählich durch stärkere Entwicklung der bereits vorhandenen und durch Bildung von neuen Gefäßen, wodurch die ursprüngliche einfache Anordnung der Lymphgefäße recht kompliziert wird. Als Ausgangspunkt für die weitere Beschreibung haben wir diejenigen Entwicklungsstadien der Embryonen gewählt, in denen der Dottersack äußerlich nicht mehr sichtbar ist und die Embryonen die Gestalt von erwachsenen Fischen angenommen haben, was nach unseren Aufzeichnungen in etwa 8—10 Wochen nach dem Ausschlüpfen erfolgt. Außer den vollkommener ausgebildeten primären Gefäßen sind in diesem zweiten Stadium bereits fast alle in der Zwischenzeit hinzugekommenen sekundären vorhanden wodurch das Lymphgefäßsystem der Embryonen dem der erwachsenen Fische fast gleichkommt. Abgesehen von der Darlegung der Entwicklung der neu hinzukommenden sekundären Gefäße werden wir im folgenden zu untersuchen haben, inwiefern die von uns dargestellten Gefäße mit den aus der Literatur bekannten sich in Einklang bringen lassen. Für die meisten ist dies, wie wir sehen werden, sehr wohl möglich, nur bezüglich gewisser Gefäße sind wir in Zweifel geblieben, da die verschiedenen Spezies Unterschiede in der Anordnung erkennen lassen und da ferner gewisse Gefäße bei erwachsenen Formen sich zu größeren sinuösen Räumen erweitern, welche die Anordnung der Gefäße unter einem völlig veränderten Bilde erscheinen lassen. Dazu kommt noch der Umstand hinzu, daß nach den Befunden von HYRTL die Forelle zu denjenigen Ausnahmen gehört, welche einen den anderen Fischarten eigentümlichen Kopfsinus nicht besitzt. Derselbe wird hier durch den Truncus jugularis und durch den Sinus des Seitenstammes ersetzt. Infolgedessen münden

die Lymphgefäße des Kopfes nicht in die Vena jugularis, sondern sowohl in den Sinus des Seitenstammes wie auch in die Vena cardinalis posterior. Hierdurch wird die Identifizierung der Lymphgefäße und speziell derjenigen des Kopfes, um die es sich hier besonders handelt, außerordentlich erschwert und ist nur möglich, soweit dieselben von den Forschern genauer beschrieben und auf Figuren dargestellt worden sind.

a) Lymphgefäße des Kopfes.

Was zunächst den von McCURE bei Embryonen entdeckten Subokularsack anbetrifft, so ist derselbe auch in den älteren Entwicklungsstadien vorhanden, ist aber durch Injektion von den benachbarten Lymphgefäßen, insbesondere von dem Hauptstamm des Kopfes und von seinen Ästen aus, ebensowenig darstellbar wie bei ganz jungen Embryonen, es sei denn, daß sich ein Extravasat bildet, von welchem die Injektionsmasse in den Lymphsack eindringt. Da die Wände des letzteren sowie auch die Wände der benachbarten Lymphgefäße sich beim Wachstum der Embryonen gefestigt haben, so treten in späteren Stadien die Extravasate spärlicher auf und füllt sich infolgedessen der Sack von jenen aus seltener. Wie an Schnitten festgestellt werden kann, hat der Lymphsack auch bei älteren Embryonen die gleiche bedeutende Ausdehnung wie im ersten Stadium und behält dieselbe, wie es scheint, auch bei erwachsenen Fischen bei. Bei letzteren ist er von J. MÜLLER entdeckt und als Lymphraum bezeichnet worden, aus welchem man leicht eine größere Menge von Lymph sammeln kann. Im übrigen wird der Lymphsack von keinem Forscher sonst erwähnt, und seine Beziehungen zu den benachbarten Lymphgefäßen müssen fernerer Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Der oberflächliche Ast des Truncus jugularis, den man der Kürze halber auch als Ramus facialis bezeichnen kann, erstreckt sich bei den von uns untersuchten Embryonen des zweiten Stadiums über die Orbita und die Riechgrube hinaus bis vorne zur Haut des Mundrandes (Tafelfig. 6 Rstj). Hier beginnt derselbe mit feinen Gefäßen, welche zwischen die Anlagen der Zähne eindringen. Diese Gefäße fließen zu größeren Stämmchen zusammen und vereinigen sich mit den Lymphgefäßen, welche die Riechgrube mittelst eines dichten Netzes allseitig umgeben. Aus diesen geht dann ein Ast hervor, welcher vorne und ventral in die Orbita eindringt, unterhalb des Subokularsackes am Boden derselben verläuft und sie an ihrem

hinteren Rande an der Stelle verläßt, bis zu welcher wir im ersten Stadium den Gesichtsstast verfolgt hatten.

In das Lymphgefäßnetz der Riechgrube mündet von der drosomedialen Seite ein oder mehrere Lymphgefäße ein, welche mit dem später noch zu besprechenden supraorbitalen Aste in Verbindung stehen. Ferner anastomosieren mit den Gefäßen des Netzes Zweige des Oberkieferastes und die den Ramus maxillaris nervi trigemini begleitenden Lymphgefäße, von denen unten auch noch die Rede sein wird. Infolge dieser verschiedenen Verbindungen und Zuflüsse weist der Gesichtsstast des Truncus jugularis eine ansehnliche Stärke auf, ist jedoch in keinem seiner Teile sinuös erweitert und läßt auch bei gelungener Injektion keinerlei Verbindungen mit dem subokularen Lymphsack erkennen, obwohl jener dicht an dessen unteren Wand entlang läuft.

Über diesen ersten Abschnitt des Gesichtsstastes finden sich in der Literatur außer ganz allgemein gehaltenen Angaben (MONRO, HYRTL, JOURDAIN) nur einige wenige Bemerkungen. So hebt HEWSON ausdrücklich hervor, daß die Lymphgefäße der Orbita nicht dieser allein angehören, sondern von der Nase und vom oberen Teile des Mundes kommen. Gefäße am Mundrand sind auch von TROIS bei *Lophius piscatorius*, bei *Rhombus maximus* und bei *Pleuronectes Grohmanni* beobachtet und abgebildet, aber nicht beschrieben worden, und von ALLEN erfahren wir nur, daß das oberflächliche Gesichtsgefäß seinen Ursprung aus der Umrandung des Mundes nimmt.

Der Gesichtsstast des Truncus jugularis verläßt die Orbita ungefähr auf halber Höhe ihrer kaudalen Wand und verläuft dann in einem dorsalwärts konvexen Bogen längs des Ursprungs des M. adductor mandibulae. Auf diesem Wege nimmt er mehrere kleine, von dem Muskel kommende Zweige auf und ferner Äste, welche sich demselben von der Dorsalseite des Kopfes zuwenden. Der erste ist das supraorbitale Gefäß (Tafelfig. 6 Rso). Dasselbe umgibt die Orbita von der dorsalen Seite und tritt vorn mit dem Lymphgefäßnetz der Riechgrube in Verbindung. Auf seinem Verlaufe entsendet es noch Zweige, welche sich auf der Dorsalseite des Kopfes unter der Haut ausbreiten und daselbst eine regelmäßige Anordnung zu besitzen scheinen. Leider konnten diese Gefäße nicht genauer verfolgt werden, da sie sich nur in einem Präparat und noch dazu in unvollkommener Weise gefüllt hatten. Auch wiesen sie Eigentümlichkeiten auf, wie solche nur an sich entwickelnden Lymphgefäßen bei der Injektion beobachtet werden, nämlich unscharfe Konturen und zahlreiche kleine

Extravasate, woraus zu schließen ist, daß diese Gefäße erst in der Ausbildung begriffen sind.

Sehen wir von diesen Gefäßen auf der Dorsalseite des Kopfes ab, so würden bei den Forellenembryonen zwei Gefäße bestehen, von denen das eine als Gesichtsstast des Truncus die Orbita von der ventralen und der andere als supraorbitaler Ast dieselbe von der dorsalen Seite umgeben. Nun behauptet aber TROIS (1878, 1881, 1882), daß bei verschiedenen Fischen innerhalb der Orbita ein ringförmiges Sammelgefäß bestehe, welches er auch bei *Lophius* abbildet. Würde man sich lediglich an die kurze Beschreibung von TROIS halten, so müßte man annehmen, daß das von ihm gesehene Ringgefäß von den von uns beschriebenen Gefäßen völlig verschieden sei. Bei Betrachtung der Abbildung desselben bei *Lophius* erkennt man aber, daß das Ringgefäß hinten nicht geschlossen ist, sich also die Gefäße wahrscheinlich erst in der Tiefe vereinigen. Damit würde aber auch eine ziemliche Übereinstimmung mit den von uns beschriebenen Verhältnissen bestehen und der Unterschied auf die ungenaue Ausdrucksweise von TROIS zurückzuführen sein.

Das zweite von der dorsalen Seite in den oberflächlichen Ast des Truncus mündende Gefäß verläuft an dem hinteren Rande des vorderen Bogenganges (Tafelfig. 6 v) und verbindet sich dorsal mit dem später noch zu besprechenden mittleren und hinteren der über dem Gehörorgan sich ausbreitenden Gefäße. Dasselbe scheint nicht beständig zu sein und wurde von uns unter den zahlreichen Präparaten nur einige Male beobachtet.

Während sich der oberflächliche Ast des Truncus jugularis im ersten Stadium in seinem weiteren Verlauf bogenförmig nach hinten wendete, ändert sich seine Verlaufsrichtung in den späteren Stadien insofern, als in seine Bahn ein starker Gefäßring eingeschaltet ist (Tafelfig. 6 Lgr). Derselbe befindet sich an der Stelle, wo das Operculum und Praeoperculum sich mit dem Hyomandibulare verbindet, und zwar an der Innenseite des Kiemendeckels. In injiziertem Zustande macht sich der Ring mit außerordentlicher Deutlichkeit besonders bei jungen Exemplaren, bei denen der Kiemendeckel noch durchscheinend ist, bemerkbar, entzieht sich aber bei älteren Fischen wenn sie auch injiziert sind, der Betrachtung von außen. Bei nicht injizierten Embryonen läßt nur eine stärkere Anhäufung von Pigment die Lage des Ringes erkennen.

Der Gesichtsstast mündet vorne und unten in den Ring, und oben und hinten befindet sich sein Ausfluß. Soweit wir feststellen konnten,

bildet der dorsale Ringabschnitt die ursprüngliche Bahn des Gesichtastes, während der ventrale erst später hinzugekommen ist. Dieser Ring ist insofern von großer Bedeutung, als in denselben fast alle übrigen oberflächlichen Lymphgefäße des Kopfes münden. Der bedeutendste ist der uns bereits vom ersten Stadium her bekannte Oberkieferast, welcher dem seitlichen Mundrande parallel verläuft und am vorderen und unteren Umfange in den Gefäßring mündet. Er entspringt mit feinen Zweigen am seitlichen Mundrande, erhält daselbst auch Lymphgefäße von der Innen- und Außenseite des Maxillare und tritt vorne mit dem Gefäßnetz der Riechgrube in Verbindung¹. In seinem weiteren Verlaufe nimmt derselbe außer zahlreichen kleinen Zweigen einen größeren, vom Unterkiefer kommenden auf und schließlich die uns bereits vom ersten Stadium her bekannten zwei fast unter einem rechten Winkel in ihn mündenden Zweige. Ebenso wie der oben erwähnte Gefäßring tritt dieses von den beiden Gefäßen begrenzte Gebiet an allen Präparaten in charakteristischer Weise hervor, und zwar annähernd in der Form einer Sanduhr (Tafelfig. 6 *Sym*). Das von den beiden Gefäßen umgebene sanduhrförmige Gebiet entspricht genau der Lage und Größe des Symplecticum. Während dies Gefäßgebiet aber in den frühen Entwicklungsstadien von der ventralen Seite noch nicht vollständig geschlossen war, ist dies jetzt bereits der Fall. Hierzu trägt besonders ein Gefäß bei, welches von dem Gefäßring bogenförmig zum hinteren Rande des Symplecticum verläuft, sich mit dem daselbst verlaufenden Gefäß vereinigt und so eine zweite Verbindung zwischen dem Gefäßring und diesem Gefäßgebiet herstellt. In das am Vorderrande des Symplecticum verlaufende Gefäß mündet noch ein vom Unterkiefer kommender Ast, den wir später noch kennenlernen werden. Das Gefäß am Vorderrande des Symplecticum, welches wir als eines der primären kennengelernt hatten, setzt sich, wie später noch beschrieben werden wird, auf die dorsale Seite des Hyoids fort, dasjenige des Hinterrandes, das uns ebenfalls als primäres bekannt ist, verläuft an der ventralen Seite des Hyoids. Letzteres verdoppelt

¹ ALLEN (1906) erwähnt, daß AGASSIZ und VOGT (1845) einen »unteren Maxillarast« am oberflächlichen Lymphstamm beschreiben; indessen haben wir diese Angabe in der Arbeit von AGASSIZ und VOGT nicht auffinden können. Wohl aber wird ein supra- und infraorbitales Gefäß von diesen Autoren angeführt, das aber mit Bestimmtheit als Schleimkanal aufgefaßt werden muß, da ausdrücklich erwähnt wird, daß beide Gefäße sich mittels zahlreicher kleiner Löcher auf der Oberfläche der Haut öffnen.

sich alsbald (Tafelfig. 6 u. 7 *Rhv*). Beide Gefäße stehen durch zahlreiche Anastomosen miteinander in Verbindung und entsenden in kaudaler Richtung zahlreiche, einander parallel angeordnete Gefäßzweige, welche in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Radien in die Membrana branchiostega auslaufen. In dem Raume, welcher zwischen dem Gefäßring und den das Symplecticum umgebenden Gefäßen liegt, hat sich aus den ursprünglichen nur spärlichen Lymphgefäßzweigen ein feines Netzwerk von Gefäßen ausgebildet, von welchem einzelne Gefäße gegen die Peripherie des ganzen Operkularapparates ausstrahlen. Diese Gefäße, wie überhaupt alle Gefäße dieses Gebietes, waren bereits früheren Forschern bekannt, da bei der Beschreibung der Hautlymphgefäße von *Rhombus maximus* und *R. laevis* TROIS (1881) ausdrücklich darauf aufmerksam macht, daß die Lymphgefäße am Kopfe sehr reiche und schöne Netze bilden, besonders auf dem Maxillare, Intermaxillare, auf den Operkularknochen und auf der Membrana branchiostega, in welcher jeder Radius ein rankenförmiges Lymphgefäß zur Seite habe.

Von dem Oberkieferast geht ferner ein Gefäßzweig ab, der in der Tafelfig. 6 *Rp*. nur angedeutet, aber auf Tafelfig. 8 *Rp*. in seiner ganzen Ausdehnung dargestellt worden ist, nämlich das Lymphgefäß der Pseudobranchie. Dasselbe zweigt sich von dem Oberkieferast an der Stelle ab, wo sich das Symplecticum mit dem Hyomandibulare verbindet, und verläuft in schräger Richtung nach innen und vorne der Anheftung der Pseudobranchie entlang. Außer den aus den einzelnen Kiemenblättchen entspringenden Zweigen und zahlreichen, aus der ganzen Umgebung der Pseudobranchie kommenden kleinen Gefäßen, nimmt dasselbe noch Lymphgefäße aus der Orbita auf, welche erst nach der Herausnahme des Bulbus deutlich sichtbar werden. Dieselben beginnen am vorderen unteren Winkel der Orbita, woselbst sie mit dem vom Gefäßnetz des Riechorgans kommenden Gesichtsst des Truncus in Verbindung treten. Sie begleiten dann zu beiden Seiten den Maxillarast des Trigemini, indem sie unterhalb des Subokularsackes und medial von dem Gesichtsst in schräger Richtung am Boden der Orbita zu deren dorsalen und hinteren Winkel verlaufen und schließlich in das Lymphgefäß der Pseudobranchie münden. Nach Aufnahme der beschriebenen Äste wendet sich letzteres gegen die Mittellinie der Schädelbasis und geht an der Stelle, wo der arterielle Kopfkreis vorn am engsten ist, in das der gegenüberliegenden Seite über. An eben dieser Stelle setzt sich den Arterien entsprechend das Lymphgefäß jederseits in der Tiefe nach vorne fort, indem beide

Gefäße eine Strecke weit parallel verlaufen und dann ebenso wie die Arterien divergieren. Dort, wo das Lymphgefäß der Pseudobranchie die V. jugularis überkreuzt, verbindet es sich mit dem später noch zu besprechenden, die Vene begleitenden Lymphgefäß.

Hinsichtlich der Verteilung der Lymphgefäße des Gesichtes findet sich in der Literatur außer den bereits erwähnten Angaben die ausführlichste Beschreibung derselben bei ALLEN (1906, 1907). Der von ihm bei *Scorpaenichthys* angeführte »superficial facial lymphatic trunc« entspricht im allgemeinen dem von uns beschriebenen Gesichtsast des Hauptstammes. Etwas anders verhält es sich mit seinem »profundus facial lymphatic trunc«. Derselbe entspricht nicht dem von uns unterschiedenen und später noch zu besprechenden tiefen Aste des Truncus, sondern dem Verlauf und der Lage nach den oben beschriebenen Gefäßen, welche den Maxillarast des Trigemini begleiten, doch vermochte ALLEN das proximale Ende des Stammes nicht aufzufinden und behauptet, daß er in den Abdominalsinus mündet, während wir die zwei Gefäße bis zum Lymphgefäß der Pseudobranchie verfolgen konnten. Der Umstand, daß wir zwei und ALLEN nur ein Gefäß beobachtet hat, ist von geringerer Bedeutung, zumal da er erwähnt, daß sich das Gefäß innerhalb der Orbita spaltet und sich dann wieder vereinigt, wobei sich der Teilungsast sinuös erweitert. Nebenbei bemerkt, ist diese sinuöse Erweiterung nur gering und kann daher mit dem von McCURE und MÜLLER beschriebenen Subokularsack nicht in Parallele gesetzt werden. Da sich das von ALLEN beschriebene Gefäß nur auf die Orbita beschränkt und eine nur untergeordnete Bedeutung zu haben scheint, ist seine Bezeichnung als tiefer Gesichtsast wohl besser zu vermeiden. Die Lymphgefäße des Gesichtes bei *Polyodon* (1907) hat ALLEN, wie es scheint, mit denen von *Scorpaenichthys* selbst nicht zu identifizieren vermocht und sie zum Unterschied von jenen als »facial lymphatic trunc« und »anterior facial lymphatic trunc« bezeichnet. Letzteres würde noch am ehesten dem von uns beschriebenen, dem Oberkieferast entlang laufenden Ast des Hauptstammes entsprechen, den ersteren aber vermögen wir mit einem der von uns beobachteten Gefäße nicht zu identifizieren.

In den Gefäßring am Ansatz des Operkularapparates an das Hyomandibulare mündet von der Dorsalseite noch ein Lymphgefäßast, welcher sich in dem Raume zwischen den drei Bogengängen des Labyrinthes oberflächlich unter der Haut ausbreitet und mit einem noch weiter hinten von dem Hauptstamme sich abzweigenden Aste mehrfach in Verbindung tritt. Der Ast, wir wollen denselben als

den mittleren bezeichnen (Tafelfig. 6 m), verläuft ungefähr dem Innenrande des hinteren Bogenganges parallel und vereinigt sich mit dem oben erwähnten unbeständigen vorderen Aste, welcher am Innenrande des vorderen Bogenganges entlang läuft. Der hintere und mittlere Ast sind die ursprünglicheren Gefäße und sind im ersten Stadium bereits deutlich sichtbar. Nachdem sich das mittlere und hintere und eventuell auch noch das vordere Lymphgefäß der Bogengänge dorsal vereinigt haben, verläuft ein einzelnes Gefäß an der Stelle, wo der vordere und hintere Bogengang zusammenstößt und eine Einsenkung bildet, in einem nach hinten offenen Bogen dorsalwärts und erweitert sich jederseits zu einem recht umfangreichen Sinus (Tafelfig. 6 Sm). Die beiden Sinus machen sich bereits sehr frühzeitig bemerkbar, und ihre erste Anlage scheint in die Zeit unmittelbar nach dem Ausschlüpfen des Embryos zu fallen. Es sind dies zwei Lymphräume, welche auf der Medulla oblongata zu beiden Seiten des zapfenartig ausgezogenen Cerebellum gelagert sind. Sie besitzen die Form von Halbmonden, die mit ihren Konvexitäten einander zugekehrt sind. Wir wollen dieselben als Medullarsinus bezeichnen. Mit ihrem konvexen Vorderabschnitt lehnen sich die Sinus jederseits an die hinteren Bogengänge an und weiter medial an das Ende des Cerebellum. Die laterale Seite ist frei nach außen und unten gerichtet. Mit den lang ausgezogenen hinteren Spitzen stoßen die beiden Sinus in der Mittellinie zusammen und vereinigen sich zu einem breiten Stamm, welcher sich weiter kaudalwärts verschmälert und in der Mittellinie auf das Rückenmark fortsetzt. In jeden Sinus münden an seinem Vorderrande Gefäße, welche sich am hinteren Bogengang und nach vorn über das Mittelhirn ausbreiten, und an seinem medialen vom Cerebellum kommende Gefäße. Die Gefäße des Mittel- und Kleinhirns gehören mit den oben erwähnten Zweigen des Supraorbitalastes zu dem Komplex der dorsalen Kopfgefäße. In den hinteren einheitlichen Abschnitt der beiden Sinus münden ebenfalls Gefäße, welche die Medulla von beiden Seiten umgreifen. Das Abflußgefäß zu dem zwischen dem vorderen und hinteren Bogengange liegenden Ast geht von dem konvexen Vorderrande eines jeden Sinus ab.

Obwohl der über dem Rückenmark verlaufende Stamm von verschiedenen Forschern gesehen worden ist, so beschreiben nur wenige seinen vorderen Abschnitt und seine Verbindung mit den Lymphgefäßen des Kopfes. Nach HEWSON gabelt sich der Rückenmarksstamm vorne, und jeder Ast verbindet sich mit dem Ductus thoracicus der betreffenden Seite. MONRO erwähnt nur, daß der Stamm die

Lymph vom Rückenmark und »den oberen Teilen des Kopfes« ableitet und in den Kopfsinus mündet. Desgleichen behauptet JOURDAIN, daß sich derselbe vor dem Occipitale gabelt und jeder Gabelast in den Kopfsinus. SAPPEY dagegen, daß er in die V. jugularis mündet. Nach der Beschreibung von ALLEN teilt sich der Stamm, nachdem er den Schädel erreicht hat, und jeder Gabelast verbindet sich mit dem seitlich am ersten Wirbel gelegenen Occipitalsinus, welcher aus dem Zusammenfluß des Rückenmarks- und Seitenstammes entsteht und vermittelt des Kopfstammes (cranial lymphatic trunk) sich in den Kopfsinus ergießt. — Sehen wir von der Beschreibung SAPPEYS ab, so sind die Befunde der anderen angeführten Forscher insofern übereinstimmend, als fast alle den Rückenmarksstamm in den Kopfsinus münden lassen. Diese Art der Verbindung des letzteren mag für alle die Fische, welche einen Kopfsinus besitzen, Geltung haben, aber die Forelle gehört zu den Ausnahmen, denen der Kopfsinus fehlt, daher geht bei ihr der Rückenmarksstamm Verbindungen mit dem Truncus jugularis und seinen Ästen ein. Unaufgeklärt würde der Befund von SAPPEY bleiben. Ferner besteht noch ein Unterschied zwischen unseren Befunden und der Beschreibung ALLENS insofern, als unser Medullarsinus seinem Occipitalsinus nicht entspricht, weil ALLEN in letzteren den Seitenstamm münden läßt. Nach ALLENS eigenen Worten entsteht der Occipitalsinus nur durch den Zusammenfluß des starken Rückenmarks- und Seitenstammes und stellt eigentlich nur eine Erweiterung des Kopfstammes dar. Somit würden sich die bei *Scorpaenichthys* bestehenden Verhältnisse den Befunden der anderen Forscher nähern und sich durch die Existenz eines Kopfsinus erklären lassen. ALLEN erwähnt den Rückenmarksstamm weder bei *Polyodon* noch bei *Lepisosteus*, wohl aber bei letzterem einen Occipitalsinus, welcher ebenfalls den Seitenstamm aufnimmt und mit dem von ALLEN als »branchial lymphatic sinus« kommuniziert, also wiederum einen anderen Lymphraum als den Occipitalsinus bei *Scorpaenichthys* darstellt.

Mit den Lymphgefäßen des Gesichtes stehen diejenigen des Unterkiefers und Zungenbeins in unmittelbarer Verbindung. Von dem Oberkieferast des Gesichtsgefäßes zweigt sich ungefähr unter der Mitte des Auges ein Lymphgefäß (Tafelfig. 6 u. 7 *Rmanp*) ab, welches am inneren Rande der Mandibula bis zur Mittellinie nach vorn verläuft, ohne sich jedoch mit dem der anderen Seite am vorderen Winkel der Mandibula zu verbinden. An der vorderen Umrandung des Mundes erweitert sich das Gefäß recht ansehnlich und entsendet

zahlreiche feine Kapillaren in regelmäßigen Zwischenräumen zum inneren Rande des Unterkiefers, wo sie sich zwischen den Zahnanlagen ausbreiten. Außerdem entwickelt sich von den beiderseitigen Randgefäßen gegen die ventrale Mittellinie ein Gefäßnetz, welches im vorderen Winkel des Unterkiefers unmittelbar unter der Haut liegt. Ferner zweigt sich von dem Gefäß am Vorderrande des Symplecticum ein weiterer Ast ab (Tafelfig. 6 u. 7 *Rmans*), welcher medial zu dem vorhergehenden, demselben aber annähernd parallel verläuft und ebenfalls dem Unterkiefer zustrebt. Dieses Gefäß liegt oberflächlicher als das vorhergehende, steht aber mit letzteren durch Anastomosen in vielfacher Verbindung. Es verläuft jedoch nicht bis zur Spitze des Unterkieferwinkels, sondern beschreibt in einiger Entfernung von der Spitze einen nach vorn konvexen Bogen und vereinigt sich mit dem entsprechenden Gefäß der anderen Seite in der Mittellinie zu einem einheitlichen, nach hinten verlaufenden Stamme, den wir einstweilen als den medialen Stamm (Tafelfig. 7 *Tmm*) des Unterkiefers bezeichnen wollen. Es ist der Lage nach ebenderselbe Stamm, den wir bereits im ersten Stadium, allerdings nur an Schnitten beobachtet hatten. Derselbe verläuft weiter medial und ventral von der Copula, gibt zahlreiche kleine Zweige zur Haut und den Muskeln nach den Seiten ab und mündet in einen ansehnlichen birnförmigen Sinus (Tafelfig. 7 *Sh*), der ebenfalls median und ventral von der Copula gelegen ist. Dieser Sinus scheint als Sammelgefäß von nicht unwesentlicher Bedeutung zu sein, denn außer dem von vorne in denselben mündenden Mediangefäß des Unterkiefers erhält derselbe von den Seiten noch zwei Paar von Lymphgefäßen, die das Hyoid jederseits an seiner dorsalen und ventralen Seite begleiten. Das erstere geht aus dem Gefäß hervor, welches, wie bereits beschrieben, das Symplecticum von der vorderen Seite umgibt. Es verläuft am dorsalen Rande des Hyoids und mündet in das vordere verschmälerte Ende des Hyoidsinus von der dorsalen Seite. Das ventrale (Tafelfig. 6 u. 7 *Rhv*) ist uns als das Sammelgefäß der Lymphgefäße der Radii branchiostegi bereits bekannt. Dasselbe umgibt das Symplecticum von der kaudalen Seite, verdoppelt sich im Gebiete der Branchiostegalmembran, verläuft dann weiter als einzelnes Gefäß auf der ventralen Seite des Hyoids und mündet in das verbreiterte hintere Ende des Hyoidsinus. Auch verbinden sich die beiderseitigen ventralen Hyoidgefäße kaudalwärts vom Hyoidsinus an der Stelle, wo die Branchiostegalmembran der einen und der anderen Seite in der Mittellinie bogenförmig ineinander übergehen.

Als Abflußgefäß des Hyoidsinus (Tafelfig. 7 *A Sh*) betrachten wir das am hinteren verbreiterten Ende medial von ihm ausgehende Gefäß, da dasselbe im Vergleich zu den anderen die größte Breite besitzt. Dasselbe senkt sich unmittelbar hinter seinem Ursprung in die Tiefe und gelangt auf die dorsale Seite der die Kiemenbogen verbindenden Copula. Dabei gabelt es sich, und jeder Teilstast verläuft am Rande der Copula nach hinten, um sich an ihrem Ende wieder zu einem einzelnen Gefäß zu vereinigen. Auf dieser Strecke umgreifen kleine Äste den daselbst liegenden Truncus arteriosus und setzen sich lateralwärts in die einzelnen Kiemenbogen fort, auf denen sie wenigstens auf kurze Strecken deutlich verfolgt werden konnten. Weiterhin verläuft das einheitliche Gefäß dorsal auf dem Bulbus cordis resp. in dem das Herz umgebenden Pericardium und mündet wahrscheinlich in das weiter unten noch zu besprechende Lymphgefäßnetz an der Schädelbasis. Außer ganz allgemein gehaltenen Angaben über die Verteilung der Lymphgefäße in dieser Gegend von MONRO und HYRTL erwähnt JOURDAIN (1867) den Hyoidsinus, in welchen die Lymphgefäße der unteren Abschnitte der Kiemenbogen und diejenigen des Branchiostegalapparates und eines Teiles des Kopfes münden, und ferner ALLEN. Letzterer beschreibt auf der ventralen und dorsalen Seite des Hyoids Gefäße, welche er als »posterior or ventral« und »anterior or dorsal hyoidean lymphatic trunc« bezeichnet. Der erstere erscheint ihm als das Hauptgefäß, welches auch Äste von der Branchiostegalmembran aufnimmt. An ihren dorsalen Enden schwillt jedes Gefäß zu einem Sinus an. Der dorsale mündet in den ventralen und letzterer in den Sinus cephalicus. Bei *Polyodon* und *Lepisosteus* beschreibt ALLEN einen Sinus hyo-opercularis und einen Truncus hyo-opercularis, berichtet aber nicht, in welchem Verhältnis beide zu den betreffenden Gefäßen bei *Scorpaenichthys* stehen. Der Lage nach entsprechen die bei *Scorpaenichthys* von ALLEN beschriebenen Hyoidgefäße den von uns bei Forellenembryonen dargelegten Gefäßen mit dem Unterschiede, daß ALLEN ihre ventralen Enden und den von uns als unpaarigen medialen Hyoidsinus bezeichneten Sammelbehälter nicht kennt und an unseren Präparaten dagegen die von ALLEN beschriebenen sinuösen Räume an den dorsalen Enden der Hyoidgefäße nicht vorhanden sind. Auch münden letztere bei unseren Forellenembryonen nicht in einen Kopsinus, sondern in den beschriebenen Gefäßring und aus diesem erst in den Truncus jugularis. Möglicherweise ist der von ALLEN beschriebene Sinus hyo-opercularis dem von uns beobachteten Gefäßring gleichzusetzen.

Der tiefe Ast des Truncus jugularis (Tafelfig. 3, 6, 8 *Rptj*). Im ersten Stadium konnten wir den tiefen Ast (Ramus profundus trunci jugularis) bis in die Gegend des Foramen jugulare verfolgen, woselbst derselbe bogenförmig in das laterale Begleitgefäß der Vena jugularis übergeht. Auch in den späteren Stadien bleibt diese Anordnung bestehen. An der gleichen Stelle mündet in die Jugularvene ein kleiner Venenast, der dieselbe Richtung verfolgt wie der tiefe Ast und daher leicht zu der Täuschung Anlaß geben kann, als vereinige sich der tiefe Ast unmittelbar mit der Jugularvene, was, wie wir uns in unzweifelhafterweise überzeugt haben, nicht der Fall ist.

Den tiefen Ast von der Umbiegungsstelle weiter distalwärts zu verfolgen, gelang uns zwar an einigen Präparaten, jedoch nur auf kurze Strecken. Derselbe tritt mit der Vene durch das Foramen jugulare in die Gehirnschubstanz ein, entzieht sich aber dann, da die Injektionsmasse nicht weiter vorgedrungen ist, der Beobachtung. Ziehen wir aber in Betracht, daß die V. jugularis als ein großer Stamm aus dem Gehirn hervorgeht und der tiefe Ast des Truncus bereits frühzeitig angelegt ist und sich an die Vene anlehnt, so gelangen wir zu dem Schlusse, daß der tiefe Ast seinen Ursprung ebenfalls aus dem Gehirn nimmt, zumal da in dieser Gegend kein anderes aus den mittleren Partien des Gehirns austretendes Lymphgefäß aufzufinden ist. Bei einer derartigen Anordnung der Lymphgefäße, wie dieselbe hier vorliegt, geht die Injektionsmasse aus dem tiefen Aste viel eher in das Begleitgefäß der Vene oder in umgekehrter Richtung über, als daß sie in das in den Bogen mündende Gefäß eindringt.

Auf seinem weiteren Verlauf außerhalb des Schädels ist der tiefe Ast, wie wir bereits im ersten Stadium erwähnt haben, mit dem lateralen Begleitgefäß der Jugularvene vermittelt einer doppelten Anastomose verbunden, welche zu beiden Seiten der Unterkiefer-Kiemendeckelvene gelegen ist (Tafelfig. 8 *v₂*). Während diese Anastomosen im ersten Stadium nicht immer anzutreffen sind, sind sie in dem späteren beständig vorhanden. Neu hinzugekommen ist eine weitere Anastomose, welche sich zwischen dem tiefen Aste und dem oben beschriebenen Lymphgefäßring an der Innenseite des Operkularapparates vorfindet (Tafelfig. 8 *v₁*).

Das Begleitgefäß der V. jugularis, welches im ersten Stadium nur schwach entwickelt war, ist nunmehr zu einem starken Gefäß geworden (Tafelfig. 8 *Vll*), ja es tritt sogar auf der medialen Seite der Vene noch ein zweites kleineres Begleitgefäß auf (Tafelfig. 8 *Vlm*), welches mit dem lateralen durch Anastomosen in Verbindung tritt.

Dieser Umstand sowie die Tatsache, daß das laterale Gefäß beim Wachstum umfangreicher wird, lassen vermuten, daß die Begleitgefäße und besonders das laterale mit der Zeit die Aufgabe des tiefen Astes, d. i. die Ableitung der Lymphe aus dem Gehirn, übernehmen, während der tiefe Ast bedeutungslos wird. Wie bereits erwähnt, entspricht der von ALLEN (1906) unterschiedene »profundus facial lymphatic trunc« nicht unserem tiefen Aste, sondern den Lymphgefäßen, welche den Maxillarast des Trigeminus begleiten und in das Lymphgefäß der Pseudobranchie münden. Wohl aber scheint das von MC CLURE (1913) als »the medial pharyngeal lymphatic« bezeichnete Gefäß, soweit aus der kurzen Beschreibung zu entnehmen ist, mit unserem tiefen Aste und die von ihm unterschiedenen »prae-cardinal or jugular lymphatics« mit unseren Begleitgefäßen der V. jugularis identisch zu sein.

Der aus der Vereinigung des oberflächlichen und tiefen Astes hervorgehende Truncus verläuft seitlich an der Schädelbasis kaudalwärts und mündet in der bereits im ersten Stadium beschriebenen Weise mittelst eines dünnen Gefäßes in den Sinus des Seitenstammes und mittelst eines zweiten größeren neben dem Ausflußgefäß des Sinus in die Cardinalis post. Auf dieser Strecke mündet in den Truncus von der dorsalen Seite des Kopfes das uns bereits bekannte hintere Lymphgefäß des Gehörorgans (Tafelfig. 3, 6 h), welches samt dem mittleren das Hauptabflußgefäß des Medullarsinus bildet und am lateralen Rande des hinteren Bogenganges verläuft. Unmittelbar vor seiner Mündung nimmt der Truncus auf der ventralen Seite die beiden Begleitgefäße der V. jugularis und mit diesen zusammen auch noch die Ductus thoracici auf.

Lymphgefäße an der Schädelbasis (Tafelfig. 8). Während im ersten Stadium zwischen dem Truncus jugularis und der Aorta sich noch ein Netzwerk von Lymphgefäßen ausgebreitet hatte, aus welchem sich einzelne Gefäßstämmchen deutlicher herausdifferenzierten, gegen die Aorta vordrangen und dort die Anlage der Ductus thoracici bildeten, läßt dies Gebiet im zweiten Stadium bereits eine typische Anordnung der Gefäße erkennen. Am deutlichsten markiert waren im ersten Stadium die Lymphgefäße am Endabschnitt der 3. und 4. Kiemenvene. Dieselben haben sich beim weiteren Wachstum des Embryos vollkommener entwickelt und lassen an injizierten Präparaten die charakteristische Figur von sich unter einem spitzen Winkel über die Aorta hinweg überkreuzenden zwei Paaren von Lymphgefäßen erkennen. Eine jede Vene wird nämlich von jeder Seite von

einem Lymphgefäß begleitet. An der gemeinsamen Mündung der 3. und 4. Vene geht nun das vordere Lymphgefäß der 3. und das hintere der 4. Vene in das entsprechende der andern Seite über, das hintere Lymphgefäß der 3. Vene verbindet sich jederseits mit dem vorderen der 4. Vene, und schließlich fließen alle Gefäße jeder Seite längs des Stammes der Aorta im rechten bzw. linken Ductus thoracicus zusammen. Wo die Kiemenvenen den knorpeligen Kiemenbogen verlassen, um sich zu dem gemeinsamen, in die Aorta mündenden Stamme zu vereinigen, findet sich eine Anastomose, welche die beiden die Vene begleitenden Lymphgefäße verbindet. Von der gleichen Stelle setzen sich Lymphgefäße lateralwärts fort, mittelst deren sie sich mit den Begleitgefäßen der Vena jugularis und mit dem Truncus jugularis verbinden. Ferner liegen in dem Raume zwischen der 4. Kiemenvene und dem Ductus Cuvieri ziemlich regelmäßig angeordnete Lymphgefäße, welche eine weitere Verbindung zwischen dem Ductus thoracicus und dem hinteren Begleitgefäß der 4. Kiemenvene einerseits und den Begleitgefäßen der V. jugularis und dem Truncus jugularis andererseits herstellen. Das hinterste derselben verläuft, an den Ductus Cuvieri angelehnt, demselben annähernd parallel.

Oralwärts geht aus dem Winkel, welchen die sich überkreuzenden Lymphgefäße mit dem Ductus thoracicus bilden, jederseits ein Gefäß hervor, welches in schräger Richtung von dem Ductus zur Mündung der 2. Kiemenvene verläuft. Ein weit dünneres Gefäß, welches aus dem gleichen Winkel hervorgeht, begleitet die Aorta und setzt sich weiter auf die beiden Bogen des Circulus cephalicus fort. Das letztere Lymphgefäß anastomosiert auf seinem Verlaufe mit dem ersteren und vereinigt sich mit ihm an der Mündung der 2. Kiemenvene. Weiterhin überbrückt das aus der Vereinigung hervorgehende Gefäß die 2. Kiemenvene und verläuft an dieser und lateral am Bogen des Circulus weiter nach vorn, verjüngt sich immer mehr und läßt sich dann nur noch auf eine kurze Strecke weit verfolgen. Die Überbrückung der 2. Kiemenvene macht sich an den Injektionspräparaten stets in der Form einer Schlinge bemerkbar, von welcher eine Anastomose zu den Begleitgefäßen der Vena jugularis ausgeht. Während die angeführten Lymphgefäße und ihre Verbindungen sich bereits frühzeitig entwickelt hatten, tritt das Lymphgefäß an der medialen Seite des Circulus cephalicus erst sehr spät auf und läßt sich an den Arterienbögen bis etwa zur Mündung der 1. Kiemenvene verfolgen.

Wie aus der obigen Beschreibung hervorgeht, breitet sich nur

ein Teil der Lymphgefäße der Schädelbasis längs der Arterien aus, ein anderer Teil bildet in den seitlichen Partien infolge der zahlreichen Anastomosen ein großmaschiges Netzwerk, welches wir in seiner Anlage bereits im ersten Stadium kennengelernt hatten. Dieses Netzwerk steht mit den die Venae jugulares begleitenden Lymphgefäßen (Tafelfig. 8 *Vlu* u. *Vlm*) und mit den Trunci jugulares (Tafelfig. 8 *Tlj*) in Verbindung. Die Ductus thoracici (Tafelfig. 8 *Dth*) reichen in ihrer vollen Ausdehnung genau genommen nur bis zur Mündung der 2. Kiemenvene, da ihre weiteren Fortsetzungen nach vorne ganz unbedeutend sind. Sie verbinden sich auf der Strecke zwischen der 2. Kiemenvene und den Ductus Cuvieri mittels zahlreicher Anastomosen mit den seitlichen Lymphstämmen und münden schließlich unter deren Vermittlung an den typischen Stellen, die wir bereits oben beschrieben haben, in die Venen. Hier sei noch hinzugefügt, daß wir an den ältesten von uns untersuchten Embryonen vereinzelte Gefäße beobachtet haben, welche von dem Netzwerk am hinteren Teil der Schädelbasis ausgingen und sich seitlich am Perikard ausbreiteten. Ferner gehen von den Gefäßanastomosen, welche die Lymphgefäße des Circulus cephalicus mit den seitlichen Stämmen verbinden, feine Gefäßäste aus, die in die Wurzeln eines jeden Kiemenbogens eindringen und an den Seiten der Blutgefäße weiter in ihm verlaufen. Soweit festgestellt werden konnte, verlaufen stets zwei Lymphgefäßäste in jedem Kiemenbogen, von denen das eine vor, das andere hinter den Blutgefäßen liegt. Von eben diesen Lymphgefäßen zweigen sich fernerhin an den Wurzeln der Kiemenbögen noch weitere Äste ab, welche in die Schleimhaut dieser Gegend vordringen. Demnach würde die Lymphe aus der Schleimhaut im Gebiete der Kiemen in die Lymphgefäße der Kiemen abfließen. Der Teil der Schleimhaut, welcher zwischen den Augen und den ersten Kiemenbögen liegt, wird von den zahlreichen Lymphgefäßästen der Pseudobranchie versorgt, und die Schleimhaut im vordersten Abschnitt der Mundhöhle erhält Lymphgefäße aus dem Gefäßnetz der Riechgrube (Fig. 8 *Vlmuc*), indem sich von letzterem ein größerer Zweig ablöst, etwa in der Mitte des Raumes zwischen dem vorderen Augen- und Mundrand in die Schleimhaut eindringt und sich dann netzartig nach der Medianlinie zu, besonders aber in der Richtung nach hinten, ausbreitet. Alle beschriebenen Lymphgefäße der Schleimhaut, insbesondere die aus dem Gefäßnetz der Riechgrube hervorgehenden, sind erst in der Ausbildung begriffen, worauf ihre unscharfe Begrenzung und zahlreiche, bei der Injektion auftretende Extravasate schließen lassen. Es ist

anzunehmen, daß die Lymphgefäße der Schleimhaut, welche in diesem Stadium auf die beschriebenen drei Bezirke beschränkt waren, bei der Weiterentwicklung und bei erwachsenen Fischen sich zu einem einheitlichen Lymphgefäßnetz ausbilden, und daß höchstens nur noch die drei gesonderten Abflußgebiete erhalten bleiben.

Was nun die Literatur über die Lymphgefäße an der Schädelbasis betrifft, so finden wir bereits sehr bemerkenswerte Angaben darüber bei HEWSON. Er behauptet nämlich, daß hinter den Augen ein Netzwerk auftritt, welches zum Teil aus den seitlichen Stämmen und dem Ductus thoracicus besteht, sehr kompliziert ist und schließlich in die V. jugularis mündet. Weiter hinten liegt noch ein zweites Netzwerk, welches das Herz fast gänzlich umgibt und mit dem Ductus thoracicus im Zusammenhang steht. Dieses Netzwerk nimmt auch Gefäße von den oberen Teilen der Kiemen und vom Schlunde auf. Von MONRO erfahren wir nur, daß die beiderseitigen Kopfsinus hinter dem Herzen und der Speiseröhre miteinander in Kommunikation stehen und daß eines der vier in den Kopfsinus mündenden Gefäße ein Geflecht bildet, welches die Lymphe vom Gehirn, den Sinnesorganen, vom Mund, von den Kiefern und Kiemen ableitet. FOHMANN bildet bei *Muraena* und *Esox* die Mündung der Ductus thoracici in die V. jugularis ab. Ferner unterscheidet er an den Kiemen zu- und ableitende Lymphgefäße. Demgegenüber behauptet J. MÜLLER, daß es in den Kiemen zwar Blut-zu- und ableitende Vasa nutritia gäbe, nicht aber Lymphgefäße. AGASSIZ und VOGT berichten von einem den Ansatz des 4. Kiemenbogens ringförmig umgebenden Lymphgefäß, in welches ein vom 3. Kiemenbogen und ein von der Mitte des Körpers kommendes Gefäß münden. Letzteres anastomosiert mit dem entsprechenden Gefäß der anderen Körperseite, und die Anastomose nimmt von der kaudalen Seite die Ductus thoracici und von der oralen Seite kleine Äste auf, welche vom Gehirn zu kommen scheinen. Nach JOURDAIN nimmt bei *Conger* jeder Ductus thoracicus in der Höhe der Kiemenbögen einen dicken Stamm auf, welcher sich in so viel Äste teilt, als Kiemenbögen vorhanden sind. Unter dem 2. oder 3. Wirbel anastomosieren die beiden Ductus miteinander und ergießen sich, nachdem sie einen Stamm von dem Branchiostegalapparat aufgenommen haben, in den Kopfsinus. Bei *Gadus* beschreibt JOURDAIN einen großen, aus mehreren Nebenabteilungen sich zusammensetzenden gemeinschaftlichen Sinus, welcher in der Höhe des Schultergürtels eine Art von Halsband bildet, und in welchen zahlreiche Lymphgefäße münden. In den Arbeiten von TROIS ist über

die Lymphgefäße der Schädelbasis nur wenig zu finden. Über die Lymphgefäße der Kiemen berichtet er ausführlich bei *Lophius*, *Uranoscopus* und *Motella* und erwähnt bei letzterer, daß die Mundschleimhaut sehr reichliche Lymphgefäßnetze enthält.

Die Befunde ALLENS weichen von den unsrigen und auch von denen anderer Forscher insofern ab, als er am Kopfe große mehrkammerige Sinus beschreibt, welche mit den von uns beobachteten Stämmen, Gefäßen und Netzbildungen nur mit Schwierigkeit zu identifizieren sind¹. Der von ALLEN unterschiedene Abdominalsinus scheint seiner Lage und seinen Verbindungen nach mit dem von uns beschriebenen kranialen Abschnitt der Ductus thoracici übereinzustimmen. Zwar wird derselbe von ALLEN im allgemeinen als unpaarig bezeichnet, doch dabei erwähnt, daß »in einigen Exemplaren die Injektionsmasse so geronnen war, daß der Anschein der Existenz von zwei Abdominalsinus erweckt wurde«. Dieser Sinus steht nach ALLEN in Kommunikation mit dem Pektoralisinus, den wir an der Basis der Brustflosse später noch kennenlernen werden, mit dem Perikardialsinus und mit dem kranialen Lymphstamm. Drei am Ansatz der Kiemenbogen befindliche Branchialsinus bilden nur blinde Aussackungen des Abdominalsinus. Der kraniale Lymphstamm ALLENS ist wahrscheinlich unseren Truncus jugulares gleichzusetzen. Der Perikardialsinus besteht nach ALLEN aus 3 Kammern, welche das Herz von der lateralen und ventralen Seite umgeben und sehr stark ausgebildet sind. Über diese Gefäße vermögen wir nichts auszusagen, da dieselben in unseren Präparaten eben erst in Entwicklung begriffen waren. Würde man sich nach dem Gesagten den Abdominalsinus paarig und in Form von nicht erweiterten Gefäßen vorstellen, so würde man annähernd die von uns beschriebene und auf Tafelfig. 8 dargestellte Anordnung der Gefäße an der Schädelbasis erhalten.

b) Lymphgefäße des Rumpfes.

Während die Lymphgefäße des Kopfes in dem Zeitabschnitt, welcher zwischen dem Ausschlüpfen der Embryonen und dem Verluste des Dottersackes gelegen ist, eine reiche Ausgestaltung erfahren,

¹ Beim Studium der Befunde ALLENS haben wir den Eindruck erhalten, als wenn die Lymphgefäße des Kopfes bei den von ihm untersuchten Fischen durch die Injektionsmasse übermäßig ausgedehnt wären. Eine über die normalen Verhältnisse hinausgehende Erweiterung der Kopfgefäße scheint bei Injektionen sehr leicht vonstatten zu gehen, da wir unter unseren Präparaten zahlreiche derartige Fälle zu verzeichnen haben.

kommen am Rumpfe selbst zu den ursprünglich angelegten primären Gefäßen verhältnismäßig nur wenig neue sekundäre hinzu. Eine Ausnahme hiervon machen nur die Lymphgefäße der Eingeweide, welche sich mit der in diesem Zeitabschnitt einsetzenden Entwicklung der Eingeweide ebenfalls auszubilden beginnen.

Die Hauptlymphgefäße des Rumpfes stellen die Seitenstämme und die Ductus thoracici dar. Der Seitenstamm samt seinen Ästen (Tafelfig. 6 *Tul*) wird mächtiger, zeigt aber im übrigen das gleiche Verhalten, wie wir dasselbe bei seiner Besprechung im ersten Stadium geschildert hatten. Er beginnt am Schwanze über den letzten Myomeren mit einem Netzwerk von unregelmäßig angeordneten Gefäßen, verläuft dann in der Seitenlinie nach vorne, nimmt auf diesem Wege die oberflächlichen intermyomeren und die in der Seitenlinie aus der Tiefe aufsteigenden Äste auf und erweitert sich vorne unter dem Schultergürtel zu dem in die V. cardinalis post. mündenden Sinus (Tafelfig. 6 *Sl*). Die oberflächlichen intermyomeren Seitenäste (Tafelfig. 6 *Ris*) sind ebenfalls mächtiger und länger geworden, haben entsprechend der Verschiebung der Myomeren dorsal und ventral eine Knickung nach vorn erfahren und treten im Bereich der Flossen dorsal und ventral mit den Lymphgefäßen derselben in Kommunikation. Abgesehen von den aus der Tiefe aufsteigenden intermyomeren Ästen, welche wir weiter unten noch gesondert betrachten werden, gehört der Seitenstamm mit seinen oberflächlichen Ästen zu den am frühesten und am besten erkannten Lymphgefäßen des Fischkörpers. Derselbe wird von folgenden Forschern beschrieben: HEWSON (1769), MONRO (1787), HYRTL (1843), ROBIN (1845), AGASSIZ und VOGT (1845), STANNIUS (1854), MILNE EDWARDS (1859), JOURDAIN (1867, 1868), TROIS (1878, 1880, 1881, 1882), SAPPEY (1880), HOPKINS (1893), NUSBAUM (1903), FAVARO (1906), JOSSIFOW (1905–06), ALLEN (1906, 1907, 1908, 1910). Die den Verlauf des Seitenstammes betreffenden Beschreibungen sind im allgemeinen übereinstimmend, nur behaupten AGASSIZ und VOGT, daß der Stamm keine Seitenäste besitze. Wie bereits erwähnt, haben diese Forscher den Seitenstamm mit dem Schleimkanal der Seitenlinie verwechselt, lassen aber den Seitenstamm in den Ductus Cuvieri münden. SAPPEY beschreibt zwar bei Knochenfischen einen Schleimkanal und den Seitenstamm, behauptet aber, daß der Schleimkanal bei Pleuronectiden niemals von dem Seitenstamme begleitet werde. Wie TROIS (1881) dargetan hat, hat sich SAPPEY geirrt, denn beide Gefäße verlaufen in der hinteren Hälfte des Rumpfes nebeneinander, in der vorderen dagegen beschreibt

der Schleimkanal gegen den dorsalen Seitenrand des Körpers einen konvexen Bogen, dessen Sehne von dem gerade nach vorne verlaufenden Seitenstamm gebildet wird. Hinsichtlich der Mündung des Seitenstammes lauten die Ansichten der Forscher verschieden. So lassen MONRO, HYRTL, STANNIUS, JOURDAIN, TROIS, HOPKINS und JOSSIFOW den Seitenstamm in den Kopfsinus, ROBIN, AGASSIZ und VOGT in den Ductus Cuvieri, SAPPEY in die V. jugularis, HEWSON in einen Lymphstamm des Kopfes und ALLEN in den kranialen Lymphstamm münden. HYRTL hatte bereits darauf hingewiesen, daß sich die Fische in dieser Beziehung verschieden verhalten, indem der Seitenstamm bei vielen in den Kopfsinus, bei *Perca*, *Tinca* und *Cottus* sowohl in den Kopfsinus als auch in den Ductus Cuvieri und bei Salmoniden unter Vermittlung des zu einem Sinus erweiterten vorderen Endes des Seitenstammes direkt in den Ductus Cuvieri mündet. Behufs Aufklärung dieser Verhältnisse müßten weitere vergleichende Untersuchungen vorgenommen werden. Doch steht so viel fest, daß bei der Forelle die von HYRTL entdeckte und auch abgebildete Art der Einmündung besteht, die wir noch eingehender verfolgt und im ersten Teil dieser Arbeit ausführlich beschrieben haben.

Außer dem Seitenstamm können nun an den Seitenteilen des Fischkörpers noch weitere sekundäre Stämme auftreten, welche über dem dorsalen und dem ventralen Abschnitt des Seitenrumpfmuskels dem Hauptstamm parallel verlaufen. So beschreibt HYRTL bei *Silurus* zwei solcher Nebengefäße und STANNIUS solche bei *Silurus* und *Cottus*. Auch SAPPEY scheint dieselben gesehen zu haben. Nach der Angabe von TROIS treten dieselben am deutlichsten bei *Uranoscopus scaber*, Pleuronectiden und Gadoiden zutage, und ALLEN hat solche akzessorische Gefäße am Rumpf von *Scorpaenichthys* in der Nähe des Kopfes angetroffen.

Bei der Beschreibung der Blutgefäße des Rumpfes hatten wir hervorgehoben, daß von den von der Aorta entspringenden Inter-vertebralarterien in der Seitenlinie ein Ast zur Oberfläche aufsteigt und sich in einen dorsal und ventral verlaufenden intermyomeren Ast spaltet. Desgleichen vereinigen sich auch die von der Haut und den Muskeln kommenden Venen zu dorsalen und ventralen intermyomeren Ästen, die in der Seitenlinie vereinigt in die Tiefe steigen und an der Chorda in den intervertebralen Venenast münden. Infolge dieser Anordnung befindet sich in jedem Myokomma der Seitenlinie eine arterielle und venöse Gefäßgabel, und der lymphatische Seitenstamm verläuft vom Schwanz bis zum Kopfe durch die ganze Reihe

dieser Gefäßgabeln. Seine oberflächlichen intermyomeren Seitenäste lehnen sich in jedem Myokomma an die dorsalen bzw. ventralen Gabeläste der Blutgefäße an, außerdem entsendet der Seitenstamm in jedem Myokomma einen Ast, welcher neben den Blutgefäßen in die Tiefe zur Chorda verläuft (Tafelfig. 9, *Rpen*) und sich daselbst in einen auf- und absteigenden Ast teilt (Tafelfig. 9, 10 *Rip*). So weit aus den Literaturangaben zu entnehmen ist, sind diese in die Tiefe dringenden Äste bisher nicht beobachtet worden, wohl aber die an der Chorda auf- und absteigenden Äste, welche die Chorda von beiden Seiten bogenförmig umfassen, und zwar von JOURDAIN bei *Anguilla*, von TROIS bei *Passer italicus*, bei welchem er sie auch abbildet, von FAVARO bei *Lophius* und von ALLEN bei *Scorpaenichthys*. Die in die Tiefe dringenden Äste sind von großer Bedeutung, da dieselben eine vielfache Kommunikation zwischen den oberflächlichen und tiefen Lymphgefäßen herstellen, indem sich die aufsteigenden Äste mit dem dorsalen Längsstamm und eventuell auch mit dem über dem Rückenmark verlaufenden Lymphstamm und die absteigenden mit den Ductus thoracici verbinden. Während eben diese die Chorda bogenförmig umgebenden Äste im ersten Stadium noch einfach waren, haben sie sich in diesem späteren Stadium verdoppelt, indem sie die Inter-vertebralarterien und -venen seitlich begleiten.

Im ersten Entwicklungsstadium ließen sich die tiefen aufsteigenden intermyomeren Lymphgefäßäste höchstens bis zum Rückenmark verfolgen. Mit der Zeit wachsen sie über dasselbe hinüber und es gelangen die beiderseitigen Gefäße über demselben zur Vereinigung. Von dieser Vereinigungsstelle zweigen sich zwar fast an jedem Gefäß kurze Äste zur unmittelbaren Umgebung ab, doch haben wir an den von uns untersuchten Embryonen niemals beobachtet, daß sie zu einem einheitlichen Stamm, der in der Mittellinie längs des ganzen Rückenmarkes verlaufen wäre, zusammengefloßen wären. Die erhaltenen Bilder lassen höchstens vermuten, daß ein solcher Stamm in noch späteren Stadien gebildet werde, zumal da die von verschiedenen Forschern bei verschiedenen Fischarten gemachten positiven Angaben für das ständige Vorhandensein desselben sprechen. Statt dieses Stammes macht sich bei unseren Forellenembryonen in diesem zweiten Stadium ein anderer bemerkbar, welcher viel höher gelegen ist und wenigstens im kaudalen Rumpfabschnitt ein einheitliches Gefäß bildet. Von der Stelle, wo sich über dem Rückenmark die beiderseitigen tiefen intermyomeren Äste vereinigen, setzen sich nämlich Lymphgefäße in dorsaler Richtung fort, welche auf einer

gewissen Höhe in kranialer und kaudaler Richtung Äste entsenden. Aus dem Zusammenfluß der benachbarten Äste entsteht zunächst ein langgezogenes Geflecht oder Netzwerk, das sich dann in einen kontinuierlichen Stamm umbildet (Tafelfig. 6, 10 *Td*). Dieses Netzwerk liegt in dem medianen bindegewebigen Septum zwischen den beiden Seitenrumpfmuskeln fast unmittelbar unter der Oberfläche. Es beginnt am Schwanz, wo es sich mit den Lymphgefäßen der Schwanzflosse verbindet, und verläuft dem Rückenmark parallel unter dem Ansatz der Fettflosse hinweg bis zur Rückenflosse. Am hinteren Ende derselben senkt es sich ein wenig, verläuft unmittelbar unterhalb der Flossenmuskeln und dann auf der Strecke zwischen dem vorderen Ende der Rückenflosse und dem Kopfe wieder in der gleichen Höhe wie vorher weiter nach vorn, doch konnte es auf keinem unserer Präparate bis zu dem Kopfe verfolgt werden. Bei der Besprechung der Lymphgefäße des Kopfes hatten wir erwähnt, daß sich aus der Vereinigung der beiden Medullarsinus ein kurzer Stamm in der Mittellinie auf das Rückenmark fortsetzt. Mit diesem könnte zwar das oben beschriebene Lymphgefäßgeflecht in Verbindung treten, zumal da sich beide in der gleichen Höhe befinden, doch haben wir an unseren Präparaten weder den aus dem Medullarsinus kommenden Stamm weiter nach hinten, noch das Gefäßgeflecht weiter nach vorn bis zu seiner Vereinigung mit jenem verfolgen können und müssen daher mit der Möglichkeit rechnen, daß in noch späterer Zeit zwei Längsgefäße übereinander vorhanden sind, und zwar würde das eine unmittelbar über dem Rückenmark, das andere über demselben näher der Oberfläche des Körpers verlaufen, worauf auch die von verschiedenen Seiten gemachten Angaben in der Literatur hinweisen.

Der spinale Stamm wird bereits ziemlich ausführlich von HEWSON beschrieben. HYRTL zeichnet bei *Leuciscus* zwei nebeneinander liegende Lymphgefäße und läßt sie nach ihrer Vereinigung am Schwanz in den Kaudalsinus münden. Auch JOURDAIN spricht bei *Gadus* von einem solchen Stamm, den er als »canal neural« bezeichnet. Von allen drei Forschern wird ein dorsaler Longitudinalstamm nicht erwähnt, ebensowenig wie von irgendeinem der früheren Forscher, bis erst von TROIS und SAPPEY. Durch die verschiedene Bezeichnung des spinalen Stammes als »vaso« resp. »tronco longitudinale spinale superiore«, »tronco sopravertebrale« und »tronco rachidiano« könnte man in der Beschreibung von TROIS leicht irregeführt werden, wenn er außerdem nicht noch ausführlich auf den dorsalen Longitudinal-

stamm eingehen würde. Der Spinalstamm wird von ihm nur kurz erwähnt, während der andere als ein mit Knoten versehenes Gefäß beschrieben wird, welches sich am hinteren Ende mit den Lymphgefäßen der Schwanzflosse verbindet, sich im Gebiet der Dorsalflosse in drei Gefäße teilt und vorne mit den subkutanen Lymphgefäßen des Kopfes in Verbindung tritt. Dieser Stamm würde demnach dem von uns oben beschriebenen Dorsalstamm sehr gut entsprechen. SAPPEY unterscheidet zwei subkutane, nebeneinander verlaufende Stämme, zwei etwas tiefer liegende Dorsalstämme und einen tiefen Stamm, welcher in den meisten Fällen im Spinalkanal verläuft und nur bei *Perca* und *Esox* in einem gesonderten, von den Dornfortsätzen gebildeten Kanale¹. Nach seiner Ansicht ist der Stamm unpaarig und der größte der tiefen Stämme. HYRTL befindet sich betreff dieses Gefäßes im Irrtum und habe die tiefer liegende Vene bei *Leuciscus* als zweites Lymphgefäß aufgefaßt. Von HOPKINS wird nur der Dorsalstamm erwähnt, dessen Verlauf und Verhalten mit der von TROIS gegebenen Beschreibung übereinstimmt. Desgleichen behauptet FAVARO, daß bei Fischen im allgemeinen zwei Dorsalgefäße vorhanden seien. Der Spinalstamm, welchen er Vas lymphaticum neurale (superius oder rachidicum) nennt, fehlt nach seiner Meinung bei der Mehrzahl der Physostomen und verläuft bei denjenigen, bei denen er vorhanden ist, entweder innerhalb oder außerhalb des Spinalkanals. Auch ALLEN macht bei den von ihm untersuchten Fischen einen scharfen Unterschied zwischen dem Dorsal- und Spinalstamm, von denen er den letzteren bei *Scorpaenichthys* und *Clinocottus* als den bedeutendsten der tiefen Stämme bezeichnet.

Da der Spinalstamm in unseren Präparaten erst angedeutet ist und der Dorsalstamm seine volle Entwicklung noch nicht erreicht hat, diese beiden Stämme aber, wie es scheint, bei allen Fischen im erwachsenen Zustand vorhanden sind, so müssen wir annehmen, daß sie sich erst beim weiteren Wachstum ausbilden und in den von uns untersuchten embryonalen Stadien einstweilen durch die tiefen intermyomeren Gefäßäste ersetzt werden.

¹ Der von uns unterschiedene Dorsalstamm entspricht den tieferen Dorsalstämmen SAPPEYS. Es ist wohl denkbar, daß derselbe sich bei dem späteren Wachstum des Fisches verdoppelt. Von den subkutanen, in der dorsalen Mittellinie verlaufenden Gefäßen, welche SAPPEY anführt, haben wir an einzelnen Präparaten nur eine Andeutung in Form eines langgezogenen Netzes wahrgenommen, welches mit dem tiefer gelegenen vielfach anastomosiert. Mit diesem subkutanen Netze verbinden sich unmittelbar die oberflächlichen intermyomeren Äste des Seitenstammes.

Wie oben bei der Besprechung der primären Lymphgefäße dargestellt worden ist, haben die tiefen absteigenden intermyomeren Äste im Vergleich zu den aufsteigenden eine etwas höhere Stufe der Ausbildung erlangt, indem aus ihrem Zusammenfluß unterhalb der Chorda sich ein Netzwerk von Lymphgefäßen entwickelt hat, welches sich über eine große Strecke des Rumpfes erstreckte. Aus diesem Netzwerk gehen dann die Ductus thoracici hervor. Wie etwas spätere Entwicklungsstadien, die auf das erste folgen, dartun, beschränkt sich das Gefäßnetz, aus welchem die Ductus thoracici hervorgehen, nicht ausschließlich auf das Gebiet lateral von den großen Gefäßen, sondern greift auch auf die Gefäße selbst über, die somit lateral und ventral von den Lymphgefäßen übersponnen werden. Allerdings geschieht dies nicht auf der ganzen Länge des Rumpfes, sondern hauptsächlich nur auf dem hinter der Bauchhöhle gelegenen Abschnitt. Aus den lateralen Teilen des Gefäßnetzes entstehen die Ductus thoracici (Tafelfig. 10 *Dths*) und aus dem ventralen noch ein akzessorischer dritter Lymphstämme (Tafelfig. 10 *Dtha*), welcher mit den lateralen durch vielfache, meist segmental angeordnete Anastomosen in Verbindung steht. Alle drei Gefäßstämme beginnen am Schwanz an der Stelle, wo sich die Chorda aufwärts krümmt, in der Weise, daß das akzessorische Gefäß sich gabelt und, wie wir dies noch genauer besprechen werden, in die eigentlichen Ductus thoracici übergeht. Die drei Stämme verlaufen alsdann nach vorn. Während aber die Ductus nur dünne und unbedeutende Gefäße darstellen, bildet sich der akzessorische Stamm zu einem starken Gefäß aus. Ein solches Verhältnis im Kaliber der Stämme bleibt solange bestehen, als dieselben im Schwanzabschnitt verlaufen. Nach dem Eintritt in die Bauchhöhle gabelt sich zwar der akzessorische Stamm wiederum und verbindet sich mittelst dieser Gabeläste, die nur dünn sind, mit den beiden Ductus thoracici, der Hauptsache nach wendet er sich aber in einem Bogen nach abwärts und nimmt die den After umgebenden und von der Afterflosse kommenden Lymphgefäße auf (Tafelfig. 10 *Tan*), bildet sich also zu dem hauptsächlichsten Abflußgefäß der Lymphe dieses Gebietes aus. Die eigentlichen Ductus thoracici behalten in der Bauchhöhle ihre laterale Lage bei, anastomosieren miteinander durch vereinzelte über die Blutgefäße sich hinwegspannenden Anastomosen und gehen schließlich, indem sie an Umfang allmählich zunehmen, in den Kopfabschnitt der Ductus über.

In der Literatur finden sich über die Ductus thoracici sehr verschiedenartige Angaben. Von HYRTL, STANNIUS und ROBIN werden

dieselben gar nicht erwähnt. HEWSON, MONRO und HOPKINS beschreiben zu den Seiten des Oesophagus Lymphgefäße, welche HEWSON zwar als Ductus thoracici bezeichnet, welche aber tatsächlich nur Äste desselben darstellen. MONRO und HOPKINS lassen diese Gefäße ohne Benennung, weil sie bezüglich ihrer Identität mit den Ductus thoracici wohl im Zweifel waren. Eine gewisse Anzahl der Forscher hat indes die Ductus thoracici richtig erkannt und ihren Verlauf beschrieben. So bildet FOHMANN zwei Ductus thoracici nebst ihren Anastomosen bei *Muraena anguilla* ab und bemerkt dabei, daß sie sich bis zum Ende des Schwanzes hinziehen. AGASSIZ und VOGT erwähnen sie nur ganz kurz als zwei große Stämme, welche die Aorta begleiten und die Lymphgefäße der Eingeweide und des Körpers aufnehmen. JOURDAIN hat bei *Gadus* nur den Schwanzabschnitt der Ductus erkannt und beschreibt denselben als einen unpaarigen »canal caudal«; bei *Conger* spricht er zwar von letzterem als einem unpaarigen Gefäß im Schwanzabschnitt, läßt denselben aber bei seinem Eintritte in die Bauchhöhle sich gabeln und die »subvertebralen« Lymphgefäße bilden, welche weiterhin zum Kopf und zu den Kopfsinus verlaufen. Ganz in der gleichen Weise stellt JOSSIFOW die betreffenden Gefäße bei *Conger* und *Anguilla* dar, ohne die Arbeiten von JOURDAIN zu kennen. Wie es scheint, bildet sich bei diesen Fischarten das von uns beschriebene akzessorische Gefäß besonders stark aus und ersetzt die Ductus in dem Grade, daß dieselben entweder ganz schwinden oder zu unbedeutenden, leicht übersehbaren Gefäßen herabsinken. SAPPEY erwähnt nur, daß ein unpaariger subvertebraler Stamm unterhalb der Vene gelegen ist und Äste von den tieferen Muskeln und vom Rückenmark aufnimmt. TROIS hat einen Subvertebralstamm unter den von ihm untersuchten Fischen das erste Mal bei *Passer italicus* aufgefunden. In der entsprechenden Abbildung zeichnet er neben demselben noch ein »sekundäres« Gefäß, ohne des weiteren darauf einzugehen. Ein Jahr später spricht er bei *Motella* bereits von zwei Gefäßen in folgenden Worten: »I tronchi linfatici sottovertebrali sono nelle Motelle duplici, e seguono la vena caudale uno per lato in tutto il suo decorso riuniti insieme a regolari intervalli da anastomosi trasverse.« In seiner im Jahre 1878 über die Lymphgefäße von *Lophius* veröffentlichten Arbeit werden allerdings schon »tronchi linfatici spinali inferiori« erwähnt und auch abgebildet, welche der Lage nach den obigen Subvertebralgefäßen entsprechen würden, und es ist nicht recht ersichtlich, warum diese Gefäße von TROIS mit jenen nicht identifiziert worden sind. FAVARO nennt die Ductus

Vasa lymphatica haemalia oder subvertebralia. Bei gewissen Fischen sollen sie fehlen, bei anderen gewöhnlich in der Mehrzahl vorhanden sein. Sie liegen dann zu den Seiten der Arterie und Vene oder ober- oder unterhalb derselben, oder finden sich auch gleichzeitig in diesen verschiedenen Lagen. Vorne münden sie gewöhnlich zu einem Stamme vereint ins Herz. FAVARO hat hauptsächlich nur den Schwanzabschnitt der Fische, und zwar an Querschnitten untersucht, es ist daher erklärlich, daß er zu Ergebnissen gelangt ist, welche innerhalb so weiter Grenzen schwanken. ALLEN beschreibt im Schwanzabschnitt von *Scorpaenichthys* einen »longitudinal haemal or inferior vertebral lymphatic trunk«, welcher unter dem letzten Wirbel als feines Gefäß beginnt. Nach Aufnahme der ventralen Lymphgefäße der Schwanzflosse verläuft derselbe als einzelnes Gefäß oder auch in mehrere aufgelöst weiter nach vorn und geht in der Bauchhöhle in den bereits oben erwähnten Abdomnalsinus über, welcher Äste von den Bauchorganen und von den Interkostalräumen aufnimmt. Bei *Lepisosteus* findet ALLEN im Schwanzabschnitt zwei solcher Longitudinalgefäße im Hämalkanal, von denen er annimmt, daß sie ebenfalls in einem Abdomnalsinus endigen.

Wie in der dorsalen Mittellinie der dorsale Längsstamm den Körper seiner Länge nach durchläuft, so bildet sich auch in der ventralen Mittellinie ein jenem ähnlich verlaufender Stamm aus, welchen wir nach dem Vorgange der Forscher als den ventralen Längsstamm bezeichnen wollen, obwohl er dem dorsalen nicht gleichwertig ist und aus vier Abschnitten besteht, welche sich nicht alle zu gleicher Zeit entwickeln. (Tafelfig. 6, 7, 10 *Tv₁*, *Tv₂*, *Tv₃*, *Tv₄*). Zählen wir von der Schwanzflosse nach vorne zu, so tritt der zweite Abschnitt *Tv₂*, der zwischen der Analflosse (diese mit einbegriffen) und dem Anus liegt, am frühzeitigsten auf. Erst später entwickelt sich der erste *Tv₁* zwischen Schwanz- und Analflosse und der dritte *Tv₃* zwischen dem Anus und den Bauchflossen gelegene und zuletzt erst der vierte *Tv₄* vor den Bauchflossen befindliche Abschnitt.

Im ersten, d. i. in dem Schwanzabschnitt, zweigen sich von dem akzessorischen Stamm der Ductus thoracici mehr oder weniger streng segmental angeordnete Zweige ab, welche in dem Septum zwischen den beiderseitigen Seitenrumpfmuskeln abwärts verlaufen und in der ventralen Mittellinie fast unmittelbar unter der Haut einen in der Längsrichtung angeordneten Plexus bilden. Nach vorne zu verläuft der Plexus dorsal von der Muskelmasse der Analflosse und mündet dann in den Analstamm (Tafelfig. 10 *Tan*). Sowohl am hin-

teren wie am vorderen Ende der Analflosse tritt der Plexus mit den basalen Lymphgefäßen derselben in Verbindung.

Die Fortsetzung des Analstammes stellt den zweiten, aber am frühesten sich entwickelnden Abschnitt des ventralen Längsstammes dar. Derselbe beginnt als mittleres Gefäß der basalen Lymphgefäße der Analflosse, verläuft in der ventralen Mittellinie bis zum Anus, nimmt auch von diesem Lymphgefäße auf, beschreibt dann einen der hinteren Wölbung derselben entsprechenden nach abwärts und vorwärts offenen Bogen und geht unter der Chorda unter Ausbildung eines starken Knies in den akzessorischen Ductus thoracicus über.

Den dritten Abschnitt des ventralen Längsstammes bilden die den Anus umkreisenden Gefäße, welche sich bis zu den Bauchflossen fortsetzen und sich als zwei parallel verlaufende Plexus oder Stämme darstellen. Die den Anus umgebenden Lymphgefäße, die in mehreren Präparaten verdoppelt waren, haben ihren Hauptabfluß in den Analstamm, wogegen ihre Fortsetzungen nach vorne zu, die allmählich dünner werden und sich an schwach injizierten Präparaten in der Form eines zarten paarigen Plexus, an stark injizierten als zwei einheitliche Gefäße darstellen, sich bis zu den Bauchflossen fortsetzen.

Der vierte Abschnitt des ventralen Längsstammes gelangt erst dann zur Entwicklung, wenn sich der Dottersack rückgebildet und sich vollständig in die Bauchhöhle zurückgezogen hat. Mit den Lymphgefäßen des vorhergehenden Abschnittes steht derselbe durch das mediale, zwischen den Basen der Bauchflossen hindurchlaufende Gefäß in unmittelbarer Verbindung, nimmt noch die lateralen Gefäße der Flossen auf und verläuft auf einer kurzen Strecke als ein einheitlicher Stamm nach vorn, spaltet sich aber dann und verläuft an den medialen Rändern der Musculi recti bis zum Schultergürtel, woselbst er in die Tiefe dringt und sich mit den Lymphgefäßen vereinigt, welche sich seitlich am Perikard ausgebreitet und aus den Gefäßen der Schädelbasis hervorgegangen waren. Auf dieser Strecke nimmt jeder der Stämme noch einen Lymphgefäßast aus der Brustflosse der entsprechenden Seite auf.

Während bei Forellenembryonen die vier genannten Gefäßabschnitte noch deutlich zu unterscheiden sind, scheinen sich dieselben bei erwachsenen Fischen zu einem mehr einheitlichen Gefäßstamm auszubilden, wie ein solcher von den meisten Forschern beschrieben wird. Dieser Stamm scheint bei erwachsenen Fischen auch mit der Mehrzahl der oberflächlichen intermyomeren Äste des Seitenstammes

in Verbindung zu stehen, während eine solche bei unseren Embryonen nur an einzelnen Stellen nachzuweisen war.

In dem hinter dem Anus gelegenen Körperabschnitt entspricht die Verteilung der Lymphgefäße der Dorsalseite im allgemeinen derjenigen der Ventralseite, indem der dorsale und ventrale Längsstamm in letzter Linie aus den Ausläufern der tiefen intermyomeren Äste des Seitenstamms gebildet wird. Durch die Ausbildung der Bauchhöhle erfahren jedoch diese tiefen Äste im vorderen Körperabschnitt eine andere Anordnung. Hier zweigen sich nämlich direkt von den Ductus thoracici Äste ab, welche in den beiderseitigen Myosepten, nur vom Peritoneum bedeckt, ventralwärts verlaufen und die von TROIS und ALLEN so benannten interkostalen Lymphgefäßäste darstellen. Obwohl wir dieselben an unseren Präparaten niemals bis zur ventralen Mittellinie haben verfolgen können, so ist es wohl denkbar, daß dieselben in späterer Zeit doch schließlich in der ventralen Mittellinie zusammenstoßen und auf der Innenseite der Bauchwand den von ALLEN beschriebenen tiefen ventralen Longitudinalstamm bilden können. Auf der Höhe, wo das Peritoneum von der Leibeswand sich auf die Nieren umschlägt, entwickeln sich, wie wir deutlich beobachten konnten, zwischen den Interkostalgefäßen Längsanastomosen, welche zusammenfließend jederseits ein longitudinales Gefäß hervorgehen lassen. Diese Gefäße verlaufen der Chorda annähernd parallel. Sie beginnen hinter dem Anus am Analstamm, mit welchem sie sich verbinden, und münden vorn am Kopf in den Ductus thoracicus der entsprechenden Seite, stellen also gewissermaßen Kollateralstämme der Ductus thoracici dar. Dieselben scheinen bereits von ROBIN beobachtet worden zu sein, da er von Lymphgefäßen an der Innenseite der Bauchdecken spricht, welche von vorn nach hinten verlaufen und subperitoneale Äste aufnehmen. Auch TROIS erwähnt diese Gefäße bei *Uranoscopus*.

Die Längsstämme der ventralen Körperoberfläche sind von den meisten Forschern in einer mehr oder weniger ausführlichen Weise beschrieben worden. HEWSON spricht von einem Lymphgefäß, welches genau in der Mittellinie der ventralen Bauchwand verläuft, Lymphgefäße von der Brustflosse aufnimmt und in das das Herz umgebende Netzwerk von Lymphgefäßen mündet. MONRO läßt das mediane Bauchgefäß, welches die Lymphe von den Bauch- und Brustflossen und auch vom Herzen sammelt, in den Kopfsinus münden. ROBIN hat nur Gefäße in der Umgebung des Anus beobachtet. STANNIUS beschreibt einen unpaarigen »epigastrischen« Stamm, welcher von dem After zwischen den ventralen Hälften der beiden Seitenmuskeln

nach vorn verläuft und sich bis zum Schultergürtel erstreckt. Hinten münden die Gefäße der Afterflosse in ihn ein, und in der Rumpfigegend nimmt er die Quergefäße auf, welche dem Verlaufe der Lig. intermuscularia folgen. Nach JOURDAIN erstreckt sich ein unpaariger Stamm in der Mittellinie von dem perikardialen Behälter bis zum Anus. Im Bereich der Bauchflossen verläuft der Stamm tiefer und erhält Zuflüsse von denselben und von den oberflächlichen intermyomeren Ästen. Um den Anus bildet er einen ringförmigen Sinus, anastomosiert mit den perirenenalen Behältern und erhält Äste von dem Endabschnitt des Verdauungskanals, vom Eileiter, von der Harnblase und von der Analflosse. Nebenbei bemerkt, dürften unter den perirenenalen Behältern JOURDAINS wohl die von uns als Kollateralstämme der Ductus thoracici unterschiedenen Gefäße gemeint sein. Nach TROIS tritt bei *Lophius* und *Uranoscopus* in der Nachbarschaft des Schultergürtels ein »Abdominalstamm« auf, der sich alsbald gabelt und in Form von zwei Ästen bis hinter den Anus verläuft. Dasselbst vereinigen sich die beiden Gabeläste und setzen sich weiterhin als einheitlicher Stamm bis zu der Schwanzflosse fort, wo derselbe mit den Lymphgefäßen der letzteren anastomosiert. Auf der letzteren Strecke verbinden sich mit dem »Abdominalstamm« die transversalen Äste des Seitenstammes. TROIS fügt noch hinzu, daß der Stamm und seine Gabeläste bei eingehender Untersuchung aus mehreren miteinander anastomosierenden Gefäßen gebildet werden, also einen plexusartigen Charakter besitzen. Bei *Rhombus* hat TROIS nur einen einzelnen Abdominalstamm nachgewiesen. SAPPEY beschreibt zwei und in der Höhe der Analflosse nur einen Stamm, welche alle sich mit den intermyomeren Ästen des Seitenstammes verbinden. HOPKINS führt bei *Amia* einen ventralen Stamm an, der an der Schwanzflosse beginnt, in der Mittellinie verläuft und sich gabelnd in dem Perikardialsinus endigt. Auf seinem Verlauf nimmt derselbe die Lymphgefäße der Analflosse und der Brustflossen auf. Nach ALLEN, welcher die ausführlichste Beschreibung des ventralen Longitudinalstammes bei *Scorpaenichthys*, aber auch bei *Lepisosteus* gibt, beginnt derselbe als einzelnes Gefäß an der Schwanzflosse. Am hinteren Ende der Analflosse gabelt sich derselbe und jeder Gabelast verläuft zur Seite derselben und weiter nach vorn zur Seite des Anus auf seine vordere Seite, woselbst sich die Gabeläste wieder zu einem Stamme vereinigen. Dieser verläuft weiter nach vorn und endigt in der ventralen Abteilung des Perikardialsinus.

Wie wir sehen, stimmen die Angaben der Forscher bezüglich

des Verlaufes der ventralen Longitudinalstämme untereinander sehr gut überein. Nur bezüglich ihrer Anzahl im Bauchabschnitt sind die Ansichten geteilt. Daß bei den einen nur ein und bei anderen zwei Stämme vorhanden sind, hängt wohl in erster Linie mit der Verschiedenheit der untersuchten Arten zusammen, dabei darf aber die Bemerkung von TROIS nicht außer Acht gelassen werden, daß nämlich die Bauchstämme aus mehreren miteinander anastomosierenden Gefäßen bestehen können. Bei schmalbäuchigen Formen können dieselben so nahe beieinander liegen, daß nur ein einzelnes Gefäß vorgetäuscht wird, während dieselben bei breitbäuchigen Formen, wie es *Lophius* ist, auseinanderweichen und dann zwei deutlich gesonderte Gefäße darstellen.

In den Flossen entwickeln sich nach unseren Befunden die Lymphgefäße in dem Zeitraum, welcher zwischen dem ersten und zweiten Stadium liegt, und zwar früher in den paarigen Brust- und Bauchflossen, die ja zur Zeit des Ausschlüpfens bereits angelegt sind, und später in den unpaarigen Flossen, welche sich erst allmählich aus dem indifferenten Flossensaum herausdifferenzieren. Die am frühesten entwickelten Brustflossen lassen die Lymphe durch ein Gefäß abfließen (Tafelfig. 6), welches an der lateralen Seite der Flossenbasis beginnt, in schräger Richtung nach oben und vorn verläuft und sich dabei zugleich in die Tiefe senkt und zusammen mit dem Ausflußgefäß des Sinus des Seitenstammes in die Vena cardinalis post. mündet. Ein zweites, diesem entsprechendes Gefäß verläuft an der medialen Seite der Flossenbasis, wendet sich alsdann nach vorn und in die Tiefe, um sich in die zwischen dem Truncus jugularis und dem Perikard ausbreitenden Lymphgefäße zu ergießen. Beide Gefäße der Flossenbasis treten am hinteren Rande der Flosse miteinander in Verbindung. An eben dieser Stelle treten dieselben in noch vorgertückteren Stadien mit dem ventralen Longitudinalstamm der entsprechenden Seite in Kommunikation (Tafelfig. 7). Das laterale Flossengefäß ist weit stärker als das mediale und kann mit Recht als Sinus bezeichnet werden. Dasselbe verbindet sich auch noch mit den oberflächlichen intermyomeren Ästen des Seitenstammes, soweit dieselben in den Bereich desselben reichen. Sowohl von dem lateralen wie vom medialen Gefäß der Flossenbasis geht an jedem Flossenstrahl je ein Gefäß ab, welches bis zu seinem distalen Ende verläuft. Ein jedes dieser Gefäße verästelt sich vielfach und tritt mittelst Anastomosen mit den benachbarten Gefäßen der Flossenstrahlen in Verbindung. Ein mittleres, die Basen der Flossenstrahlen

durchsetzendes Gefäß, wie ein solches von TROIS, SAPPEY und ALLEN beschrieben wird, ist uns nicht gelungen darzustellen, doch wäre es nicht ausgeschlossen, daß dasselbe ebenso wie in den unpaarigen Flossen vorhanden ist. Im übrigen würden unsere Befunde mit den Angaben der Forscher gut übereinstimmen, denn der Umstand, daß die meisten Forscher das Abflußgefäß der Brustflosse in den Kopfsinus münden lassen, läßt sich durch den Mangel eines Kopfsinus bei Forellen erklären.

Die Lymphgefäße der Bauchflossen, die sich etwas später als die der Brustflossen entwickeln, stehen zu den ventralen Längsstämmen in nächster Beziehung. Der aus der Analgegend kommende plexusartige Gefäßstamm bildet am hinteren Rande der Flossenbasis eine sinuöse Erweiterung, von welcher sich jederseits ein Lymphgefäß abzweigt und die Flossenbasis von der lateralen Seite umgibt. Aus der Mitte des Sinus zweigt sich ferner noch ein unpaariges Gefäß ab, welches oberflächlich und median zwischen den beiden Flossen nach vorn verläuft und sich am vorderen Rande der Flossen mit den beiden lateralen verbindet (Tafelfig. 7). Die letzteren sind umfangreicher als das mediale. An schwächer oder vorsichtiger injizierten Präparaten stellen sich alle drei Flossengefäße ebenso wie das vom Anus kommende als ein in die Länge gezogenes Netzwerk dar, in welchem man die einzelnen Maschen deutlich unterscheiden kann. Mit den lateralen Flossengefäßen treten die im Bereich derselben befindlichen oberflächlichen intermyomeren Gefäßäste des Seitenstammes in Kommunikation und mit der sinuösen Erweiterung derselben am Hinterrande der Flossen noch ein Paar der oben beschriebenen interkostalen Lymphgefäße, welches sich vor den übrigen durch größere Stärke auszeichnet. Am vorderen Rande der Bauchflossen geht aus dem Zusammenfluß der drei Gefäße der ventrale Längsstamm hervor. An den Strahlen der Bauchflossen bemerkten wir immer nur ein Gefäß, welches dem einzelnen Strahl entlang verlief und in das laterale Gefäß der Flossenbasis mündete. Dem Gesagten zufolge könnte die Lymphe aus den Bauchflossen 1. in den hinter denselben liegenden Abschnitt des ventralen Längsstammes, 2. in seinen vor den Flossen liegenden Abschnitt, 3. in die intermyomeren Äste des Seitenstammes und 4. in die beiden interkostalen Gefäße abfließen. Die drei letztgenannten Wege dürften wohl als die regelmäßig benutzten anzusehen sein, da in dem zum Anus führenden Gefäß infolge seines netzartigen Charakters der Lymphstrom zum mindesten stark verlangsamt werden dürfte.

Bezüglich der Lymphgefäße der Bauchflossen beschränken sich die meisten Forscher nur auf kurze Bemerkungen. Nur TROIS, SAPPÉY und ALLEN geben eine etwas genauere Beschreibung, welche sich mit unseren Befunden sehr wohl deckt.

Die Verteilung der Lymphgefäße in der unpaarigen Rücken- und Afterflosse ist die gleiche, und nur die Abflußgefäße sind verschieden. An der Basis einer jeden Flosse befinden sich drei Gefäße, von denen das mittlere das Hauptgefäß ist und in der Mitte unterhalb der Flossenstrahlen verläuft und die beiden anderen an den Seiten derselben (Tafelfig. 6, 7, 10). Die seitlichen verbinden sich mit dem mittleren am Vorder- und Hinterrande der Flosse miteinander, aber auch durch Queranastomosen zwischen einem jeden Flossenstrahl. Von dem mittleren Basalgefäß steigen vor und hinter jedem Strahl Gefäße auf, welche, sich verästelnd und miteinander anastomosierend, bis zur Spitze desselben reichen. Diese Gefäße breiten sich somit in der Mitte zwischen den Strahlen aus. Außerdem entspringt aus den seitlichen Basalgefäßen an jedem Strahl je ein Gefäß, welches unmittelbar unter der Haut auf der rechten und linken Seite der Flosse aufsteigt.

Dieser Befund würde somit mit den Beobachtungen von JOURDAIN (1880) übereinstimmen, welcher an jungen lebenden Exemplaren von *Platessa vulgaris* und *Pl. flesus* an jedem Strahl im ganzen 6 Gefäße beschreibt, und zwar zwei als Blutgefäße und die übrigen als Lymphgefäße. In letzteren sollte die Lymphe in der gleichen Weise wie in den Blutgefäßen nach aufwärts und nach abwärts kreisen, was natürlich irrtümlich ist. Alle übrigen Forscher sprechen nur von zwei die Flossenstrahlen begleitenden Lymphgefäßen.

Die drei Basalgefäße der Rückenflosse verbinden sich an dem Vorder- und Hinterrande der Flosse mit dem dorsalen Längsstamm und entwickeln sich ebenso wie dieser aus den über das Rückenmark hinweg aufsteigenden tiefen intermyomeren Ästen des Seitenstammes, von denen der zum Vorder- und Hinterrande der Flosse aufsteigende Ast bereits frühzeitig stark entwickelt ist.

Die drei Basalgefäße der Afterflosse münden in den Analstamm, stehen jedoch auch mit den intermyomeren Ästen, welche vom Ductus thoracicus zur Flossenbasis absteigen, und ferner mit dem ventralen Längsstamm in Verbindung. Wir vermuten, daß sie sich hauptsächlich von dem Analstamm aus entwickeln.

Die Fettflosse nimmt insofern eine eigenartige Stellung ein, als in ihr die Verteilung der Lymphgefäße eine unregelmäßige ist. Sie

erhält die Lymphgefäße ebenfalls aus den aufsteigenden tiefen intermyomeren Ästen wie die Rückenflosse, von denen das erste und letzte in sie eindringende das stärkste ist. Wie bereits FAVARO (1906) berichtet, bilden die Lymphgefäße in der Fettflosse ein ziemlich reiches Netzwerk.

Die Lymphherzen. In Anbetracht der ausführlichen Arbeiten von FAVARO über die Gefäßverteilung und über die Lymphherzen im Schwanz der Fische glaubten wir auf diese eigenartigen Gefäßverhältnisse nicht näher einzugehen zu brauchen, zumal uns die Verfolgung des übrigen Lymphgefäßsystems vollkommen in Anspruch genommen hatte und die Schwanzgegend einer gesonderten Untersuchung bedurft hätte. Indes hatten wir Gelegenheit, an unserem umfangreichen Material verschiedene Beobachtungen anzustellen, welche mit den Beschreibungen von FAVARO und denen anderer Forscher nicht übereinstimmten. So entschlossen wir uns denn, diese unsere Befunde hier anzufügen, obwohl dieselben nur die gröberen anatomischen Verhältnisse berücksichtigen, die noch durch weitere Untersuchungen ergänzt werden müssen.

Das Auftreten eines Lymphherzens in der Schwanzflosse der Fische ist eine auffallende Erscheinung, welche darauf schließen läßt, daß die Zirkulation der Lymphe in diesem Körperabschnitt eine andere ist als in anderen Körperteilen. Denn angenommen, die Longitudinalstämme des Körpers reichten bis in die Schwanzflosse und nähmen auch die Lymphgefäße derselben auf, so erschiene die Existenz eines besonderen Apparates, welcher die Lymphe aus der Flosse in die Venen überführen würde, überflüssig. Nun ist aber ein pulsierendes Lymphherz bei verschiedenen Fischen nachgewiesen. Demselben würde die Aufgabe zufallen, die Lymphe aus einem gesonderten Bezirke zu sammeln, mit welchem die Längsstämme nur in einem lockeren Zusammenhange stehen, und das ist auch tatsächlich in der Schwanzflosse der Fall. Andererseits verbinden sich einzelne Längsstämme direkt mit dem Lymphherzen. Es müßte demnach im Verlauf derselben, was auch bereits HYRTL hervorhebt, ein Punkt existieren, von welchem die Lymphe vorwärts und rückwärts strömen würde. Ein solcher Punkt müßte sich unserer Ansicht nach im Verlauf der Gefäße durch Änderung des Kalibers bemerkbar machen, und zwar müßte das Gefäß an diesem Punkte eingengt sein und sich von dort in kranialer und kaudaler Richtung allmählich erweitern. Ein solcher Fall ist tatsächlich nicht beobachtet worden, wohl aber eine Anordnung der Gefäße, welche demselben funktionell

entspricht, nämlich ein Kollateralgefäß, welches die Lymphe aus einer Körpergegend sammelt und in das Lymphherz ableitet, welches aber mit den Längsstämmen nur durch schmale und unbedeutende Gefäßäste in Kommunikation steht. Diese Einrichtung wird um so verständlicher, wenn wir berücksichtigen, daß während einer gewissen Entwicklungsperiode die Lymphe aus dem hinteren Körperabschnitt fast ausschließlich auf diesem Wege in die Kaudalvene befördert wird. In späterer Zeit verliert das Lymphherz wahrscheinlich an Bedeutung, und soll dessen Verlust von den Fischen ohne weitere Folgen ertragen werden.

Wir wollen nunmehr darlegen, was wir bei unseren Untersuchungen ermitteln konnten. Injiziert man den Seitenstamm in der Richtung nach dem Schwanz zu, so füllen sich niemals die Lymphgefäße der Schwanzflosse. Man bemerkt höchstens nur, daß etwas Injektionsmasse in das Lymphherz gelangt, daß sie aber daselbst nur sehr kurze Zeit verweilt und durch die Eigenbewegungen des Herzens sogleich in die Vene befördert wird. In der gleichen Richtung von der Kaudalarterie oder Vene ausgeführte Injektionen lassen stets ein deutliches und schönes Blutgefäßnetz in der Schwanzflosse hervortreten. Hier könnte eingewendet werden, daß die Lymphgefäße der Schwanzflosse sich erst zu einer etwas späteren Zeit entwickeln. Das ist wohl auch tatsächlich der Fall, doch lassen sich auch bei allen älteren Embryonen bis zu unserem zweiten Stadium die Lymphgefäße des Schwanzes weder von dem lateralen noch von dem dorsalen und ventralen Stamme füllen. Hieraus wäre zu schließen, daß sich die Lymphgefäße erst im Anschluß an das Auftreten des Lymphherzens entwickeln und nur durch dasselbe hindurch der Injektion zugänglich wären. Von dem Lymphherzen als von einem neuen Entwicklungszentrum breiten sich die Lymphgefäße peripheriwärts aus, und so kommt es, daß eine Injektion dieser Lymphgefäße vom Rumpfe aus zu keinen Ergebnissen führt, zumal da sich an ihrer Mündung im Herzen sehr bald Klappen ausbilden. Die Lymphgefäße von der Schwanzflosse selbst zu injizieren, ist uns bei der Zartheit derselben nicht gelungen, doch sind wir überzeugt, daß dies nunmehr, nachdem wir eine größere Übung im Injizieren erlangt haben, sehr wohl möglich wäre. Dagegen haben wir die Lymphgefäße der Flosse samt dem Lymphherzen an einigen Präparaten zufällig auf indirektem Wege zur Anschauung gebracht, nämlich von einem Extravasat aus, welches sich bei der Injektion in distaler Richtung gebildet hatte. Die Injektionsmasse war von dem Extravasat in der Flossenbasis in

die Lymphgefäße der Flosse eingedrungen und hatte von denselben aus das Lymphherz gefüllt. Nachdem die Präparate fixiert und von den störenden Extravasatmassen gereinigt worden waren, konnten die Gefäßverhältnisse sehr gut übersehen werden und stellten sich, mit den durch direkte Injektionen gewonnenen Präparaten verglichen, in folgender Weise dar: An der Biegung, welche die Chorda in dorsaler Richtung ausführt, spaltet sich die Arteria caudalis, tritt aus dem Hämalkanale aus und verläuft jederseits in einem Bogen zu dem Spalte, welcher nach der Bezeichnung von AGASSIZ und VOGT zwischen den Hämopophysen des letzten Wirbels und denen des vorletzten Wirbels gelegen und von FAVARO Intervallum hypurale benannt worden ist. In dem Spalt vereinigen sich beide Gabeläste wieder und bilden nach ihrem Austritt in die Flosse ein feines Netzwerk. Die Vena caudalis gabelt sich im Hämalkanal an der gleichen Stelle wie die Arterie, die Gabeläste treten aus dem Kanal heraus und verlaufen an der Chorda aufwärts bis zu ihrem Ende. In der Höhe des genannten Intervallum hypurale nehmen sie die in demselben verlaufenden und von der Schwanzflosse kommenden Venenäste auf. Unterhalb der Biegung der Chorda, auf der zweiteiligen Hämopophyse des vorletzten Wirbels (nach der Bezeichnung von AGASSIZ und VOGT) und zwischen den Gabelästen der Arteria caudalis liegt nun jederseits ein Lymphherz. Durch einen in der Hämopophyse des vorletzten Wirbels vorhandenen Kanal stehen die beiden Lymphherzen miteinander in Kommunikation. Nach unseren Befunden besitzt jedes eine gesonderte Mündung in die Kaudalvene, und zwar liegt dieselbe in dem Winkel, welchen der zum Urostyl ansteigende Ast derselben mit dem von der Flosse kommenden und in dem Spalt verlaufenden Ast bildet. Ferner glauben wir gesehen zu haben, daß in jedes Lymphherz zwei Lymphgefäße münden, nämlich der Ductus thoracicus der betreffenden Seite und ein Ast der Lymphgefäße der Schwanzflosse (Tafelfig. 10). Wir haben früher bereits ausführlich dargetan, daß die eigentlichen Ductus thoracici im Schwanzabschnitt zu unscheinbaren Gefäßen herabsinken, welche an einzelnen Stellen noch die ursprüngliche netzförmige Anordnung aufweisen, wohingegen der akzessorische Stamm außerordentlich stark ist und die Lymphe aus der Analflosse, dem Anus, dem Endabschnitt des Darms und aus den tiefen Schichten des Seitenrumpfmuskels dieser Gegend ableitet. Im Hämalkanal an der Basis der Schwanzflosse spaltet sich der akzessorische Stamm und vereinigt sich seitlich wieder mit den eigentlichen Ductus thoracici, welche also auf diesem kurzen

Abschnitt an Umfang wieder bedeutend zunehmen. Auf Querschnitten sehen wir daher im Hämalkanal unterhalb der Chorda die kleine Kaudalarterie, ventral von derselben die große Kaudalvene und lateral neben beiden die dreieckigen Lumina der ansehnlichen Ductus thoracici. Letztere münden am vorderen Rande des abgeplatteten Lymphherzens der betreffenden Seite ein.

Der Lateralstamm löst sich, wie oben berichtet, an der Basis der Schwanzflosse in ein Netzwerk von unregelmäßig angeordneten Gefäßen auf. Dieses Netzwerk ist auch bei allen von uns untersuchten Embryonen des späteren Stadiums in der Haut, welche die Muskelmassen der Schwanzflosse bedeckt, noch deutlich sichtbar. Diese Gefäße treten weder mit den Lymphgefäßen der Schwanzflosse noch mit den Lymphherzen in Verbindung. Dagegen existiert an der Stelle der Aufwärtskrümmung der Chorda auf jeder Seite noch ein vom Seitenstamm in die Tiefe dringender Ast, wohl der letzte der tiefen intermyomeren Äste, welcher sich mit dem Endast des Ductus thoracicus der betreffenden Seite in Verbindung setzt, ehe derselbe in das Lymphherz mündet. Derselbe stellt einen nur sehr feinen Ast dar, dem wohl keine größere Bedeutung zukommt. Demzufolge würde die Lymphe der seitlichen Körperoberfläche ihrer Hauptmenge nach in der Richtung nach dem Kopfe abfließen und nur ein geringer Teil derselben vom Ende des Schwanzes auch in das Lymphherz gelangen, wie wir dies auch durch unmittelbare Beobachtung des Lymphstromes an lebenden Exemplaren, so weit dies möglich war, feststellen konnten. Wird der Seitenstamm in der Richtung nach dem Schwanz zu injiziert, so entsteht meistens ein Extravasat an der Basis der Schwanzflosse, weil das oben erwähnte zarte Verbindungsgefäß zwischen Seitenstamm und Ductus thoracicus gesprengt wird. Nur ausnahmsweise gelingt es bei sehr vorsichtiger Injektion, die Masse bis zum Lymphherz vorzutreiben, verbleibt aber in letzterem nur einen kurzen Moment, da sie von dem aus der Flosse kommenden Lymphstrom und wohl auch durch die Eigenbewegungen des Lymphherzens in die Vena caudalis hineingespült wird. Nebenbei bemerkt, haben wir an unserem Material die Kontraktionen der Herzen niemals direkt beobachtet, was bei ihrer tiefen Lage nicht wunderbar erscheint. Ist doch auch bei anderen Tieren das Pulsieren der Lymphherzen, wie z. B. bei den heimischen Molchen, bei unversehrter Haut nur unter gewissen günstigen Umständen sichtbar. Trotzdem sind wir von der selbständigen Tätigkeit der Lymphherzen bei Forellen überzeugt und sind durch

die oben erwähnten Injektionsversuche in unserer Meinung bestärkt worden.

Soweit wir feststellen konnten, entwickeln sich die Lymphherzen zu der Zeit, in welcher auch der Rumpfabschnitt der Ductus thoracici zur Anlage kommt. Solange letzterer mit dem Kopfabschnitt noch nicht in Verbindung getreten ist, würde ihnen also die Aufgabe zufallen, die Lymphe aus den tieferen Teilen des hinteren Körperabschnittes, welche sonst nur auf dem Umweg durch die tiefen intermyomeren Gefäßäste in den Seitenstamm gelangen könnte, direkt in die Kaudalvene überzuführen. In den späteren Stadien, in welchen die Ductus thoracici bereits kontinuierlich geworden sind, würde in denselben ein Teil der Lymphe nach dem Kopfe zu abfließen, ein anderer Teil nach den Lymphherzen. Die Orte, wo sich die Lymphe gewissermaßen wie in einer Wasserscheide nach vorne und nach hinten wenden würde, wären nach dem Gesagten nicht schwer aufzufinden. Sie würden nämlich durch die verhältnismäßig feinen Gefäße dargestellt werden, welche den akzessorischen Stamm der Ductus thoracici und den Seitenstamm einerseits mit den Hauptstämmen derselben andererseits verbinden. Im akzessorischen Stamm und seinen Zuflüssen würde die Lymphe sich in der Richtung nach den Lymphherzen bewegen und im Seitenstamm und in den Ductus thoracici nach dem Kopfe zu. Auch der zwischen dem Anus und den Bauchflossen bestehende Gefäßplexus, der einen Abschnitt des ventralen Longitudinalgefäßes darstellt, dürfte wohl auch die Strömung der Lymphe erschweren, so daß die Lymphe aus den Bauchflossen nach vorn und aus dem Anus nach hinten abfließt.

Wie oben erwähnt, münden in jedes Herz noch zwei von der Flosse kommende Lymphgefäße, welche in dem Intervallum hypurale verlaufen. Kurz bevor sie in den letzteren eintreten, bilden sie ein dichtes Netz von breiten Gefäßen, aus welchen ein bogenförmig nach oben und nach unten gekrümmtes Gefäß hervorgeht. Dasselbe liegt an den Basen der Flossenstrahlen und nimmt die den Strahlen entlang laufenden Lymphgefäße der Flossenstrahlen auf, welche ebenso wie in den anderen Flossen vielfach miteinander anastomosieren. Bei den uns zu Gebote stehenden Embryonen des zweiten Stadiums war noch ein Teil des ursprünglichen häutigen Flossensaumes erhalten. Derselbe reichte dorsal vom kranialen Rande der Schwanzflosse bis fast zum Ansatz der Fettflosse und ventral vom Rande der Schwanzflosse bis fast zur Basis der Analflosse. In diese Flossensaumreste dringen die äußersten Enden der bogenförmigen Äste der Schwanz-

flossenlymphgefäße ein und bilden daselbst feine Netze (Tafelfig. 10), welche wiederum mit den kaudalen Ausläufern des dorsalen resp. des ventralen Longitudinalstammes in Zusammenhang stehen. An diesen Orten würden also die sonst von dem übrigen Lymphgefäßsystem vollständig separierten Lymphgefäße der Schwanzflosse bei älteren Embryonen wenigstens mit jenen noch eine Verbindung besitzen, durch welche ein geringer Teil der Lymphe abfließen könnte.

Da unsere hier dargelegten Ergebnisse noch nachgeprüft werden müssen, enthalten wir uns einer Diskussion der Literatur dieses Gebietes und bemerken nur, daß unsere Resultate von denen FAVAROS, welcher die umfassendsten Untersuchungen über die Lymphherzen der Fische angestellt hat, in verschiedenen Punkten abweichen. Mit seiner Einteilung des Gefäßapparates im Schwanz der Teleostier in drei gesonderte Organe: nämlich den Sinus lymphaticus caudalis, das Lymphherz und den kaudalen Venensinus könnten wir uns noch einverstanden erklären, da es sehr wohl anzunehmen wäre, daß bei erwachsenen Forellen die Lymphgefäße der Schwanzflosse, ehe sie in den Hypuralraum eintreten, eine sinuöse Erweiterung bilden und daß auch der Anfang der Kaudalvene sich zu einer Art von Sinus erweitere. Indes erscheint uns die Verallgemeinerung seiner am Lymphherzen des Aales gewonnenen Ergebnisse, insbesondere die Unterscheidung eines Atriums und eines Ventrikels im Lymphherzen, auf die Mehrzahl der Teleostier noch zu verfrüht. Führt er doch selbst bei Besprechung des Lymphherzens der Forelle an, daß bei einigen Exemplaren die Seitenstämme nicht zusammen in das Atrium, sondern jeder in die Herzhälfte der entsprechenden Seite münde. Diese Beobachtung würde für die funktionelle Gleichwertigkeit der beiden Herzhälften und gegen ihre Differenzierung in ein Atrium und in einen Ventrikel sprechen. Auch von der Ansicht ALLENS, daß das Kanalsystem des Schwanzes eher den venösen als den lymphatischen Gefäßen zuzurechnen sei, weichen unsere Ausführungen nicht unbeträchtlich ab und stimmen vielmehr mit dem überein, was HYRTL über die Kaudalsinus ausgesagt hat.

Auffallend spät scheinen sich die visceralen Lymphgefäße zu entwickeln. Zwar hatten wir es nicht versucht, dieselben durch Injektionen in die Darmwand darzustellen, doch hätten sie sich unter unseren zahlreichen Präparaten von den zentralen Lymphstämmen ausfüllen müssen, wenn sie reichlich entwickelt wären. Indes haben wir nur in zwei Fällen Gefäße am Darm aufgefunden, welche wir überdies

nicht mit voller Bestimmtheit als Lymphgefäße anerkennen können. Indem wir uns die Darstellung der visceralen Lymphgefäße für spätere Untersuchungen vorbehalten, verweisen wir an dieser Stelle auf die Berichte, welche von den meisten im vorhergehenden angeführten Forschern für erwachsene Fische gegeben worden sind.

7. Zusammenfassung und Schlußbetrachtungen.

Wir unterscheiden Lymphgefäße des Kopfes und des Rumpfes und betrachten dieselben in zwei Entwicklungsstadien, nämlich an eben ausgeschlüpften Embryonen und an solchen, die nach Verlust des Dotterbläschens schon die Form von erwachsenen Fischen angenommen haben.

Am Kopf von Embryonen des ersten Stadiums sind bereits folgende Lymphgefäße angelegt: Die Truncus jugulares, von welchen jeder sich an der entsprechenden Kopfseite in einen oberflächlichen Gesichtsstamm und einen tiefen Gehirnstamm spaltet. Ersterer läßt sich bis zum hinteren Rande der Orbita und in seinen Ästen bis in den Oberkiefer verfolgen, letzterer bis zu dem späteren Foramen jugulare des Schädels. Ein Ast des Truncus verläuft jederseits über das Gehörorgan hinaus dorsalwärts und bildet die Anlage des paarigen Myelonalsinus. Andere Äste breiten sich an der Schädelbasis aus und dringen längs der 3. und 4. Kiemenvene bis zur Mittellinie vor. Der Truncus jugularis mündet mittelst eines Astes in den Sinus des Lateralstammes und mittelst eines zweiten in die Vena cardinalis posterior. Am Boden der Orbita ist ein subokularer Lymphsack vorhanden, doch konnte seine Verbindung mit dem Lymphgefäßsystem einstweilen nicht ermittelt werden.

Am Rumpf bilden die Seitenstämme die primären Hauptlymphgefäße. Dieselben beginnen jederseits am Schwanz und setzen sich längs der Seitenlinie bis in die Gegend des Schultergürtels fort. In den Seitenstamm münden die den Myokommata entsprechenden oberflächlichen intermyomeren Äste der Seitenrumpfmuskulatur und ferner noch aus der Tiefe in der Seitenlinie aufsteigende Äste. Letztere spalten sich an der Chorda in ein auf- und absteigendes Gefäß, welche zusammen die tiefen intermyomeren Äste bilden. Aus dem Zusammenfluß der letzteren gehen an den großen Blutgefäßen (Aorta und Vena cardinalis posterior dextra) die zurzeit noch netzförmigen Anlagen der Ductus thoracici des Rumpfes hervor. In der Höhe des Schultergürtels erweitert sich der Seitenstamm zu einem

Sinus, der in die Vena cardinalis post. der entsprechenden Seite mündet. Demnach würden die Jugular- und Seitenstämme mit ihren zurzeit noch geringen Verästelungen die sich bei Fischen am frühesten anlegenden Lymphgefäße darstellen.

Im zweiten Stadium hat der Gesichtsast des Truncus jugularis an Umfang zugenommen. Ein Ast desselben läßt sich durch die Orbita hindurch bis zum Geruchsorgan und über dieses hinaus bis zum vorderen Mundrand und bis zur Schleimhaut des Mundes verfolgen. Andere verlaufen längs des Oberkiefers, des Unterkiefers und des Hyoideums und ferner zum Operkularapparat. Alle diese Gefäße fließen in einem neugebildeten ringförmigen Lymphgefäß zusammen, welches auf der Innenseite des Operkularapparates am Ansatz des Operculums an das Hyomandibulare gelegen ist. Von der dorsalen Seite mündet in dieses Gefäßgebiet der Supraorbitalast, welcher die Orbita umkreist, sich vorn mit den Lymphgefäßen des Geruchsorgans verbindet und sich in der Haut über dem Gehirn ausbreitet, und ferner noch drei aus dem Myelonalsinus hervorgehende Äste.

An der Ventralseite des Unterkiefers bildet sich aus dem Zusammenfluß der Lymphgefäße der mediane Lymphgefäßstamm des Unterkiefers, welcher sich weiter hinten zu einem Sinus erweitert. Aus letzterem fließt die Lymphe durch die oben erwähnten Lymphgefäße des Hyoids ab und ferner noch durch Lymphgefäße, welche auf der Innenseite des Kiemenkorbes liegen, nach dem Herzen zu gerichtet sind und die Lymphgefäße der Kiemenbögen aufnehmen.

An der Innenseite des Operculums mündet in das ringförmige Lymphgefäß noch das starke Lymphgefäß der Pseudobranchie, welche Äste aus dem vorderen Abschnitt des Gehirns, aus der Orbita und aus der Schleimhaut des Mundes aufnimmt. Die beiderseitigen Pseudobranchialgefäße stehen in der Mittellinie in Kommunikation miteinander.

Der tiefe Ast des Truncus jugularis dringt durch das Foramen jugulare in die Schädelhöhle ein. Unmittelbar davor tritt er mit den Lymphgefäßen in Verbindung, welche die Vena jugularis begleiten und proximal in den Truncus lymphaticus jugularis münden.

Aus den spärlichen Lymphgefäßen, welche vom Truncus ausgingen und im ersten Stadium kaum bis zur Aorta reichten, gehen starke Äste hervor, welche sich an den Verlauf der 3. und 4. Kiemenvene halten. An der gemeinsamen Mündung der letzteren vereinigen sich die beiderseitigen Äste und breiten sich zu beiden Seiten der Aorta in der Längsrichtung aus. Aus diesen Gefäßen geht der Kopf-

abschnitt der Ductus thoracici hervor, welcher weiter hinten mit dem Rumpfabschnitt derselben zur Vereinigung gelangt. Da dieser Prozeß bereits frühzeitig zum Abschluß gelangt, erscheinen die Ductus thoracici im zweiten Stadium als zwei einheitliche, symmetrisch angeordnete Stämme, welche von der Schädelbasis bis zu den Schwanzwirbeln reichen. Aus dem Kopfabschnitt derselben gehen ferner Lymphgefäße hervor, welche die beiden Bögen des Circulus cephalicus nach vorn begleiten, und ferner Äste, welche sich in der Schleimhaut des hinteren Abschnittes der Mundhöhle und seitlich am Pericardium ausbreiten.

Am Rumpf hat der Seitenstamm an Stärke bedeutend zugenommen. Seine oberflächlichen intermyomeren Äste reichen bis zur dorsalen und ventralen Mittellinie. Die in die Tiefe dringenden Äste des Seitenstamms bilden die tiefen intermyomeren Äste, welche in diesem Stadium meist verdoppelt sind. Die aufsteigenden Zweige derselben fließen unterhalb der dorsalen Mittellinie in der Längsrichtung zusammen und bilden den dorsalen Längsstamm, welcher am Schwanz beginnt, mit den Lymphgefäßen der Fettflosse und der Dorsalflosse kommuniziert und bis in die Nähe des Kopfes zu verfolgen ist. Ob sich außerdem unterhalb desselben bei Forellen ein dem Rückenmark aufliegender spinaler Längsstamm entwickelt, konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Das aus den absteigenden intermyomeren Zweigen ursprünglich entwickelte Lymphgefäßnetz hat sich, wie erwähnt, zum rechten und linken Ductus thoracicus des Rumpfes umgebildet und mit dem Kopfabschnitt desselben vereinigt. Im Schwanzabschnitt ist aus dem Lymphgefäßnetz, welches sich auch auf die ventrale Seite der Kaudalvene ausgebreitet hatte, noch ein medianer akzessorischer Stamm des Ductus entstanden. Derselbe vereinigt sich bei seinem Eintritt in die Bauchhöhle einerseits und unterhalb der Schwanzwirbel andererseits mit den Hauptstämmen mittelst gabelförmiger Anastomosen, steht aber auch sonst noch mittelst zahlreicher, aber feiner Äste mit den Hauptstämmen in Verbindung. In der Bauchhöhle setzt sich dieser akzessorische Stamm als Analstamm bis zum After fort und nimmt die Lymphgefäße von demselben und von der Afterflosse auf.

Der ventrale Längsstamm verläuft in der ventralen Medianlinie unmittelbar unter der Haut. Er ist dem dorsalen nicht völlig gleichwertig und besteht aus vier Abschnitten, welche sich nicht gleichzeitig entwickeln. Am frühesten tritt der zweite, zwischen Afterflosse und After liegende Abschnitt auf, der von dem erwähnten

Abdominalstamm gebildet wird. Erst später entwickelt sich der erste und dritte, nämlich der zwischen der Schwanz- und Afterflosse und der zwischen dem After und den Bauchflossen befindliche Abschnitt und zuletzt, nämlich nach dem Verschwinden des Dottersackes, der vierte, am Bauche verlaufende. Der ventrale Längsstamm entsteht im Schwanzabschnitt aus dem Zusammenfluß von intermyomeren, aus dem akzessorischen Ductus entspringenden Ästen. Dieser Abschnitt tritt mit den Lymphgefäßen der Afterflosse in Kommunikation und geht in den Analstamm über. Von diesem setzt sich ein Gefäßgeflecht bis zu den Bauchflossen fort und dann als ein einheitliches oder paariges Gefäß bis in die Nähe des Herzens, wo es in die Tiefe dringt und sich mit den Ausläufern der Lymphgefäße der Schädelbasis verbindet. Der ventrale Längsstamm steht mit den oberflächlichen intermyomeren Ästen des Seitenstammes sowie mit den Lymphgefäßen der Afterflosse und mit denen der Bauch- und Brustflossen in Kommunikation.

Im Bereiche der Bauchhöhle zweigen sich von den Ductus thoracici noch die interkostalen Lymphgefäße ab, welche, vom Peritoneum bedeckt, zur ventralen Mittellinie verlaufen. Längs der Umschlagstelle des Peritoneums auf die Niere entwickeln sich zwischen jenen jederseits Anastomosen, welche zur Ausbildung von zwei den Ductus kollateralen Stämmen führen.

In den Flossen beginnen die Lymphgefäße mit feinen Anfängen an dem distalen Rande derselben und verlaufen zwischen den Strahlen zu einem die Strahlenbasen durchsetzenden Längsgefäß. Letzterem parallel verläuft an den lateralen Rändern der basalen Flossenmuskeln je ein Lymphgefäß, welches am vorderen und hinteren Ende der Flosse und zwischen einem jeden Flossenstrahl mit dem mittleren in Verbindung tritt. Die basalen Lymphgefäße der Dorsalflosse stehen mit dem dorsalen Längsstamm und diejenigen der Analflosse mit dem ventralen Längsstamm in Kommunikation. An jeder Brustflosse bildet sich ein lateraler Sinus aus, welcher sich mittelst eines Gefäßes zusammen mit dem Truncus jugularis in die Vena cardinalis posterior ergießt und sich mittelst eines zweiten mit dem ventralen Längsstamm verbindet. Die Lymphe der Bauchflossen fließt in einem Sinus zusammen, welcher median zwischen den hinteren Rändern der beiden Flossen gelegen ist und mit dem ventralen Längsstamm in engster Beziehung steht. — Nur in der Fettflosse ist die Anordnung der Lymphgefäße eine andere, nämlich eine baumförmige. Aus denselben fließt die Lymphe in den dorsalen Längsstamm ab.

Die Lymphgefäße der Schwanzflosse münden nach unseren Befunden, die jedoch noch überprüft werden müssen, in das paarige kaudale Lymphherz. Jede Abteilung desselben erhält noch einen Zufluß vom Ductus thoracicus der betreffenden Seite, der durch ein feines Gefäß wiederum mit dem Seitenstamm der betreffenden Seite in Kommunikation steht. Jedes der Herzen mündet gesondert in einen Ast der Vena caudalis.

Bezüglich der Verteilung der Lymphgefäße in den Eingeweiden verweisen wir auf die von verschiedenen Forschern gegebenen Beschreibungen derselben bei erwachsenen Fischen, da wir sie nicht näher verfolgt haben.

Unsere Bemühungen waren im wesentlichen darauf gerichtet, die Hauptbahnen des Lymphstromes im Fischkörper festzustellen, ganz abgesehen davon, wie man sich die erste Entwicklung der Lymphgefäße vorstellt. Diese Hauptbahnen sind die Trunci lymphatici jugulares und die Trunci longitudinales laterales corporis. An diese schließt sich erst die Entwicklung der übrigen Lymphgefäße des Körpers an. Da die beiden Hauptlymphstämme zu einer Zeit vorhanden sind, in welcher sich die Blutzirkulation bereits in voller Ausbildung befindet, so schließen wir, daß die Lymphgefäße bei Forellenembryonen sich später entwickeln als die Blutgefäße, letztere also die ursprünglichsten Zirkulationsorgane der Teleostierembryonen darstellen. Ferner stellen wir auf Grund unserer Untersuchungen fest, daß die von uns bei Forellenembryonen aufgefundenen Lymphgefäße von vornherein Lymphgefäße sind und keine vasolymphatischen Übergangsgebilde, wie dies einige Forscher (ALLEN, HUNTINGTON und MOZEJKO) für die ersten Gefäße des Fischkörpers annehmen. Nach unseren Beobachtungen hängt das Lymphgefäßsystem an vier Stellen mit den venösen Gefäßen zusammen, nämlich vorne jederseits an den Venae cardinales posteriores und hinten vermittelt der Lymphherzen jederseits mit einem Ast der Vena caudalis.

Im Verlauf unserer Untersuchungen hatten wir beobachtet, daß an verschiedenen Stellen des Fischkörpers der Ausbildung der einheitlichen Lymphgefäße eine Entwicklungsstufe vorausgeht, in welcher sich dieselben in Form eines Netzwerkes oder Geflechtes darstellen. Analoge Vorstufen hat in neuerer Zeit EVANS (1909) bei der Entwicklung der Blutgefäße beschrieben, die allerdings von ELZE (1914) einer Kritik unterworfen worden sind. Es würde uns zu weit führen, auf diese Verhältnisse hier näher einzugehen, und bemerken nur, daß wir die Existenz solcher Lymphnetze am Rumpfabschnitt des Ductus

thoracicus festgestellt haben, dessen Herkunft trotz verschiedener gerade auf diesen Punkt gerichteter Untersuchungen noch in Dunkel gehüllt ist. Der von uns gebrachte Nachweis des Zusammenhanges des Seitenstammes mit den Ductus thoracici vermittelt der in die Tiefe dringenden intermyomeren Äste, der auch bereits bei Urodelarlarven beobachtet worden ist, dürfte wohl in Zukunft zur Aufklärung der Entwicklung des Ductus thoracicus wenigstens bei niederen Wirbeltieren von Bedeutung sein.

Krakau, August 1916.

Literaturverzeichnis.

Blutgefäße.

- AGASSIZ, L., et VOGT, C., Anatomie des *Salmones*. Mémoires Soc. Sc. nat. Neuchâtel, T. 3. 1845.
- BAER, V., K. E., Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Fische. Leipzig, 1835.
- DOHRN, A., Studien zur Urgeschichte des Wirbeltierkörpers. XI. Spritzlochkieme der Selachier, Kiemendeckelkieme der Ganoiden, Pseudobranchie der Teleostier. Mitteil. zool. Station Neapel. Bd. 7, 1886—1887.
- EINSTMANN, J. W., Über das Venensystem der einheimischen Teleostier. Arch. f. Naturgeschichte. 79. Jahrg., Abt. A, 1913.
- ELZE, C., Entwickeln sich die Blutgefäßstämme aus netzförmigen Anlagen unter dem Einflusse der mechanischen Faktoren des Blutstromes? Verhandl. Anat. Gesellsch. 27. Versamml. Greifswald 1913. Ergänzungsheft zum 44. Bd. des Anat. Anz.
- Studien zur allgemeinen Entwicklungsgeschichte des Blutgefäßsystems. Teil 1: Anatomische und physiologische Grundlagen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 82, Abt. 1, 1913.
- EVANS, H. M., On the Development of the Aortae, Cardinal and Umbilical Veins and the other Blood Vessels of Vertebrate Embryos from Capillaries. Anatomical Record. V. 3, 1909.
- FEDOROW, V., Beiträge zur Morphologie der Vena jugularis inferior. 1. V. jugularis inf. der Anamnien. Anat. Anzeiger. Bd. 44, 1913.
- GROSSER, O., Die Elemente des Kopfvenensystems der Wirbeltiere. Verh. Anat. Gesellsch. Würzburg 1907. Ergänzungsheft zum 30. Bd. des Anat. Anz. 1907.
- HOCHSTETTER, F., Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Venensystems der Amphibien und Fische. Morph. Jahrbuch. Bd. 13, 1887; vgl. Ergebnisse Anat. und Entwicklungsgeschichte. Bd. 3, 1893.

- HOCHSTETTER, F., Entwicklung des Blutgefäßsystems. Hertwigs Handbuch d. vergl. u. experim. Entwicklungsgesch. der Wirbeltiere. Bd. 3. 1906.
- HYRTL, J., Beobachtungen aus dem Gebiete der vergleichenden Gefäßlehre. Mediz. Jahrbuch des k.k. österreichischen Staates. Bd. 24. Neue Folge Bd. 15, 1838.
- Über Kaudal- und Kopfsinusse der Fische und das damit zusammenhängende Seitengefäßsystem. Arch. f. Anat. und Physiol. Jahrg. 1843.
- LEREBoullet, Recherches d'embryologie comparée sur le développement de la Truite, du Lézard et du Limnée. Annales d. Sc. nat. Ser. 4. Zoologie. T. 16, 1861.
- MAURER, F., Die Kiemen und ihre Gefäße bei anuren und urodelen Amphibien und die Umbildung der beiden ersten Arterienbögen bei Teleostiern. Morph. Jahrbuch. Bd. 14, 1888.
- MILNE EDWARDS, H., Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée. T. 3, 1858.
- MORROFF, T., Über die Entwicklung der Kiemen bei Knochenfischen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 60, 1902.
- MÜLLER, J., Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. III. Über das Gefäßsystem. Berlin, 1841.
- PARKER, T. J., On the Blood-Vessels of *Mustelus antarcticus*: a Contribution to the Morphology of the Vascular System in the Vertebrata. Philosoph. Transactions. R. Soc. London. V. 177. Part. II, 1886.
- RATHKE, H., Über den Bau und die Entwicklung des Venensystems der Wirbeltiere. III. Bericht über das naturw. Seminar. Königsberg, 1838.
- REICHERT, K. B., Beobachtungen über die ersten Blutgefäße und deren Bildung sowie über die Bewegung des Blutes in denselben bei Fischembryonen. Studien des physiol. Instituts Breslau. Leipzig, 1858.
- STANNIUS, H., Handbuch der Zootomie von v. Siebold und Stannius. Teil II. Wirbeltiere. II. Aufl. Berlin, 1854.
- VOGT, C., Histoire naturelle des Poissons d'eau douce. Embryologie des *Salmones*. Neuchâtel, 1842.
- VOGT, C., et YOUNG, Traité d'anatomie comparée pratique. T. II. Paris, 1894.
- ZIEGENHAGEN, F., Über das Gefäßsystem bei Salmonidenembryonen. Verh. anat. Gesellsch. Straßburg 1894. Ergänzungsheft zum 9. Bd. des Anat. Anzeigers 1894.
- Über die Entwicklung der Zirkulation bei Teleostiern, insbesondere bei *Belone*. Verh. anat. Gesell. Berlin 1896. Ergänzungsheft zum 12. Bd. des Anat. Anzeigers 1896.

Lymphgefäße.

- AGASSIZ, L., et VOGT, C., Anatomie des *Salmones*. Mém. Soc. Sc. nat. Neuchâtel. T. 3, 1845.
- AGASSIZ, L., Über das Wassergefäßsystem der Mollusken. Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Bd. 7, 1856.
- ALLEN, W. F., Distribution of the Lymphatics in the head, and in the dorsal, pectoral and ventral fins of *Scorpaenichthys marmoratus*. Proc. Wash. Acad. Sc. V. 8, 1906.
- Distribution of the subcutaneous vessels in the head region of the Ganoids *Polyodon* and *Lepisosteus*. Proc. Wash. Acad. Sc. V. 9, 1907.

- ALLEN, W. F., Distribution of the subcutaneous Vessels in the Tail Region of *Lepisosteus*. Americ. Journ. Anat. V. 8, 1908.
- ALLEN, W. F., Distribution of the Lymphatics in the Tail Region of *Scorpaenichthys marmoratus*. Americ. Journ. Anat. V. 11, 1910.
- CLARK, E. R., Observations on Living Growing Lymphatics in the Tail of the Frog Larva. Anat. Record. V. 3, 1909.
- DIAMARE, V., Contributo all' anatomia comparata del sistema linfatico. I linfatici splanchnici in *Torpedo marmorata*. Intern. Monatsehr. f. Anat. und Physiol. Bd. 30, 1913.
- FAVARO, G., Note fisiologiche intorno al cuore caudale dei Murenoidi. (Tipo *Anguilla vulgaris* Turt.) Archivio di Fisiologia. V. 2, 1905.
- Il cuore ed i seni caudali dei Teleostei. Anat. Anzeiger. Bd. 27, 1905.
- Ricerche intorno alla morfologia ed allo sviluppo dei vasi, seni e cuori caudali nei Ciclostomi e nei Pesci. Atti del R. Istituto Veneto di sc. lett. et arti. Venezia. T. 65, 1906.
- Über die Arbeit von S. M. Jossifow (Charkow): Sur les voies principales et les organes de propulsion de la lymphe chez certains poissons. Anat. Anzeiger. Bd. 28, 1906.
- Über den Ursprung des Lymphgefäßsystems. Anat. Anzeiger. Bd. 33, 1908.
- FOHMANN, V., Anatomische Untersuchungen über die Verbindung der Saugadern mit den Venen. Heidelberg, 1821 (unzugänglich).
- Das Saugadersystem der Wirbeltiere. Heidelberg—Leipzig, 1827.
- HEWSON, W., An Account of the Lymphatic System in Fish. Philosoph. Transactions London. V. 59. 1769.
- HOPKINS, G. S., The Lymphatics and Enteric Epithelium of *Amia Calva*. The Wilder Quarter-Century Book Ithaca N.Y. 1893.
- HOYER, H., und UDZIELA, S., Untersuchungen über das Lymphgefäßsystem von Salamanderlarven. Morph. Jahrbuch. Bd. 44, 1912.
- und MICHALSKI, L., Das Lymphgefäßsystem bei Forellenembryonen (*Salmo fario* L.). Bull. Acad. Sc. Cracovie, 1915.
- HUNTINGTON, G. S., The phylogenetic relations of the lymphatic and blood vascular systems in vertebrates. Anat. Record. V. 4, 1910.
- Die Entwicklung des lymphatischen Systems der Vertebraten vom Standpunkt der Phylogenie des Gefäßsystems. Anat. Anzeiger. Bd. 39, 1911.
- HYRTL, J., Über die Kaudal- und Kopfsinusse der Fische und das damit zusammenhängende Seitengefäßsystem. Archiv für Anat. und Physiol. Jahrg. 1843.
- JOSSIFOW, G., Sur les voies principales et les organes de propulsion de la lymphe chez certains poissons osseux. Compt. rend. Soc. biol. 1905.
- JOURDAIN, S., Note sur le système lymphatique du *Gadus morrhua*. Annales sc. nat. Zoologie. V. sér. T. 8, 1867.
- Recherches sur le système lymphatique du *Congre*. Compt. rend. Acad. Sc. Paris. T. 67. 1868.
- Sur l'existence d'une circulation lymphatique chez les Pleuronectes. Compt. rend. Acad. Sc. Paris. T. 90. 1880.
- Sur les lymphatiques sous-cutanés du Python de Séba. Compt. rend. Acad. Sc. Paris. T. 91. 1880.
- LANGER, C., Über Lymphgefäße des Darmes einiger Süßwasserfische. Sitzungsber. k. Akad. d. Wiss. Wien. I. Abt. 1870.

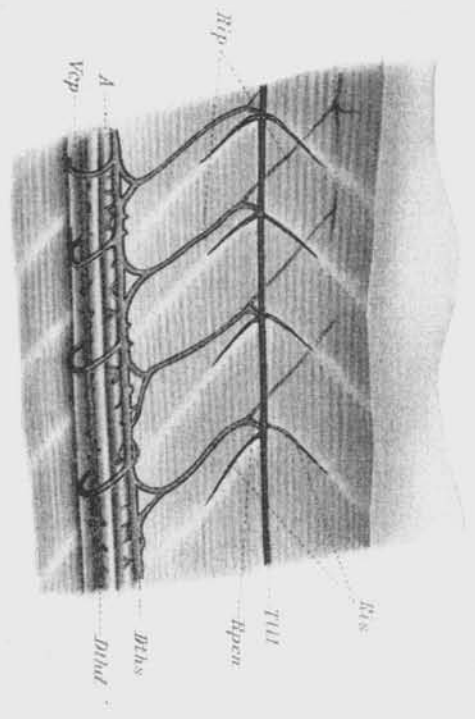
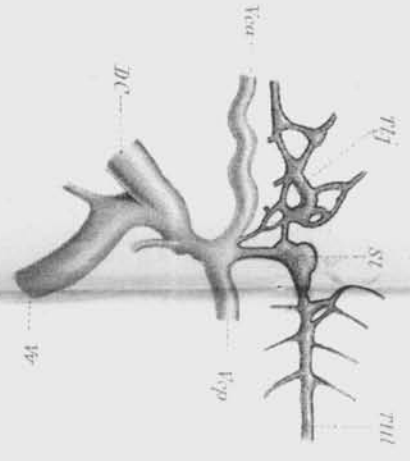
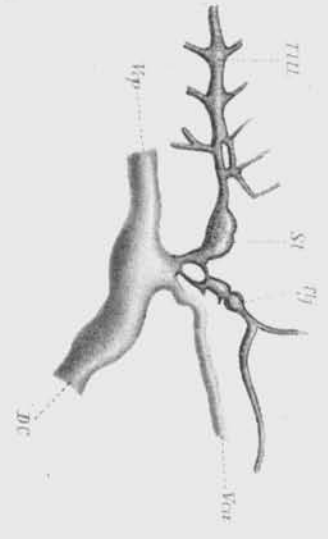
- LIPPI, R., Illustrazioni fisiologiche e patologiche del Systema linfatico-chilifero mediante la scoperta di un gran numero di comunicazioni di esso con venoso. Firenze, 1825 (unzugänglich, zit. nach Fohmann).
- MAYER, P., Über Eigentümlichkeiten in den Kreislauforganen der Selachier. Mitteil. zool. Station Neapel. Bd. 8, 1888.
- MCCLEURE, C. F. W., The development of the lymphatic system in fishes. 17. internat. Congr. of Med. London, 1913.
- The development of the lymphatic system in the trout. Anat. Record. V. 8, 1914.
- MELNIKOW, N., Die Lymphwege des Dünndarmes bei der Quappe. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1867.
- MILNE EDWARDS, H., Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée. T. 4. Paris, 1859.
- MONRO, A., Vergleichung des Baues und der Physiologie der Fische mit dem Bau des Menschen und der übrigen Tiere. Leipzig, 1787.
- MOZEJKO, B., Über das Lymphgefäßsystem der Fische. Anat. Anzeiger. Bd. 45. 1913.
- MÜLLER, J., Vergleichende Anatomie der Myxinoideen. III. Über das Gefäßsystem. Berlin, 1841.
- NEUVILLE, H., Contribution à l'étude de la vascularisation intestinale chez les cyclostomes et les sélaciens. Annales sc. nat. Zoologie. T. 13. 1901.
- NUSBAUM, J., Zur Morphologie des Saccus lymphaticus paravertebralis und einiger anderer Lymphräume, zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Pleuroperitonealhäute bei den Knochenfischen. Anat. Anzeiger. Bd. 23. 1903.
- ROBIN, CH., Note sur un appareil particulier des vaisseaux lymphatiques chez les poissons. Revue zoologique. Année VIII. 1845.
- SAPPEY, PH. C., Études sur l'appareil mucipare et sur le système lymphatique des poissons. Paris, 1880.
- STANNIUS, H., Handbuch der Zootomie von v. Siebold und Stannius. II. Teil, Wirbeltiere. II. Aufl. Berlin, 1854.
- TROIS, F., Contribuzione allo studio del sistema linfatico dei Teleostei. P. I. Ricerche sul sistema linfatico del *Lophius piscatorius*. Atti R. Istit. Veneto. Ser. 5. T. 4. 1877—1878.
- Ricerche sul sistema linfatico dell' *Uranoscopus scaber*. Ibid. T. 6. 1879 bis 1880.
- Ricerche sul sistema linfatico dei Pleuronettidi, No. 1 *Rhombus maximus* e *Rhombus laevis*, No. 2 Psettini, Platessini, Pleuronectini e Solcidi. Ibid. T. 7. 1880—1881.
- Contribuzione allo studio del sistema linfatico dei Gadoidei. Ibid. T. 8. 1882.
- VIALLETON, L., Les lymphatiques du tube digestif de la Torpille. Arch. d'Anatomie microsc. T. 7. 1902—1903.
- VOGT, C., Über die Schleimgänge der Fische. Amt. Bericht. 20. Vers. Ges. deutscher Naturf. u. Ärzte, Mainz 1843.
- Über die Schleimkanäle der Fische. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. 7. 1856.

Erklärung der Figuren auf Tafel I—III.

- Fig. 1. Arterielle und venöse Gefäße an der ventralen Seite des Kopfes eines Forellenembryo von 23 mm Länge. Vergr. 1/17. *Ab*₁, *Ab*₂, *Ab*₃, *Ab*₄ Arteriae branchiales (Vasa branchialia afferentia) 1, 2, 3, 4; *Acc* Art. coronariae cordis; *Ah* Art. hyoidea; *Ahm* Art. hyo-mandibularis; *H* Herz; *Ta* Truncus arteriosus; *Vb*₁, *Vb*₂ Venae branchiales (Vasa branchialia efferentia) 1 und 2.
- Fig. 2. Arterielle und venöse Gefäße an der Schädelbasis eines Forellenembryo von 23 mm Länge. Vergr. 1/17. *A* Aorta; *Aa* Art. auditiva; *Ab*₁, *Ab*₂, *Ab*₃, *Ab*₄ Art. branchiales (Vasa br. affer.) 1, 2, 3, 4; *Ah* Art. hyoidea; *Ahm* Art. hyo-mandibularis; *Aom* Art. ophthalmica magna; *Ap* Art. pseudobranchialis; *Ca* Carotis anterior; *Cc* Circulus cephalicus; *Cp* Carotis posterior; *No* Nervus opticus; *Va* Vena auditiva; *Vb*₁, *Vb*₂, *Vb*₃, *Vb*₄ Venae branchiales (Vasa br. effer.) 1, 2, 3, 4; *Vca* Vena cardinalis ant.; *Vcp* Vena cardinalis post.; *Vfi* Vena facialis int.; *Vom* Vena ophthalmica magna; *Vp* Vena pseudobranchialis.
- Fig. 3. Eben ausgeschlüpfter Forellenembryo (I. Stadium) von 16,5 mm Länge mit injizierten Lymphgefäßen. Vergr. 1/10. *Tlj* Truncus lymphaticus jugularis; *Rstj* Ramus superficialis trunci jug. (Ramus facialis); *Rptj* Ramus profundus trunci jug.; *m*, *h* mittlerer und hinterer, über die halbzirkelförmigen Kanäle hinweg verlaufender Ast; *Rmax* Ramus maxillaris; *Sl* Sinus des Seitenstammes; *Tll* Truncus lymph. longitudinalis lateralis; *Ris* Rami intersegmentales superficiales (oberflächliche intermyomere Äste); *Rip* Rami intersegmentales profundi (tiefe intermyomere Äste); *Dth* Ductus thoracicus.
- Fig. 4 und 5. Einmündung der Lymphgefäßstämme in die Venen: Fig. 4 bei einem eben ausgeschlüpften Embryo auf der rechten Seite. Fig. 5 bei einem nur wenig älteren Embryo auf der linken Seite. *Tll* Truncus lymph. longitudinalis lateralis; *Sl* Sinus desselben; *Tlj* Truncus lymph. jug.; *Vca* Vena cardinalis ant.; *Vcp* Vena cardinalis post.; *DC* Ductus Cuvieri; *Vv* Vena vitellina (sinistra).
- Fig. 6. Lymphgefäße an der Seitenfläche des Kopfes und Rumpfes bei einem Forellenembryo des II. Stadiums von 26 mm Länge. Vergr. 1/10. *Tlj* Truncus lymph. jugularis; *Rstj* Ramus superficialis trunci jug.; *Rptj* Ramus profundus trunci jug.; *Rso* Ramus supraorbitalis; *v*, *m*, *h* vorderes, mittleres und hinteres Lymphgefäß der halbzirkelförmigen Kanäle; *Sm* Sinus medullaris; *Folf* Fovea olfactoria; *Rmax* Ramus maxillaris; *Rmanp* und *Rmans* Ramus mandibularis profundus und superficialis; *Rp* Ramus pseudobranchialis; *Rhv* Ramus hyoideus ventralis; *Lgr* Lymphgefäßring; *Sym* Symplecticum; *Vcp* Vena cardinalis post.; *Tll* Truncus lymph. longitudinalis lateralis; *Sl* Sinus lateralis; *Ris* Rami intersegmentales superficiales; *Td* Truncus dorsalis; *Tv*₁, *Tv*₂, *Tv*₃, *Tv*₄ 1., 2., 3. und 4. Abschnitt des Truncus ventralis.
- Fig. 7. Lymphgefäße eines Embryo des gleichen Stadiums wie Fig. 6 von der Ventralseite. Vergr. 1/10. *Rmans* Ramus mandibularis superficialis; *Rmanp* Ramus mandibularis profundus; *Tmm* Truncus mandibularis

medius; *Sh* Sinus hyoideus; *Rhv* Ramus hyoideus ventralis; *ASh* Abflußgefäß aus dem Sinus hyoideus; *Tv*₁, *Tv*₂, *Tv*₃, *Tv*₄ 1., 2., 3. und 4. Abschnitt des Truncus ventralis.

- Fig. 8. Verteilung der Blut- und Lymphgefäße an der Schädelbasis eines Forellenembryo von 26 mm Länge. Vergr. 1/14. Arterien rot, Venen schwarz, Lymphgefäße blau. *Vca* Vena cardinalis ant.; *Vcp* Vena cardinalis post.; *Vmop* Vena mandibulo-opercularis; *Tll* Truncus lymph. longitudinalis lateralis; *Tlj* Truncus lymphaticus jugularis; *Rstj* Ramus superficialis trunci jug.; *Rptj* Ramus profundus trunci jug.; *Rp* Ramus pseudobranchialis; *Lgr* Lymphgefäßring; *Vll* Vas lymphaticum laterale (laterales Begleitgefäß der V. jugularis); *Vlm* Vas lymphaticum mediale (mediales Begleitgefäß der V. jugularis); *v*₁ Verbindungsgefäß zwischen *Rstj* und *Rptj*; *v*₂ Verbindungsgefäß zwischen *Rptj* und *Vll*; *Vlmuc* Vasa lymphatica mucosae; *Dth* Ductus thoracici.
- Fig. 9. Verhältnis der oberflächlichen Lymphgefäße zu den tiefen bei einem Embryo mittlerer Größe ungefähr in der Mitte des Rumpfes. Vergr. 1/65. *Tll* Truncus lymph. longitudinalis lateralis; *Ris* Rami intersegmentales superficiales; *Rip* Rami intersegmentales profundi (ascendentes et descendentes); *Rpen* Ramus penetrans; *A* Aorta; *Vcp* Vena cardinalis post.; *Dths* Ductus thoracicus sinister; *Dthd* Ductus thoracicus dexter.
- Fig. 10. Verteilung der Lymphgefäße im Schwanzabschnitt eines Forellenembryo des II. Stadiums von 26 mm Länge. Vergr. 1/18. *Msp* Medulla spinalis; *Ch* Chorda; *Rip* Rami intersegmentales profundi; *Dtha* Ductus thoracicus accessorius; *Dths* Ductus thoracicus sinister; *Tan* Truncus analis; *An* Anus; *Cle* Cor lymphaticum caudale; *Ff* Fetthosse; *Td* Truncus dorsalis; *Tv*₁, *Tv*₂, *Tv*₃ 1., 2., 3. Abschnitt des Truncus ventralis.



10.

