

IX. Kapitel.

Das Blutgefäßsystem.

Von Z. Grodziński, Krakau (Kraków).

Einleitung.

Das Blutgefäßsystem nimmt an der Gewebecernährung und Gewebeatmung in der Weise teil, daß es dem Tierkörper überall Nahrungsbestandteile zuführt und die Abbauprodukte des Stoffwechsels ableitet. Es besteht aus einem geschlossenen Röhrensystem, in welches ein muskulöses, pulsierendes Organ, das Herz, eingeschaltet ist, und in welchem eine rötliche Flüssigkeit, das Blut, sich bewegt.

Das zentrale Organ des Gefäßsystems der Fische, das Herz, saugt das Blut des Körpers in seine dünnwandigen, kaudalen Abschnitte auf und treibt es durch Kontraktionen der dickwandigen Kammer und des Conus arteriosus nach vorne. Das Blut, welches das Herz passiert, ist bei den meisten Fischarten reduziert, d. h. kohlen-säurereich und wird erst in den Kiemen sauerstoffhaltig. Die Gewebe erhalten also reines Oxyblut. Bei denjenigen Formen, die außer den Kiemen irgendwelche akzessorische Atmungsorgane besitzen, kann sich im Herzen das arterielle Blut dem venösen in verschiedenem Grade beimengen.

Die Gefäßröhren, welche das Blut aus dem Herzen ausführen, heißen Arterien und diejenigen, die es dem Herzen zuführen, Venen. Beide besitzen Wände, die im Vergleich mit denen der Landwirbeltiere viel schwächer mit Muskelzellen und elastischen Elementen ausgerüstet sind. Dies steht wohl mit dem äußerst niedrigen Blutdruck der Fische im Zusammenhang. Zwischen Arterien und Venen sind umfangreiche Netze von sehr feinen Röhren, die Kapillaren, eingeschaltet. Sie bilden das Gebiet, in welchem sich der Stoffaustausch zwischen dem Blute und den umgebenden Geweben durch Diffusion abspielt. Die Anordnung der Kapillaren ist für jedes Organ charakteristisch und seinem Baue vollkommen angepaßt.

Die größeren Gefäße teilen sich oft in Wundernetze, d. h. spezifisch angeordnete Venen oder Arterien auf, die am häufigsten in der Schwimmblase auftreten. *Lamna cornubica* und *Thynnus thynnus* weisen diese Gebilde in verschiedenen anderen Organen auf. Die Venen besonders der Elasmobranchier haben eine Tendenz zur Bildung von sinusartigen Erweiterungen. Auch kavernöse Gewebe kommen im Bereiche der Kiemenbogen vor.

Das Blut besteht aus Blutplasma und Blutkörperchen. Die abgestorbenen Blutkörperchen werden in zahlreichen und verschiedenartigen Organen durch neue Elemente ersetzt; während eigentliche Lymphknoten und das für die meisten Landwirbeltiere eigentümliche Knochenmark bei Fischen nicht vorkommen. Die mit Hämoglobin versehenen Blutzellen, die Erythrozyten, sind beim Atmungsprozeß hervorragend tätig, indem sie den Gasaustausch vermitteln. Die verschiedenen Nahrungsbestandteile, Salze, Hormone und die Abbauprodukte des Organismus sind im Blutplasma gelöst und werden durch die Gefäßröhren über den ganzen Organismus verteilt. Die Fische besitzen verhältnismäßig wenig Blut, das bei Teleosteen nur 13—18%

des Körpergewichtes ausmacht und gegenüber der Blutmenge der Säuger wenigstens um das Dreifache geringer ist.

Den allgemeinen Bauplan des Gefäßsystems charakterisiert die Anwesenheit weniger longitudinaler Gefäße, die das Blut zum Herzen resp. von ihm kranial- und kaudalwärts leiten, und das Vorhandensein zahlreicher Segmentalgefäße, die in den ersten Entwicklungsstadien besonders deutlich zutage treten. Im Laufe der Entwicklung unterliegen dieselben manchen Umbildungen, die ihren Charakter verwischen können. Die Gefäße der Fische sind derartig angeordnet, daß das Blut bei einem Kreisläufe dreimal Kapillaren passieren kann, was bei den Landwirbeltieren nicht mehr vorkommt. Dies geschieht in den Kiemen, Nieren und der Leber.

1. Abschnitt.

Das Herz.

a) Topographie des Herzens.

Das Herz der Fische, auch Kiemenherz genannt, befindet sich in der nächsten Nachbarschaft der Kiemen, immer ventral und kaudal von ihnen. Bei Elasmobranchiern, deren Kiemenpalten sich in großen Abständen frei nach außen öffnen, ist das Herz weit vom Gehirnschädel nach rückwärts verschoben. Mit der Ausbildung des Operkularapparates gelangen die Kiemen der übrigen Fische tiefer unter die Schädelbasis, wo sie in der Kiemenhöhle zusammengedrängt einen verhältnismäßig kurzen Körperabschnitt einnehmen. Ihnen folgt das Herz, welches in folgedessen bis zur Ebene der hinteren Grenze des Hirnschädels reicht.

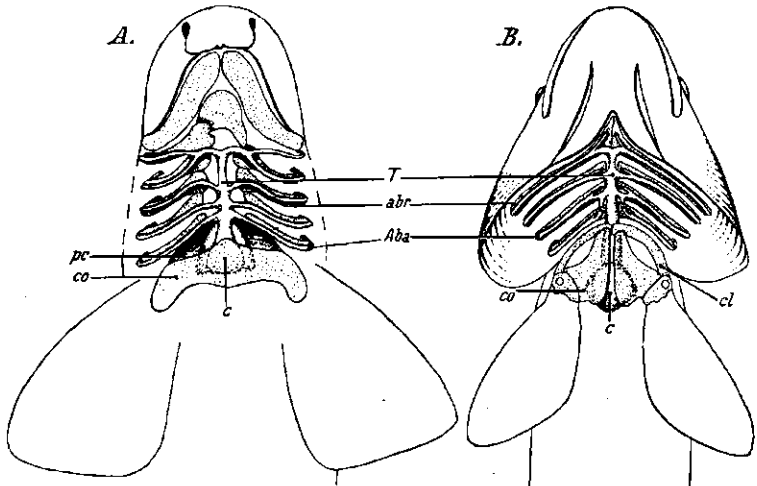


Fig. 1. Die Topographie des Herzens und der Kiemengefäße bei A. *Scyllium canicula*, B. *Salmo irideus* (Orig.). *Aba* = Aa. branchiales afferentes, *abr* = Branchialbogen, *c* = Herz, *cl* = Clavicula, *co* = Korakoid, *pc* = Herzbeutel, *T* = Truncus arteriosus. Skelettelemente punktiert.

Der Schultergürtel bildet bei den meisten Fischen die ventrale Schutzbedeckung des Herzens. Am besten ist diese Einrichtung bei den Teleostern ausgebildet (Fig. 1B), bei denen das Korakoid die ventrale und das Kleithrum die laterale Fläche des Herzens umgibt. Bei Elasmobranchiern bedecken die oft zu einer Querspange zusammengewachsenen Korakoide die Herzkammer von der ventralen Seite (Fig. 1A). Das Herz von *Lepidosiren* (Robertson) und *Monopterus* (Volz) liegt kaudalwärts vom Schultergürtel.

Ein starker, membranöser Sack, der Herzbeutel (Pericardium) umschließt das Herz von allen Seiten. Er ist bei Elasmobranchiern sehr geräumig (Fig. 1A, *pc*), bei anderen Fischen, besonders bei Teleostern der Herzwand mehr anliegend. Sein hinterer Teil, das Septum pericardio-peritoneale, liegt der Leber frei an, im übrigen verwächst seine Wand mit den benachbarten Muskeln und Skelettelementen, die sie straff spannen.

An zwei Stellen, hinten und vorne, wo die Hauptvenen in das Herz münden bzw. der Truncus arteriosus entspringt, verwächst der Herzbeutel mit dem Herzen. Das Herz kann sonst frei im Herzbeutel liegen, oder es verwächst mit ihm die dorsale Sinuswand, wie dies bei Elasmobranchiern (Mc Queen, Daniel) und Dipnoern (Boas, Robertson) der Fall ist (Fig. 8, *pc*). Auch können viele feine Fäden das Herz von allen Seiten an den Beutel anheften z. B. bei *Anguilla*, *Zoarces*, *Gadus* (Bielig, MacWilliam). Bei Dipnoern und Rochen verbindet ein besonderes Band, Gubernaculum cordis (Fig. 3D, *gc*), die Kammer Spitze mit der ventralen Wand des Herzbeutels (Goodrich, Robertson, Bielig).

Der Raum, welcher sich zwischen Herzbeutel und Herzwand befindet, die Perikardialhöhle, bildet den kranialsten Abschnitt der primären Leibeshöhle, die von ihr durch das Septum pericardio-peritoneale abgeschieden wurde. Bei Elasmobranchiern und Chondrosteern existiert eine sekundäre Verbindung zwischen Perikardialhöhle und Leibeshöhle, der sog. Canalis pericardio-peritonealis. Er entsteht in der Weise, daß sich bei Fischembryonen der hintere Teil des Herzbeutels trichterartig ausbuchtet, mit seiner Spitze sich längs der ventralen Wand des Oesophagus gegen die Leber richtet, die membranöse Scheidewand durchbohrt und sich in die Leibeshöhle öffnet (Hochstetter). Der Kanal mündet in die Leibeshöhle mit einer Öffnung bei *Mustelus*, *Scyllium*, *Torpedo*, *Chimaera*, *Spatularia*, *Acipenser*, *Polyodon* oder mit zwei Öffnungen bei *Squatina*, *Acanthias*, *Raja* (Monro, Owen, Danforth, Hochstetter).

b) Entwicklung des Herzens.

Das Material für das künftige Endokard der Fische stammt nach den Angaben der meisten Forscher (u. a. Mayer, Swaen und Brachet, Holbrook, Sobotta, Kerr, Greil, Senior, Robertson, Pagani) aus dem Kopfmesoderm. Einige Forscher behaupten, daß dabei auch das Entoderm eine gewisse Rolle spielt (Rückert, Nödelke, Eyeleshamer und Wilson), nur wenige wie Hoffmann sehen im Entoderm die einzige Ursprungsquelle des Endokards.

Die künftigen Endokardzellen verschieben sich von der rechten und linken Kopfseite ventralwärts und sammeln sich unterhalb des Kiemendarmes in der Mittellinie, wo sie einen unregelmäßigen spongiösen Strang bilden. Bei älteren Embryonen weichen diese Zellen auseinander und bilden die Endokardröhre. An diese schließen sich außen die Nachbarabschnitte der mesodermalen Seitenplatten an, umgreifen sie ringsherum und bilden während der weiteren Entwicklung das Myokard.

Die Herzröhre wächst schneller in die Länge als der sie umgebende Herzbeutel; infolgedessen krümmt sie sich schleifenartig. Gleichzeitig dehnen sich ihre einzelnen Abschnitte stark aus und bilden die vier Hauptbestandteile des definitiven Herzens. Es werden also schon jetzt Sinus venosus, Atrium, Ventriculus und Conus oder Bulbus arteriosus angedeutet. Durch weitere Umdrehungen, Biegungen und Ausbuchtungen (Fig. 2), die die Herzanlage ausführt, kommt der venöse Abschnitt des Herzens, also der Sinus venosus und das Atrium auf die Dorsalseite des arteriellen (Ventriculus und Conus arteriosus) zu liegen (Sobotta, Hochstetter, Weber, Senior, Robertson, Pagani).

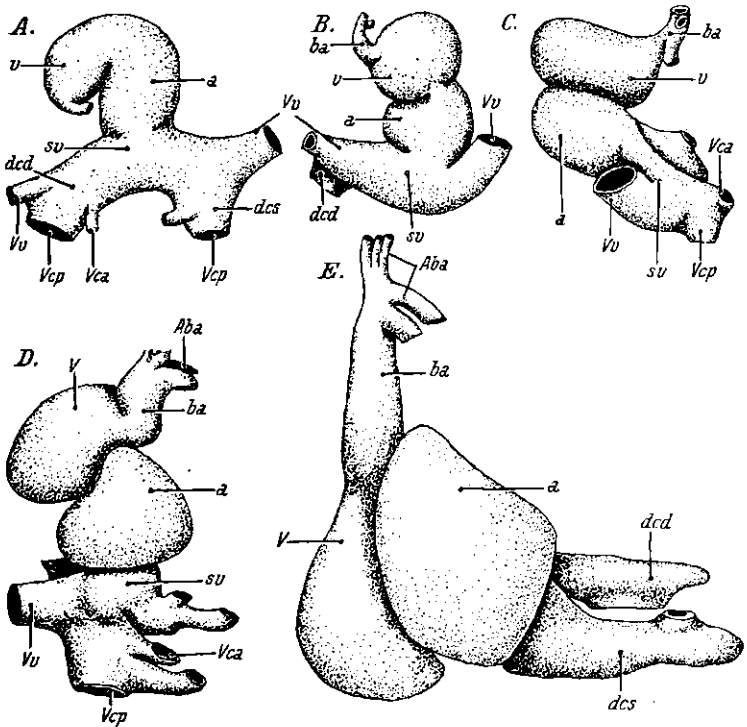


Fig. 2. Herzentwicklung bei *Salmo fario* (nach Sobotta). *A* Ventralansicht, kurz nach Beginn des Kreislaufes, *B* Ventralansicht einige Tage nach B. d. K., *C* Seitenansicht 12 Tage n. B. d. K., *D* Seitenansicht im Höhestadium des Dotterkreislaufes. *E* Seitenansicht, junges Tier mit innerem Dotterrest. *a* = Atrium, *Aba* = A. branchialis aff., *ba* = Bulbus arteriosus, *dcd* = Ductus Cuvieri dex., *dcs* = Ductus Cuvieri sin., *sv* = Sinus venosus, *Vca* = V. cardinalis ant., *Vcp* = V. cardinalis post, *Vv* = V. vitellina.

Gleichzeitig mit der Ausbildung der äußeren Umrisse des Herzens differenziert sich auch die Struktur seiner Wandung. Sie nimmt in den verschiedenen Abschnitten verschieden stark an Dicke zu und ihr Baumaterial wandelt sich in den typischen Herzmuskel um. Dies geschieht in der Weise, daß die Zellgrenzen schwinden und im Zellplasma feine Myofibrillen auftreten. Erst später tritt in ihnen die Querstreifung auf. Die Herzkontraktionen fangen jedoch früher an, als die Fibrillen sichtbar werden (Rückert, Sobotta, Marceau, Senior, Hochstetter, Robertson, Pagani).

Verhältnismäßig spät entstehen die Herzklappen. Sie werden anfangs durch Kontraktionen des Sphinkters in der sinoatrialen Öffnung ersetzt. Später entstehen an der Stelle Klappen aus Falten der Herzwand (Senior). An anderen Stellen treten die Klappen in Gestalt von Vorsprüngen und Wülsten auf, die durch rückprallenden Blutstrom ausgehöhlt und in Taschenklappen umgebildet werden (Gegenbaur, Hoyer, Hochstetter).

Die Muskulatur des Herzens, das Myokardium, der erwachsenen Tiere ist syncytial, d. h. ein Gewebe, in welchem die Zellgrenzen verwischt sind. In diesem Syncytium verlaufen quergestreifte Muskelfasern, die aus feinen Fibrillen und Sarkoplasma bestehen. Die Fibrillen ordnen sich bei Elasmobranchiern unter der Oberfläche der Muskelfasern in einer einfachen, bei Teleostern in doppelter Schicht an, was auf Querschnitten den Eindruck eines Ringes bzw. Doppelringes macht (Marceau, Pagani). Das Endokard des Herzens besteht aus Epithelzellen, die dem elastischen Bindegewebe aufsitzen. Ähnlich verhält sich das die äußere Oberfläche des Herzens bekleidende Epikard.

In das Herz dringen während der Entwicklung auch Nerven und Ganglienzellen hinein. Die letzteren stammen bei *Belone* aus Ganglienleisten, die sich ursprünglich dorsal von den Augenanlagen ausbreiteten. Die Zellen der Leisten wandern längs der Kopfseiten ventralwärts und sammeln sich im Bereiche des Ostium venosum (Reuter).

c) Bau des Herzens.

Das Herz der Fische besteht aus vier Abschnitten, die äußerlich nicht immer gut voneinander zu scheiden sind. Kaudalwärts tritt die Herzkammer, Ventriculus, als dickwandige Blase, zutage. Ihrer dorsalen Seite sitzt ein dünnwandiger Sack, der Vorhof (Atrium), auf. Oralwärts geht die Kammer in einen röhrenförmigen Abschnitt, den Conus arteriosus über. Dem Vorhof liegt von der dorsokaudalen Seite eine sackförmige Erweiterung, der Sinus venosus, an (Fig. 3). Die angeführten Abschnitte des Herzens stehen durch mit Klappen versehene Öffnungen miteinander in Verbindung. Es existieren drei solcher Öffnungen: 1. das Ostium venosum zwischen Sinus und Atrium (Fig. 4, 5, *ov*), 2. das Ostium atrio-ventriculare (Fig. 5, 6 *B*, *oav*, *aov*) und 3. das Ostium arteriosum zwischen Ventriculus und Conus (Fig. 7).

Die Größe des Herzens steht im Zusammenhange mit der Arbeit, welche es ausführen soll. Dieses Verhältnis, von Hesse „Herzverhältnis“ genannt, läßt sich zahlenmäßig genau ausdrücken. Man berechnet das relative Herzgewicht im Verhältnis zum Körpergewicht und drückt es in ‰ aus. Das Herzverhältnis beträgt für die wenig beweglichen im Sandboden bis auf den Kopf eingegrabenen Fische 0,15‰ (*Ophichthys imberbis*) und 0,33‰ (*O. serpens*). Für die benthonischen Lauerfische wie *Uranoscopus* und *Pleuronectes* steigt es auf 0,5‰, für langsam freischwimmende Arten (*Gadus*, *Serranus*, *Mugil*, *Zeus*) noch höher auf 0,6—0,7‰. Die guten Schwimmer,

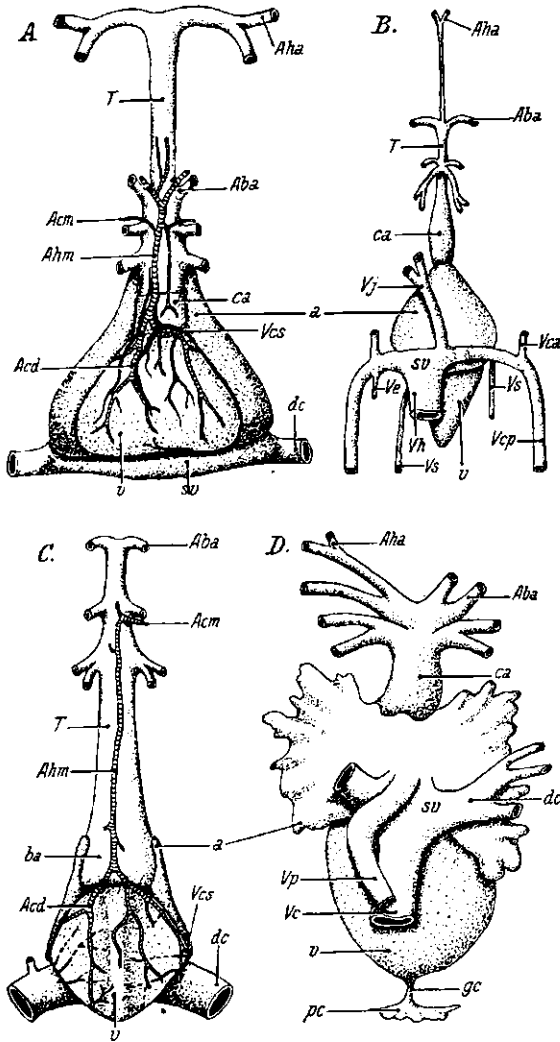


Fig. 3. Die Umriss des Fischherzens. *A* *Scyllium canicula*, Ventralansicht (Orig.), *B* *Lepidosteus osseus*, Dorsalansicht (Röse), *C* *Salmo irideus*, Ventralansicht (Orig.), *D* *Protopterus annectens*, Dorsalansicht (Goodrich). *a* = Atrium, *Aba* = A. branchialis aff., *Acd* = A. coronaria dext., *Acn* = A. commissuralis, *Aha* = A. hyoidea aff., *Ahm* = A. hypobranchialis med., *ba* = Bulbus arteriosus, *ca* = Conus arteriosus, *dc* = Ductus Cuvieri, *gc* = Gubernaculum cordis, *pc* = Herzbeutel, *sv* = Sinus venosus, *T* = Truncus arteriosus, *v* = Ventriculus, *Vc* = V. cava inf., *Vca* = V. cardinalis ant., *Vcp* = V. cardinalis post., *Vcs* = V. coronaria sin., *Ve* = V. epigastrica, *Vh* = V. hepatica. *Vj* = V. jugularis, *Vp* = V. pulmonalis, *Vs* = V. subclavia.

die keine oder eine in Rückbildung begriffene Schwimmblase besitzen, die also schnell schwimmen und außerdem ständig schweben müssen, haben ein viel höheres Herzverhältnis. Für *Scyllium canicula* beträgt es $1,04\%$, für *Scomber scombrus* $1,17\%$, für *Sarda sarda* $1,9\%$ (Hesse).

Innerhalb einer und derselben Art bleibt das Herzverhältnis bei kleinen und großen Fischen fast konstant, was von den bei Landwirbeltieren herrschenden Verhältnissen grundverschieden ist (Hesse, Kisch). Die entsprechenden Zahlen für Körpergewicht und Herzverhältnis wären: *Pristiurus melanostomus* 136,6 g — $0,77\%$, 367,5 g — $0,76\%$, *Chimaera monstrosa* 460 g — $0,34\%$, 895 g — $0,35\%$, *Uranoscopus scaber* 47,6 g — $0,47\%$, 292 g — $0,49\%$, *Lophius piscatorius* 268,2 g — $1,27\%$, 17000 g — $1,10\%$ (Hesse).

α) Sinus venosus.

Der dünnwandige Sack, welcher das venöse Blut des Körpers sammelt und dem Atrium zuführt, wird Sinus venosus genannt. Meistens füllt er als querovales Gebilde die treppenförmige Einsenkung zwischen der Vorkammer und Kammer aus und greift dabei mit seinem Vorderende auf die Rückwand der Vorkammer über. Bei den Dipnoern (Fig. 3 D, sv) rückt derselbe weiter auf das Dorsum des Vorhofs, wobei er eine birnenförmige in der Längsachse des Herzens ausgezogene Gestalt annimmt (Röse, Robertson).

Der querovale Sinus läuft auf seinen beiden Enden in die bei Rochen besonders langen Röhren (Daniel) der beiden Ductus Cuvieri aus. Der Ductus Cuvieri wird jederseits aus der Verbindung der V. cardinalis a. und p. gebildet, ferner können in denselben auch die V. subclavia, V. pulmonalis, V. jugularis und die V. epigastrica münden. Der Sinus venosus nimmt immer außer den Ductus Cuvieri auch die oberflächlichen Herzvenen und die Lebervenen auf (Fig. 4).

Infolge der variablen Anordnung der Lebervenen und der oft asymmetrischen Ausbildung der beiden Ductus Cuvieri können die Umrisse des Sinus venosus stark modifiziert sein. Der rechte Abschnitt des Sinus venosus ist bei *Polyodon* stärker ausgebuchtet als der linke (Danforth). Bei *Lepidosteus* kommt es zur gänzlichen Scheidung des Sinus venosus in zwei Teile (Fig. 3 B, sv) von denen der stärkere linke mit dem Ductus Cuvieri auch die V. hepatica, epigastrica und jugularis inf. aufnimmt, der rechte dagegen nur aus dem Ductus Cuvieri besteht (Röse). Die beiden Ductus Cuvieri des *Lepadogaster* münden unabhängig voneinander in den Vorhof, so daß Guitel von einer gänzlichen Abwesenheit des Sinus venosus spricht. Bei *Polypterus* nimmt die unpaarige V. hepatica an Stärke derartig zu, daß sie sich unabhängig und in der Mitte zwischen den beiden Mündungen der Ductus Cuvieri in das Atrium öffnet (Röse). Der linke Ductus Cuvieri mündet bei erwachsenen *Gymnarchus* direkt ins Atrium ein (Assheton).

Die unpaarige Öffnung zwischen Sinus und Atrium befindet sich im kranialsten Abschnitte des Sinus und liegt fast symmetrisch in der Mittel-

linie des Herzens. Nur bei Dipnoërn ist sie stark auf die rechte Atriumseite verschoben (Röse, Boas, Robertson). Ein vertikaler Bindegewebestrang teilt bei *Lepidosteus* das Ostium venosum in zwei Abschnitte. Bei *Polypterus* existieren daselbst drei Mündungsöffnungen (Boas, Röse).

Auf der Grenze zwischen Sinus und Atrium ordnen sich bei allen Fischen (Röse, Benninghoff, Stienon) die Muskelfasern ringförmig um das Ostium venosum an. Diesem Muskelring sitzen die Sinusklappen auf (Fig. 4, 5, *ov*). Meistens sind sie paarig und wenden sich mit den freien Rändern dem Atrium zu. Bei Elasmobranchiern nehmen sie eine senkrechte Lage an, können also als rechte und linke Klappe bezeichnet werden. Bei Teleosteen verlaufen sie schräg oder horizontal, werden also als dorsale und ventrale Klappe betrachtet. Die Klappen bestehen bei *Acipenser* und *Heptanchus* nur aus Endokard (Favaro, Daniel), oder das Myokard dringt in

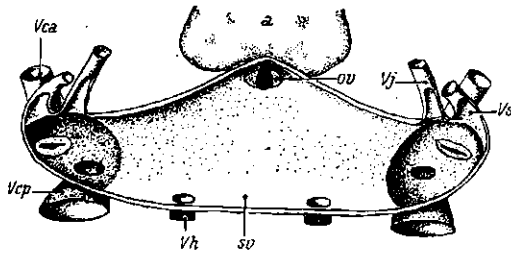


Fig. 4. Sinus venosus von *Heptanchus maculatus* mit abgetragener Dorsalwand (nach Daniel). *a* = Atrium, *ov* = Ostium venosum, *sv* = Sinus venosus, *vca* = V. cardinalis ant., *vcp* = V. cardinalis post., *vh* = V. hepatica, *vj* = V. jugularis infer., *vs* = V. subclavia.

die Falte hinein, wie es bei *Acanthias* und Teleosteen vorkommt (Leydig, Favaro, Benninghoff).

Lepidosteus besitzt vier gut entwickelte Klappen, was bei doppeltem Ostium die normale Klappenversorgung ausmacht. Dem Rande dieser Klappen sitzen fibröse Knötchen an. Die zwei Klappen von *Amia* sind noch stärker gekörnert, bei *Polypterus* kommen in dieser Gegend nur muskulöse, warzenförmige, knotige Gebilde, die kranzartig die Mündung umgreifen (Röse), vor. In Ostium venosum der Dipnoërn treten knotige Überreste der dorsalen Klappen (*Ceratodus*, *Protopterus*) auf, oder sie fehlen (*Lepidosiren*) gänzlich (Röse, Robertson, Boas). Die aufgezählten Fischarten bilden auf Grund des Verhaltens der Klappen eine ineinander übergehende Formenreihe, die jedoch für phyletische Probleme ohne Bedeutung ist.

β) Atrium.

Den größten Teil des Dorsalraumes im Herzbeutel nimmt der dünnwandige Sack des Vorhofes ein. Seine Größe und Gestalt variiert je nach der Fischgruppe. In allen Fällen bildet sich seine ventrale Wand zu einem

Trichter aus, der gegen die Kammer gerichtet ist, ihre dorsale Wand durchbricht und mit dem mit Klappen versehenen Ostium atrio-ventriculare endigt.

Bei Elasmobranchiern (Fig. 3A, a) und noch in höherem Grade bei Dipnoërn umgreift das Atrium als ein abgeflachter Sack die Kammer und den Conus arteriosus von beiden Seiten. Seine Ränder laufen bei Dipnoërn in zahlreiche fingerartige Fortsätze (Röse, Goodrich, Robertson) aus (Fig. 3D, a). Bei anderen Fischen ist sein kraniales Ende zugespitzt, was ihm die Gestalt einer Pyramide verleiht. Im Zusammenhange mit der allgemeinen Körpergestalt wird das Atrium bei *Balistes* seitlich stark zusammengedrückt und bei *Tetrodon* auf die linke Herzseite verschoben (Rosén). Bei *Lepidosteus* (Fig. 4B, a) und *Amia* reicht es weit nach vorne und verwächst innig mit der dorsalen Wand des langen Conus arteriosus (Boas).

Die Oberfläche des Vorhofes ist meistens glatt, bei *Lepidosiren* deutet eine longitudinale Rinne die Anwesenheit der intraatrialen Scheidenwand an (Robertson). Von der Innenfläche des Atriums ragen in seine Lichtung Muskelzüge hinein. Sie sind besonders stark in dem Gewölbe seines kranialen Abschnittes entwickelt, wo sie bis zum Ostium atrio-ventriculare reichen. Durch Kontraktion dieser Muskelzüge wird die Wand des Atriums an das Ostium herangezogen und dadurch das Blut in die Kammer hineingedrängt (Benninghoff).

Das Ostium atrio-ventriculare befindet sich ungefähr in der Mittellinie der dorsalen Kammerwand (Fig. 5, oav), besitzt einen kreisrunden oder ovalen Umriß und wird von einem starken abgeflachten Muskelring umgeben. Derselbe ist mit taschenförmigen Klappen versehen, deren freier Rand gegen die Kammer gerichtet ist, was das Zurückfließen des Blutes in die Vorkammer verhindert. Die Elasmobranchier (Daniel) und die meisten Teleosteer (Cuvier) besitzen zwei Klappen (Fig. 6B, aov). *Orthogoriscus mola* hat 3—5, meistens 4 Klappen (Cuvier, Stannius, Harting, Meckel), *Cirrhinus mrigla* 4 (Mitra & Ghosh), *Polyodon* 5 (Danforth), *Lepidosteus* und *Polypterus* 6, *Amia* 4 (Boas). Den Dipnoërn fehlen in dieser Herzgegend Klappen (Boas, Robertson).

γ) Ventriculus.

Die Herzkammer bildet als ein starker muskulöser Sack den ventrokaudalen Abschnitt des Herzens. Bei Selachiern (Fig. 3A, 5A₁, v) nimmt sie, wenn mit Blut ausgefüllt, die Gestalt einer Pyramide an, deren Basis der Leber zugewandt ist und die zwei Flächen ventrolateral und eine dorsal richtet. Die Spitze der Pyramide ragt nach vorne und geht allmählich in den Conus arteriosus über, mit dem sie mittels des Ostium arteriosum kommuniziert. Bei *Polyodon* (Danforth) und den Dipnoërn (Boas, Robertson) ist die Kammer abgerundet (Fig. 3D, v), bei *Lepidosteus* (Fig. 3B, v) und *Polypterus* mehr birnenförmig (Müller), bei den meisten Teleosteen dagegen stark seitlich zusammengedrückt, so daß die ventrolateralen Flächen der Kammer kielförmig ineinander übergehen (Fig. 3C, v, 5A, v). Bei *Tetrodon*

und *Balistes* (Rosén) wird sie mehr zylindrisch, bei *Orthogoriscus* kugelig (Wellenbergh).

Die Wand der Kammer besteht bei den meisten Fischen aus zwei Schichten von Muskeln: der oberflächlichen Kortikalis, die als eine einheitliche Muskelmasse auf der Herzoberfläche liegt und der inneren Spongiosa, die einen schwammigen Charakter hat. Sala findet bei Teleosteen große Schwankungen im Bereiche der Kortikalis. Bei den *Malacopterygii*, *Ostario-*

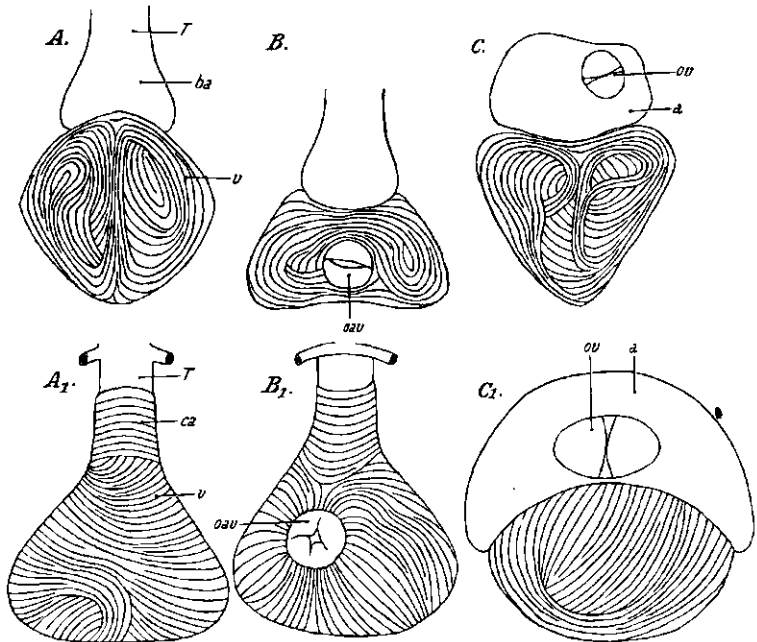


Fig. 5. Die oberflächliche Muskulatur der Kammer und des Conus arteriosus bei *Salmo irideus* (obere Reihe) und *Scyllium canicula* (untere Reihe) Orig. A und A₁ ventral, B und B₁ dorsal, C und C₁ kaudal. a = Atrium, ba = Bulbus arteriosus, ca = Conus arteriosus. oav = Ostium atrio-ventriculare. ov = Ostium venosum. T = Truncus arteriosus, v = Ventriculus.

physi und *Apodes* ist sie immer vorhanden, aber ihr Dickenverhältnis zur Spongiosa variiert von $\frac{1}{3}$ bei *Salmo* bis $\frac{1}{10}$ bei *Anguilla*. Von 29 Vertretern der *Acanthopterygii* konnte eine schwache Kortikalis nur bei *Trachurus*, *Scomber* und *Xiphias* festgestellt werden. Den *Anacanthini* fehlt sie gänzlich.

Der Muskelverlauf in der Kortikalis des Herzens kann ziemlich großen Schwankungen unterliegen. Am einfachsten liegen die Verhältnisse bei *Acipenser*, bei welchem die Muskelfasern um die Kammer herum verlaufen und in zwei entgegengesetzten Randstreifen des Ostium atrio-ventriculare wurzeln. Unterhalb derselben befindet sich eine Ringmuskellage, deren

Fasern mit ihren Enden in die Spongiosa eindringen (Shaner). Bei *Galeus canis* haben die Muskelfasern eine kompliziertere Anordnung, indem sie fast senkrecht gegen das Ostium a.-v. verlaufen, dann nach innen umbiegen und in den Bereich der Spongiosa gelangen (Benninghoff). Noch stärkere Wirbel bilden die oberflächlichen Muskelfasern bei *Scyllium* (Fig. 5A, Grodziński).

Entsprechend der in scharfe Kiele auslaufenden Kammerpyramide der Teleosteer ordnen sich diejenigen Muskelfasern, die den Kielen aufsitzen, zu parallelen Zügen an. Die dazwischenliegenden winden sich in verschieden stark verwickelte Wirbel. Gegen das Ostium atrio-ventriculare laufen nur wenige senkrecht zu (Fig. 5A, B, C, Grodziński). In den tieferen Schichten der gut entwickelten Kortikalis der Teleostier kreuzen sich die Muskelfasern miteinander (Sala).

An der Grenze zwischen der Kortikalis und Spongiosa befindet sich bei manchen Teleosteen (*Salmo*, *Anguilla* — Benninghoff, *Cyprinus*, *Tinca* — Zlabek) eine bindegewebige Schicht, die sie voneinander trennt. Bei anderen Fischgruppen fehlt diese Bindegewebslage.

Die Spongiosa bildet die eigentliche, bei manchen Teleosteen sogar ausschließliche Muskelwand des Fischherzens. Auf ihrer Innenfläche treten mannigfaltig gestaltete Trabekeln hervor, zwischen welchen verschieden tiefe Divertikel des Hohlraumes der Kammer sich ausbreiten. Die Trabekeln der Kammer besitzen bei *Acanthias* einfache fächerartige Anordnung, die sich bei anderen Selachiern und besonders bei Teleosteen kompliziert. Es treten nämlich zahlreiche sekundäre Trabekeln auf, die das ursprünglich einfache Bild gänzlich verwischen. Die Muskelfasern können in der Spongiosa der Herzachse parallel oder senkrecht zu derselben oder von der Oberfläche radiär gegen das Herzinnere zu verlaufen. Die ersteren kleiden das Innere der Herzkammer aus und die zweiten verflechten sich mit den radiären (Sala, Benninghoff).

δ) Conus arteriosus.

Mit dem Namen Conus arteriosus wird der röhrenförmige Abschnitt des Herzens belegt, welcher zwischen der Kammer und dem ventralen Kiemengefäß, Truncus arteriosus, sich befindet. Seine kraniale Grenze kann am sichersten auf Grund des histologischen Baues festgestellt werden. Vorne reicht also der Conus arteriosus bis zur Stelle, wo die für Blutgefäße charakteristischen glatten Muskelzellen im Truncus arteriosus auftreten. Seine Wand besteht, wie in den anderen Herzabschnitten, aus quergestreifter Muskulatur (Fig. 3, 5, 7, ca).

Die Röhre des Conus arteriosus erreicht ihre größte Länge bei Dipnoërn, bei welchen sie jedoch im Gegensatz zu anderen Fischen eine starke seitliche Knickung ausführt (Fig. 3D, ca; 8, ca). Bei *Elasmobranchii* (Fig. 3A, ca), *Chondrostei*, *Holostei* und *Polypterini* ist der Conus äußerlich durch eine schwache Rinne von der Kammer abgetrennt und geht vorne allmählich

in den Truncus arteriosus über. Bei Teleostern befindet er sich in einer Vertiefung zwischen der Kammer (Fig. 6 B, 7 D, E, F, *ca*) und dem dort ausgebuchteten Endteil des Truncus arteriosus versteckt, so daß er von außen kaum sichtbar ist. Seine Ausmaße sind so gering, daß ihn die ersten Forscher übersehen (Cuvier, Milne Edwards) und mit dem Namen Conus arteriosus den angeschwollenen Endteil des Truncus arteriosus belegt haben. Erst Gegenbaur (Tiedemann, Müller) erkannte richtig seine vergleichend anatomische Bedeutung. Seitdem heißt bei Teleostern die kurze versteckte

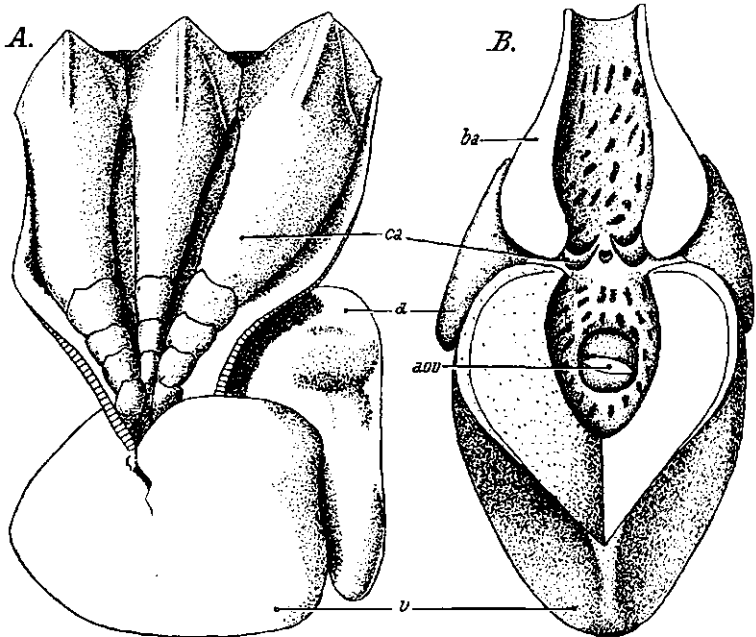


Fig. 6. Das aufgeschnittene Herz von A. *Squatina angelus* (nach Kisch) und B. *Salmo salar* (Orig.). Ventralansicht. *a* = Atrium, *ba* = Bulbus arteriosus, *ca* = Conus arteriosus, mit Konusklappen, *aov* = Ostium atrio-ventriculare, *v* = Ventriculus.

Röhre Conus arteriosus und der ausgebuchtete Endteil des ventralen Kiemengefäßes Bulbus arteriosus (Fig. 3 C, 6 B, 7 D, E, F, *ba*, *ca*).

Nur Favaro findet, daß die glatten Muskelzellen im Bulbus arteriosus der Teleosteer für seine Homologisierung nicht maßgebend sind. Er betrachtet ihn samt dem eigentlichen Conus arteriosus auf Grund seiner entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen als ein dem gleichnamigen Gebiete des Selachierherzens homologes Gebilde.

Mit der Länge des Conus arteriosus hängt auch die Zahl und Anordnung der ihn ausüstenden Klappen zusammen. In gut entwickelten Konus stehen die Klappen in Quer- und Längsreihen angeordnet. Diese Anordnung ist jedoch nicht vollkommen regelmäßig. Es fehlen hier und da einzelne Klappen

oder es kommen überzählige vor. Ihre Gestalt und Größe ist recht variabel. Grundsätzlich gehören sie zum Typus der Taschenklappen, deren Öffnung sich gegen den Truncus arteriosus richtet. Die unvollkommen ausgebildeten Klappen nehmen die Gestalt von Zungen, Querleisten oder Knötchen an (Stöhr). Die gut ausgebildeten Taschenklappen der kranialsten Querreihe übertreffen meistens beträchtlich an Größe die der Kammer näher liegenden (Stöhr, Boas, Hoyer). Die Entfernungen zwischen den Querreihen bleiben bei Individuen derselben Art ziemlich konstant. Die Klappenrüstung im Conus arteriosus unterliegt großen numerischen Schwankungen besonders bei Individuen der Fischarten, die eine größere Anzahl derselben besitzen (Danforth, Kisch, White). Trotzdem wurde ein Versuch gemacht, das Klappenverhältnis in die systematische Definition einzelner Elasmobranchiergruppen einzuführen (White).

Fischart	Zahl der vollständigen		Gesamtzahl der Klappen	Verfasser
	Längsreihen	Querreihen		
<i>Heptanchus maculatus</i>	3	5	17	Garman
<i>Scyllium catulus</i>	3	2	9	Stöhr
<i>Trygon pastinaca</i>	3	7	39	Kisch
<i>Raja radiata</i>	3	4	14	Stöhr
<i>Chimaera monstrosa</i>	4	2	8—10	Stöhr
<i>Ceratodus</i>	1	8	49	Boas, Stöhr
<i>Lepidosteus osseus</i>	5	8	74	Stöhr
<i>Amia calva</i>	4	3	12	Stöhr, Boas
<i>Acipenser sturio</i>	4—5	3	14	Stöhr
<i>Polyodon spatula</i>	4	3	12—18	Danforth
<i>Polypterus bichir</i>	6	9	54	Boas
<i>Pterothrissus gissu</i>	2	2	4	Senior
<i>Salmo salar</i>	4	1	4	Boas
<i>Leuciscus rutilus</i> und meiste Teleosteer	2	1	2	Hoyer, Smith

Die Klappen bestehen hauptsächlich aus Bindegewebe, in welchem bei *Torpedo ocellata* beiderseits, bei *Leuciscus* nur in der der Konuswand zugekehrten Seite starke Geflechte von elastischen Fasern vorkommen (Hoyer). Bei manchen *Scopelini* dringen Muskelfasern in die Basis der Klappen hinein (Favaro).

Die Gesamtzahl der Konusklappen variiert von 2 bei den meisten Teleosteen bis 74 bei *Lepidosteus*. Die Zahl der vollkommenen Längsreihen beträgt bei den meisten Elasmobranchiern 3 (Fig. 6A, ca), bei Chondrosteern steigt sie auf 4, bei *Lepidosteus* auf 5 und bei *Polypterus* auf 6. Die Zahl der Querreihen beträgt bei Elasmobranchiern 2—7, bei *Holostei* 3—8, *Teleostei* 1, in einigen Fällen 2.

Die niedrige Zahl der Klappen im Teleosteerkonus steht mit seiner Rückbildung im Zusammenhange. Diese Rückbildung ging ganz allmählich vor sich, wie dies Spuren, die in mannigfaltiger Form im Bereiche dieses Herz-

gebietes zu finden sind, beweisen. *Amia*, die zu den Vertretern der Stammgruppe der Teleosteer gerechnet wird, besitzt einen muskulösen Konus mit drei Querreihen von Klappen (Fig. 7C). Manche primitiven Teleosteer aus den Familien *Elopidae* und *Albulidae* weisen noch zwei Querreihen von Klappen auf, was natürlich mit der entsprechenden Länge des muskulösen Konus verbunden ist (*Albula* — Stannius, *Megalops*, *Pterothrissus* — Senior, Fig. 7D). Die anderen Vertreter dieser Fischgruppe haben nur eine aus zwei Klappen zusammengesetzte Querreihe. Nur bei *Xiphias* (Müller), *Salmo* (Boas) (Fig. 6B, ca) und *Orthogoriscus* (Wellenbergh) befinden sich zwischen zwei großen noch zwei rudimentäre Klappen. Die quergestreifte Muskulatur des Conus arteriosus kann bei Anwesenheit von nur 2 Klappen bei manchen *Osteoglossidae* (Fig. 7E) und bei vielen *Scopelini* kragenartig der Kammer

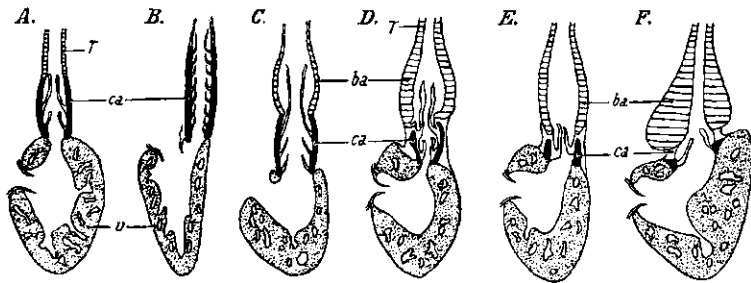


Fig. 7. Das Verhalten der quergestreiften Muskulatur und der Klappen im Bereiche des Conus arteriosus der Fische. A *Scyllium catulus* (Orig.), B *Lepidosteus osseus* (nach Stöhr, Boas), C *Amia calva* (nach Boas, Adams), D *Pterothrissus gissu* (nach Senior), E *Heterotis niloticus* (nach Smith), F *Leuciscus rutilus* (nach Hoyer). ba = Bulbus arteriosus; ca = Conus arteriosus, T = Truncus arteriosus; v = Ventrículus. Kammerwand punktiert, quergestreifte Muskulatur der Konuswand schwarz, Truncus arteriosus samt Bulbus gestrichelt.

ansitzen (Favaro) oder wird bei den meisten Teleosteen in den Kammerbezirk (Fig. 7F) einbezogen (Hoyer, Smith), oder läßt sich wie bei *Pantodon*, *Hippocampus*, *Syngnathus* nicht mehr feststellen (Smith). Mit der Rückbildung der Muskulatur des Konus nimmt auch seine Kontraktilität ab (Parsons).

Im Conus arteriosus der jugendlichen Fische befinden sich einheitliche Längswülste, aus welchen die Taschenklappen entstehen. Bei *Lepidosiren* wandelt sich der am besten ausgebildete Längswulst (Fig. 8, sp) überhaupt nicht in die Klappen um (Robertson), bei *Trygon* und *Squatina* (Fig. 6A) bilden sie eine starke Unterlage für die gut entwickelten Klappen. Das Verhältnis zwischen Größe der Längswülste und der Taschenklappen verschiebt sich zugunsten der letzteren bei *Torpedo* und *Scyllium* (Kisch). Bei anderen Fischen mit Ausnahme von *Lepidosteus* (Gegenbaur) werden die Wülste gänzlich zur Ausbildung der Klappen verbraucht.

e) Septenbildung.

Das Herz der luftatmenden Wirbeltiere wird in verschiedenem Grade durch longitudinale Scheidewände in einen rechten venösen und einen linken arteriellen Abschnitt geteilt. Ähnliche Septen kommen auch bei den Fischen vor, deren Schwimmblasen- (Lungen-) Venen direkt in den Vorhof münden. Die Verlagerung der Lungenvenenmündung wird bei mehreren Fischarten angebahnt (s. Teil 1, S. 816), jedoch erst bei Dipnoern erreicht die Lungenvene direkt den Vorhof. Bei *Ceratodus* (Fig. 3D, 9, *Vp*) und *Protopterus* verläuft der unpaarige Abschnitt der *V. pulmonalis* dorsal von der Lebervene mehr kranialwärts in der dorsalen Sinuswand und öffnet sich in den linken Abschnitt des Atriums vermittels einer mit zwei Klappen versehenen Mündung (Boas, Röse, Good-

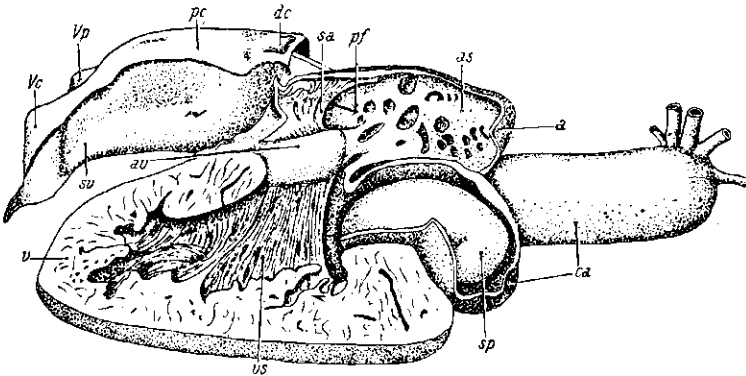


Fig. 8. Das in der Längsachse aufgeschnittene Herz von *Lepidosiren paradoxa* von der rechten Seite gesehen. *a* = Atrium, dext.; *as* = Septum atriorum; *av* = atrio-ventrikulärer Wulst; *ca* = Conus arteriosus; *dc* = Ductus Cuvieri, dext.; *pc* = Herzbeutel; *pf* = Falte der Lungenvene; *sa* = Sinu-atriale Falte; *sp* = Spiralfalte des Konus; *sv* = Sinus venosus; *v* = Ventriculus, dext.; *Vc* = V. cava post.; *Vp* = V. pulmonalis; *vs* = Septum ventriculorum. Der Pfeil deutet das rechte Ostium venosum an. Nach Robertson.

rich). Die Lungenvene des *Lepidosiren* mündet in ähnlicher Weise, ist aber in ihrem Verlaufe in einer vom Gewölbe des Sinus venosus herabhängenden Falte befestigt (Fig. 8, *pf*), die den Sinus *v.* kranial in zwei Abschnitte, einen rechten größeren und linken kleineren teilt (Robertson).

Der Sinus venosus öffnet sich in den Vorhof nach rechts von der Lungenvene mit einer Öffnung, die bei *Ceratodus* und *Protopterus* von oben noch mit knotenartigen Überresten der Klappen versehen ist. Im Atrium erhebt sich vom Ostium venosum gegen das Ostium atrio-ventriculare ein ansehnlicher mit der Atriumwand verwachsener Wulst (Fig. 8, 9, *av*). Bei *Ceratodus* besteht er aus Bindegewebe, bei anderen Dipnoern besitzt er noch einen knorpeligen Kern.

Der Wulst bildet den kaudo-ventralen Abschnitt des Septum atriorum. Von vorne und oben richten sich gegen den Wulst und verwachsen mit ihm

die Muskelbalken. Ihre Anzahl und der Grad ihrer Verflechtung wird von *Ceratodus* über *Protopterus* bis zum *Lepidosiren* beträchtlich größer. Bei manchen Individuen des letzteren polstert das Bindegewebe das Septum vollkommen aus. Diese Scheidewand wird von der Lungenvenenklappe bzw. dem Lungenvenenseptum ergänzt. Das bei *Lepidosiren* am besten entwickelte Septum atriorum (Fig. 8, *as*) teilt den Vorhof in einen rechten größeren, der den Sinus venosus aufnimmt, und einen linken kleineren, in den die Lungenvene mündet (Boas, Röse, Robertson*).

Der Wulst dringt keilförmig durch das Ostium atrio-ventriculare in die Kammer hinein, wo seine Spitze bei *Protopterus* und *Lepidosiren* als Anheftungsstelle für die senkrechte, muskulöse Scheidewand (Fig. 8, *vs*) der Kammer fungiert. Gleichzeitig spielt der Wulst die Rolle eines Verschlusses für das Ostium atrio-ventriculare, welches bei Dipnoern keine eigentlichen Klappen besitzt.

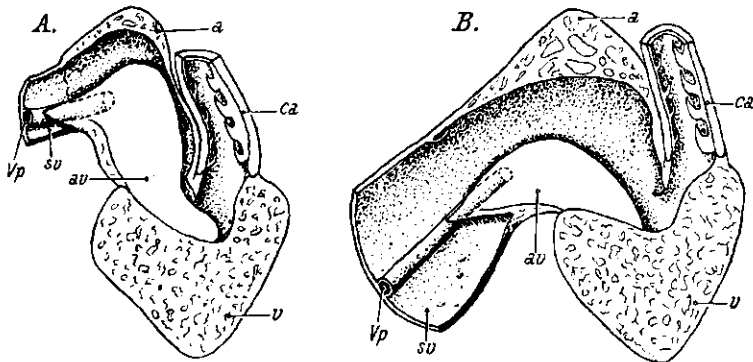


Fig. 9. Das Verhalten des atrio-ventrikularen Wulstes während der Systole (A) und Diastole (B) des Vorhofs von *Ceratodus forsteri*. a = Atrium; av — atrio-ventrikulärer Wulst; sv = Sinus venosus; v = Ventriculus; vp = V. pulmonalis. Nach Boas.

Im Conus arteriosus existiert eine funktionelle oder strukturelle Spiralfalte, die kaudal als Verlängerung der senkrechten Kammerscheidewand beginnt, in ihrem weiteren Verlaufe sich spiralig dreht und kranial eine horizontale Lage einnimmt. Bei *Ceratodus* kommen im Konus 8 unvollständige Querreihen der Taschenklappen vor, von welchen die größten eine starke Längsreihe bilden (Fig. 9, *ca*), die funktionell einer Spiralfalte entspricht (Ray Lancaster, Boas, Goodrich). Anstatt der Klappenreihe besteht bei *Protopterus* außer zahlreichen (20) in verschiedenem Grade rückgebildeten Klappen, eine Longitudinalfalte, welche im Bereiche der dritten Querreihe durch eine vollständig entwickelte Klappe unterbrochen ist und die in der Kammernähe noch Spuren der Nähte einiger Klappengrenzen aufweist (Boas). Die kontinuierliche Spiralfalte des *Lepidosiren* (Fig. 8, *sp*), bei dem

* Über das Vorhofseptum von *Gymnarchus* siehe Teil 1, S. 816.

noch
ihre:
des
hori
zusa
son

Blut
einh
dage
weni
führ
das
was
oder
Rot

herz
Ran
arte:
gewi
des
der
wie
kürz
phyl
einz
vent
Ent
Geb:
Dipi
(Ro

hier
stadi
trakt
musk
da.B
lokal
Diffe
(Nor

Biel
Auto
B

noch dazu einige rudimentäre Klappen im Konus existieren, hängt vermittels ihres rechten Randes mit der Konuswand zusammen. Im kranialen Abschnitte des Konus kommt bei *Protopterus* und *Lepidosiren* eine linksseitige kurze horizontale Falte vor, die die Hauptfalte in dieser Gegend ergänzt und kranial zusammen mit ihr verwachsen in den Truncus arteriosus eindringt (Robertson, Boas, Goodrich).

Die Existenz der Herzscheidewand der Dipnoër bedingt, daß das venöse Blut möglichst genau von dem arteriellen geschieden wird. Bei dem fast einheitlichen Septum von *Lepidosiren* ist dies stets der Fall, bei *Ceratodus* dagegen bildet der mächtig entwickelte Wulst nur während der Systole eine weniger präzis wirkende Scheidewand (Fig. 9 A, B, av). Die rechte Herzseite führt meistens das venöse, die linke das arterielle Blut. Im Konus gelangt das Blut längs der Spiralfalte von rechts nach oben und von links nach unten, was die Vorbedingung für die entsprechende Verteilung des mehr venösen oder arteriellen Blutes in die Gefäße des Truncus arteriosus bildet (Boas, Robertson).

Das Herz der Dipnoër erinnert in mancher Hinsicht an das Amphibienherz. Die Vorhöfe liegen bei beiden erwähnten Tiergruppen am kranialen Rande der Kammer (Fig. 8, a) und umgreifen den gut ausgebauten Conus arteriosus. Eine unpaarige V. pulmonalis mündet in den linken Vorhof. Bei gewissen Dipnoërn kommt eine anatomische Spiralfalte zustande, die der des Amphibienherzens ähnelt. Die Entwicklung des Septum atriorum und der Spiralfalte im Conus arteriosus von *Lepidosiren* spielt sich fast ebenso wie bei Urodelen ab und die Trunci arteriosi sind in ähnlicher Weise verkürzt. Die aufgezählten Besonderheiten deuten auf eine Konvergenz oder phyletische Verwandtschaft der beiden Tiergruppen. Die Ausbildung der einzelnen Abschnitte der Herzscheidewand, wie des Wulstes und Septum ventriculorum, zeigt jedoch, daß das Dipnoërherz einen mehr spezialisierten Entwicklungsgrad erreicht hat als das der Amphibien, bei welchen diese Gebilde überhaupt nicht vorkommen. Infolgedessen müssen die rezenten Dipnoër aus der Reihe der Vorfahren der Amphibien ausgeschaltet werden (Robertson, Goodrich).

d) Reizleitungssystem.

Die Zellen des embryonalen Herzschlauches der höheren Vertebraten kontrahieren sich in Gewebekulturen schon dann, wenn sie aus einem frühen Entwicklungsstadium stammen, in welchem noch keine Nerven das Herz erreichen. Diese Kontraktionsfähigkeit gehört also zu den Eigentümlichkeiten der jugendlichen Herzmuskelzellen (Burrows). In Gewebekulturen aus älteren Hühnerherzen zeigt sich, daß die meisten Zellen diese Fähigkeit einbüßen und nur die an bestimmten Stellen lokalisierten sie beibehalten. Es kommt also während der Entwicklung zu einer Differenzierung der Herzmuskulatur in Arbeitsmuskeln und Reizleitungssystem (Nordmann & Rütger).

Das Reizleitungssystem des Fischherzens wurde auf physiologischem Wege von Biegel und Skramlik genau lokalisiert. Auf Grund der Zahl und Anordnung der Automatiezentren (Fig. 10 A, B, C) teilen sie die untersuchten Fische in drei Typen

ein. Zum Typus „A“ gehören *Anguilla* und *Conger*, die drei solcher Zentren besitzen, nämlich: 1. im Ductus Cuvieri und Sinus venosus, 2. am Boden des Atriums an der Sinusgrenze, 3. an der Grenze zwischen Atrium und Ventriculus. Alle Elasmobranchier lassen sich in den Typus „B“ einreihen, der sich vom ersten durch die Abwesenheit des Automatiezentrums am Boden des Atriums unterscheidet. Koehnlein gibt für Rochen noch ein Automatiezentrum im Anfangsteil des Conus arteriosus an. Dem Typus „C“ gehören alle anderen Teleostee an, die ihre Automatiezentren am Boden des Atriums und am Übergang des Atriums in den Ventrikel aufweisen.

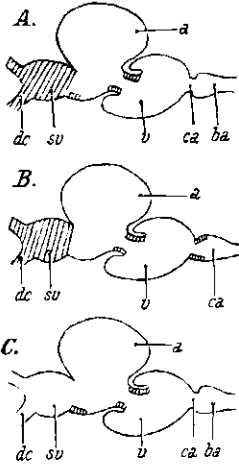


Fig. 10. Automatiezentren der Fischherzen vom Typus „A, B, C“, durch Schraffen angedeutet. a = Atrium; ba = Bulbus arteriosus; dc = Ductus Cuvieri; sv = Sinus venosus; v = Ventriculus. Nach Bielzig und Skramlik.

einzuwachsen; ihre Anwesenheit konnte wenigstens weder anatomisch noch physiologisch in einer einwandfreien Weise festgestellt werden (Clark, Skramlik, Koehnlein).

e) Ernährungsgefäße des Herzens.

Auf der Oberfläche des Fischherzens können sich zwei Gruppen von Arterien ausbreiten. Die ersten, allgemein vorhanden, nehmen ihren Ursprung in den Gefäßen des Hypobranchialsystems und gelangen von dort längs des Truncus und Conus arteriosus auf die Kammerwand. Die anderen gehen auf die Kammer von der kaudalen Seite über. Sie entspringen dem Korakoid-Subklaviasystem, welches mit den hypobranchialen Gefäßen ebenfalls im Zusammenhange steht und richten sich von ihm auf den Herzbeutel, von dem sie auf dem Wege der kardialen Ligamente den Sinus venosus und

Die Ergebnisse der anatomischen Untersuchungen stehen weit hinter denen der physiologischen hauptsächlich aus dem Grunde zurück, weil die Zellen des Reizleitungssystems sich bei Fischen morphologisch kaum von den Arbeitsmuskeln unterscheiden (Benninghoff, Ohmori). Zum Reizleitungssystem bei *Salmo* und *Carassius* werden vor allem die Ringmuskeln im Ostium venosum und atrio-ventriculare gerechnet. Aus diesen zwei Zentren gehen die muskulären Elemente des Reizleitungssystems auf die Innenseite der Kammer sowie der Vorkammer (Stienon, Ohmori) über. Bei *Anguilla* findet MacKensie die Elemente des Reizleitungssystems überall in der Sinuswand und im Ostium venosum. In der Vorkammer verlaufen sie am Boden zwischen den beiden Ostien (Troemer).

Bei *Esox* finden sich Ganglienzellen in beiden Muskelringen (Kasem Beck & Dogiel), bei *Salmo* nur im Bereiche des Ostium venosum, wo sie samt Nerven und Muskelbündeln ein Geflecht bilden (Stienon). Bei *Raja* und *Cyprinus* kommen sie meistens im Vorhof, teilweise in der Kammerwand vor (Vignal). Die Äste des Nervus vagus erreichen bei allen Fischen das Herz und wirken hemmend auf seine Kontraktionen (Jones, Keith & Flack, Koehnlein, Szepsenwol & Baumann, McWilliam, Queen). Sympathikusäste, also Beschleunigungsnerven, scheinen in das Herz nicht

die
Da

den
stie
dir

zu.
med
drei
auf
Art
sini
lich
(Da
Da

Tru
Her
ven
wan
auf

auc
die:
über

und
Sie
Mit
sich

die
Bec
vom
Me
was
sam
beh:

ist s
wan
im
von
häng
besi
Wei
Osti
Par

die

die Kammer erreichen (Hyrtl, Grant & Regnier, Parker & Davies, Daniel, Keys).

Die Herzvenen sind weniger zahlreich als die Arterien und münden in den Sinus venosus oder das Atrium. Ähnlich wie bei höheren Wirbeltieren existieren bei Fischen Vasa Thebesii, d. h. Gefäße, die die oberflächlichen Venen direkt mit dem Herzinneren verbinden (Parker & Davis).

Bei Elasmobranchiern laufen meistens von vorne zwei Arterien auf das Herz zu. Bei *Carcharias littoralis* verläuft die eine von ihnen, nämlich die A. coronaria medialis ventralis, in der Mittellinie der ventralen Seite des Herzens, wo sie sich in drei Äste teilt, und ähnlich verhält sich die zweite, die A. coronaria medialis dorsalis, auf der Dorsalseite der Kammer. Bei anderen Elasmobranchiern verlaufen diese Arterien lateral zum Konus und zu der Kammer und werden deshalb A. coronaria sinistra und dextra genannt (Fig. 3A, Acd). Die eine von ihnen versorgt hauptsächlich die ventrale, die andere die dorsale Oberfläche der anliegenden Herzabschnitte (Daniel). Carazzi findet bei *Scyllium* 2 oder 4 mannigfaltig verlaufende Arterien, Daniel bei *Heterodontus* immer 4.

Bei Teleosteen wendet sich nur eine A. hypobranchialis medialis längs des Truncus arteriosus gegen das Herz zu (Hyrtl, Levadaux, Mitra & Gosh). Im Herzbeutel teilt sie sich in zwei Äste, die Aa. coronariae, einen dorsalen und einen ventralen, oder rechten und linken, die die entsprechenden Abschnitte der Kammerwand versorgen. *Orthogoriscus mola* besitzt auch außerhalb des Herzbeutels paarige, auf der rechten und linken Körperseite entspringende Koronararterien (Parker).

Amia hat zwei gut entwickelte Aa. coronariae (Parker & Davis), *Lepidosiren* auch zwei, aber die linke reicht nur bis zum kaudalen Abschnitte des Conus arteriosus, die rechte geht auf die Kammer über (Robertson). Die kraniale Arterie von *Polyodon* überschreitet nicht den Truncus arteriosus (Danforth).

Hintere Koronararterien existieren bei *Rajidae*, *Heptanchus*, *Hexanchus*, *Polyodon* und *Anguilla* (Hyrtl, Daniel, Parker & Davis, Danforth, Levadaux, Keys). Sie entspringen jederseits von der A. coracoidea oder direkt von der A. subclavia. Mit Ausnahme von *Dasyatis* sind sie gleich stark. Auf der Herzoberfläche teilen sie sich in mehrere Äste, die mit den kranialen Koronararterien anastomosieren können.

Die Arterien teilen sich in kleine Äste und in weiterer Folge in Kapillaren auf, die den ganzen Kammermuskel oder nur die Kortikalis durchdringen (Hyrtl, Kasem Beck & Dogiel). Das Trabekelsystem der Spongiosa wird in verschiedenem Grade vom Blute, das sich in den intertrabekulären Räumen aufhält, ernährt (Lewis, Mc William). Jourdain findet auf der Kammerwand von *Gadus* keine Gefäße, was wahrscheinlich mit dem von Sala beobachteten Mangel der Kortikalis im Zusammenhang steht. Die Kortikalis der Amphibien ist außerordentlich dünn und enthält auch aller Gefäße (Hyrtl, Benninghoff).

Bei den Elasmobranchiern existieren drei Herzvenen. Die V. coronaria dextra ist schwächer als die anderen und nimmt gewöhnlich das Blut von der rechten Kammerwand und dem Conus arteriosus auf. Die V. coronaria sin. (Fig. 3A, Vca) tut dasselbe im Bereiche der linken und ventralen Kammerwand. Die V. cardiaca leitet das Blut von der Dorsalseite der Kammer ab. Die Herzvenen öffnen sich bei Rochen unabhängig voneinander in den Sinus venosus, wobei die V. cardiaca mehrere Mündungen besitzt. Bei anderen Elasmobranchiern vereinigen sich die Herzvenen in verschiedener Weise miteinander, so daß sich eine oder zwei Mündungen in den Sinus nahe vom Ostium venosum auffinden lassen (Daniel, Parker & Davis, O'Donoghue, Parker, Marples).

Amia besitzt eine aus zwei Ästen bestehende V. coronaria (Parker & Davis), die sich rechts vom Ostium venosum in den Sinus öffnet. Bei *Orthogoriscus* findet

Parker, daß sich die Kammervenen in das Atrium und die des Atrium in den Sinus öffnen. Über die Herzvenen der anderen Teleosteer sind wir weniger unterrichtet aus dem Grunde vielleicht, weil ihre Äste in die Tiefe der Kortikalis eindringen und nur streckenweise auf der Oberfläche zum Vorschein treten. Sie begleiten die gleichnamigen Arterien nicht einmal in demselben Maße, wie das die Venen der Selachier tun. Bei *Salmo* (Fig. 3C, Vcs) kommen zwei Koronarvenen vor, deren Zweige die Kammer umgreifen und deren Hauptstämme längst des hinteren Randes der dorsalen Kammerwand verlaufen. Sie münden in den Vorhof nahe dem Ostium atrio-ventriculare (Grodziński).

Durch das Aufblasen der Herzvenen konnte ihre Verbindung mit dem Atrium bei Elasmobranchiern und mit Atrium und Ventriculus bei *Amia* und *Orthogoriscus* festgestellt werden (Parker, Parker & Davis), womit der Beweis für die Existenz der Vasa Thebesii bei Fischen erbracht wurde.

Literatur.

- Aubert, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Fische. II. Die Entwicklung des Herzens und des Blutes im Hechtei. Z. wiss. Zool. 7, 1856. — Ballantyne, F. M., Notes on the Development of *Callichthys littoralis*. Trans. R. Soc. Edinburgh 56, 1930. — Benninghoff, A., Die Architektur des Herzmuskels. Morph. Jahrb. 67, 1931. — Derselbe, Herz. Bolk, Handb. vergl. Anat. Wirbelt. 6, 1935. — Bielig, W., Untersuchungen über die Herzfähigkeit der Fische II. Z. vergl. Physiol. 15, 1931. — Bischoff, *Lepidosiren paradoxa*, 1840. — Blainville, Mémoire sur le squalé pélerin. Ann. Muséum 18, 1811. — Boas, E. W., Über das Herz und Arterienbogen bei *Ceratodus* und *Protopterus*. Morph. Jahrb. 6, 1880. — Derselbe, Über den Conus arteriosus bei *Butirinus* und bei anderen Knochenfischen. Ebenda. — Bocke, J., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Teleostier. Petrus Camper 3, 1904. — Boreca, J., Sur l'origine du cœur, des cellules vasculaires migratrices et des cellules pigmentaires chez les Téléostéens. C. R. Acad. Sci. Paris 149, 1909. — Brücke, Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Physiologie des Gefäßsystems. Denkschr. Akad. Wien 3, 1852. — Burrows, M. T., The Growth of Tissue of the Chicken Embryo outside of the Animal Body, with Special Reference to the Nervous System. J. exper. Zool. 10, 1911. — Carazzi, D., Sulla circolazione arteriosa cardiaca ed esofagea dello *Scyllium catulus*. Mon. Zool. Ital. 15, 1904. — Clark, A. J., Comparative Physiology of the Heart. Cambridge 1927. — Cuvier, G., Leçons d'anatomie comparée. Paris 4, 1805. — Danforth, C. H., The Heart and Arteries of *Polyodon*. J. Morph. 23, 1912. — Daniel, J. F., The Elasmobranch Fishes. Berkeley 1928. — Ehlers, E., Zur Kenntnis der Eingeweide von *Lepidosiren*. Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, 1895. — Eyeleshymer, A. C. & Wilson, J. M., The Gastrulation and Embryo-formation in *Amia calva*. A. J. Anat. 5, 1905. — Favaro, G., Sviluppo e struttura delle valvole senoatriali degli anamni. Monit. Zool. Ital. 22, 1911. — Derselbe, Cono e bulbo arterioso negli anamni. Ebenda. — Derselbe, Ricerche embriologiche ed anatomiche intorno al cuore dei vertebrati, con particolare riguardo all'endocardio ed alle formazioni endocardiache. Padova 1913, 1914. — Derselbe, Ricerche intorno al sistema circolatorio degli *Scopelini* (Müller). R. Comit. Tallasogr. Ital. Mem. 108, 1923. — Derselbe, Il bulbo arterioso del cuore branchiale degli *Scopelini* (Müller). Bol. R. Acad. Peloritana 31, 1923. — Derselbe, Sui cuori caudale e branchiale di *Bathophilus nigerrimus* Gisl. Resoc. R. Acad. Peloritana. 193, 1924. — Franck, F., Recherches anatomo-physiologiques sur le cœur et l'appareil circulatoire des poissons. C. R. Soc. Biol. Paris 75, 1913. — Franque, Nonnulla ad Amiam calvam accuratius cognoscendam. Berlin 1847. — Garman, S., *Chlamydoselachus anguineus* Garm. A Living Species of Cladodont Shark. Bul. Mus. Harvard 12, 1885. — Gegenbaur, C., Zur vergleichenden Anatomie des Herzens. I. Über den Bulbus arterio-

sus der Fische. Jen. Z. Naturwiss. 2, 1865. — **Derselbe**, Über den Conus arteriosus der Fische. Morph. Jahrb. 17, 1891. — **Goodrich, E. S.**, Vertebrata Craniota. Treat. Zool. 9, 1909. — **Derselbe**, Studies on the Structure and Development of Vertebrates. London 1930. — **Grant & Regnier**, The Comparative Anatomy of the Cardiac Coronary Vessels. Heart 13, 1926. — **Gregory, E. H.**, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Knochenfische. Anat. Hft. 20, 1902. — **Greil, A.**, Entwicklungsgeschichte des Kopfes und des Blutgefäßsystems von *Ceratodus forsteri*. Denk. Med. Nat. Ges. Jena 4, 1908. — **Güitel, F.**, Recherches sur les Lépadogaster. Arch. Zool. Exp. 6, 1889. — **Günther**, Description of *Ceratodus*, a Genus of Ganoid Fishes. Phil. Trans. 1871. — **Hesse, R.** Das Herzgewicht der Wirbeltiere. Zool. Jahrb. 38, 1921. — **Derselbe**, Die Größe des Herzens bei Wirbeltieren. Handb. norm. path. Physiol. 7, 1926. — **Hochstetter, F.**, Über die Entstehung der Scheidewand zwischen Pericardial- und Peritonealhöhle und über die Bildung des Canalis pericardiacoperitonealis bei Embryonen von *Acanthias vulgaris*. Morph. Jahrb. 29, 1900. — **Derselbe**, Die Entwicklung des Blutgefäßsystems. Handb. vergl. Entwickl. 3, 1906. — **Hoffmann, C. K.**, Über die Entstehung der endothelialen Anlage des Herzens und der Gefäße bei Haiembryonen (*Acanthias vulgaris*). Anat. Anz. 7, 1892. — **Derselbe**, Zur Entwicklungsgeschichte des Herzens und Blutgefäße bei den Selachiern. Morph. Jahrb. 19, 1893. — **Holbrook, A. T.**, The Origin of the Endocardium in Bony Fishes. Bul. Mus. Harvard 25, 1894. — **Home**, Anatomical Account of the *Squalus maximus*. Phil. Trans., 1808. — **Hoyer, H.**, Zur Morphologie des Fischherzens. Bull. Acad. Cracovie, 1900. — **Hyrtl, J.**, *Lepidosiren paradoxa*. Abh. böhm. Gesell. Wiss. 3, 1845. — **Derselbe**, Über die Selbststeuerung des Herzens. Wien 1855. — **Derselbe**, Vorläufige Anzeige über gefäßlose Herzen. Sitzber. Akad. Wien 33, 1859. — **Jones, T.**, The Primitive Conducting Mechanisms of the Vertebrate Heart. An Introduction to the Study of their Appearance and Development in *Lepidosiren paradoxa*. Trans. R. Soc. Edinburgh 57, 1932. — **Jourdain, S.**, Sur la structure du cœur des poissons du genre gade. C. R. Acad. Sci. Paris 64, 1867. — **Jungersen, H. F. E.**, Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung der Geschlechtsorgane bei den Knochenfischen. Arb. Zool. Inst. Würzburg 9, 1899. — **Kasem-Beek & Dogiel**, Beitrag zur Kenntnis der Struktur und der Funktion des Herzens der Knochenfische. Z. wiss. Zool. 37, 1882. — **Keith & Flack**, The Form and Nature of the Muscular Connections between the Primary divisions of the Vertebrate Heart. J. Anat. Phys. 41, 1907. — **Kerr, J. G.**, The Development of *Polypterus senegalus*. Cuv. Budgett Mem. Vol. Cambridge 1907. — **Kisch, B.**, Vergleichende Untersuchungen über den Ventilverschluß der Ostia arteriosa des Herzens. Z. Kreislaufforsch. 19, 1927. — **Derselbe**, Über das Herzgewicht einiger Selachier. Ebenda 20, 1928. — **Derselbe**, Weitere Untersuchungen über das Herzgewicht der Fische. Ebenda 21, 1929. — **Derselbe**, Die Zentralwülste im Conus arteriosus der Selachier. Anat. Anz. 70, 1930. — **Koehnlein, H.**, Untersuchungen über die Herzstätigkeit der Fische IV. Publ. Staz. Zool. Napoli. 13, 1933. — **Lankaster, R. E.**, On the Hearts of *Ceratodus*, *Protopterus* and *Chimaera*, with an Account of Undescribed Pocket Valves in the Conus arteriosus of *Ceratodus* and *Protopterus*. Trans. Zool. Soc. London 10, 1879. — **Levadoux, M.**, Sur l'artère coronaire chez les Téléostéens. C. R. Ass. Anat. 6, 1904. — **Lewis, F. T.**, The Question of Sinuoides. Anat. Anz. 25, 1904. — **Leydig, F.**, Handbuch der Histologie. Frankfurt 1857. — **List, J. H.**, Zur Herkunft des Periblastes bei Knochenfischen. Biol. Centralbl. 7, 1887. — **Lohberger, J.**, Über zwei riesige Embryonen von *Lamna*. Abh. Akad. München 2, 1910. — **Marceau**, Recherches sur la structure et le développement comparés des fibres cardiaques dans la série des vertébrés. Ann. Sc. Nat. Zool., 1903. — **Martin, H.**, Recherches anatomiques et embryologiques sur les artères coronaires du cœur chez les vertébrés. Paris 1894. — **Mayer, P.**, Über die Entwicklung des Herzens und der großen Gefäßstämme bei den Selachiern. Mitt. Zool. St. Neapel 7, 1889. — **Mc Kenzie, T.**, Contribution to the Anatomy of *Amiurus catus*. Blood-vascular System, ductless Glands and Uro-genital System. Proc. C. Inst. Toronto 3, 1884. —

McQueen, J. M., Untersuchungen über das Herz eines Elasmobranchiers (*Raja clavata*). Z. Biol. 62, 1913. — McWilliam, J. A., On the Structure and Rythm of the Heart of Fishes with Special Reference to the Heart of the Eel. J. Physiol. 6, 1885. — Meek, A., On the Structure of *Trachypterus arcticus*. Sud. Mus. Z. Dundee 1, 1890. — Mills, T. W., The Heart of the Fishes Compared with that of *Menobranchius* with Special Reference to Reflex Inhibition and Independent Cardiac Rythm. J. Physiol. 7, 1886. — Milne Edwards, H., Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée. Paris 3. 1858. — Monro, A., The Structure and Physiology of Fishes. Edinburgh 1785. — Müller, J., Über den Bau und Grenzen der Ganoiden. Abh. Akad. Berlin 1844. — Nordmann, M. & Rütger, A., Über die Schlagtätigkeit des explantierten Herzmuskels von Huhn und Ratte und ihre Beziehungen zum Reizleitungssystem. Arch. exp. Zellforsch. 11, 1931. — Nöldeke, B., Die Herkunft des Endocardepithels bei *Salmo salar*. Z. wiss. Zool. 65, 1899. — O'Donoghue, C. H., Notes on the Circulatory System of Elasmobranch. I. The Venous System of the Dogfish (*Scyllium canicula*). Proc. Zool. Soc. London, 1914. — Derselbe, The Blood Vascular System of the Spiny Dogfish, *Squalus acanthias* L. and *S. sucklii* Gill. Trans. R. Soc. Edinburgh 55, 1928. — Ohmori, S., Vergleichend-anatomische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über das atrioventrikuläre Verbindungssystem des Kaltblüterherzens. Jap. J. Zool. 2, 1929. — Paganì, M. P., Ricerche sullo sviluppo del cuore nel *Coregonus lavaretus* L. natio *larianus* Monti. Arch. Anat. Embriol. 34, 1935. — Parchappe, M., Sur la structure du cœur de la raie. C. R. Acad. Sci. Paris 27, 1848. — Derselbe, Über den Bau des Stör- und Rochenherzens. Fropier Not. 8, 1848. — Parker, G. H., Note on the Blood Vessels of the Heart in the Sunfish (*Orthogoriscus mola* L.). Anat. Anz. 17, 1900. — Parker, G. H. & Davis, F. K., The Blood Vessels of the Heart in *Carcharias*, *Raja* and *Amia*. Proc. S. Nat. Hist. Boston 29, 1899. — Parker, T. J., On the Blood Vessels of *Mustelus antarcticus*. Phil. Trans. R. Soc. London 177, 1887. — Parker, W. N., Zur Anatomie und Physiologie von *Protopterus annectens*. Ber. Nat. Ges. Freiburg 4, 1889 und Trans. R. I. Acad. 30, 1892. — Parsons, C. W., The Conus arteriosus in Fishes. Quart. J. Micr. Sc. 73, 1929. — Peters, Über einen dem *Lepidosiren annectens* verwandten Fisch von Quellimane. Müllers Arch., 1845. — Pogonowska, I., Histologie des Herzens der Fische, mit besonderer Berücksichtigung der elastischen Elemente. Festschr. Nußbaum Lwów 1911. — Rathke, H., Über die Herzkammer der Fische. Meckels Arch. 1826. — Reuter, K., Studien zur Entwicklungsgeschichte des Wirbeltierherzens. Z. Anat. Entw.gesch. 75, 1925. — Robertson, J. I., The Development of the Heart and Vascular System of *Lepidosiren paradoxa*. Quart. J. Micr. Sc. 59, 1913. — Rosén, N., Studies on the Plectognaths. I. The Blood Vascular System. Ark. Zool. 7, 1911/3. — Röse, C., Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Herzens der Wirbeltiere. Morph. Jahrb. 16, 1890. — Rückert, J., Über den Ursprung des Herzendothels. Anat. Anz. 2, 1887. — Derselbe, Über die Entstehung der endothelialen Anlagen des Herzens und der ersten Gefäßstämme bei Selachierembryonen. Biol. Centrbl. 8, 1888. — Derselbe, Über die Entwicklung der ersten Blutgefäße und Herzens bei *Torpedo*. Z. Anat. Entw.gesch. 63, 1922; 67, 1923. — Rückert, J. & Mollier, S., Die erste Entstehung der Gefäße und des Blutes bei Wirbeltieren. Hertwig, Handb. vergl. Entw.gesch. 1, 1906. — Sabatier, A., Études sur le cœur et la circulation centrale dans la série des Vertébrés. Ann. Sc. Nat. Paris. 18, 1837. — Sala, L., Sulla distribuzione delle fibre nella parete del ventricolo nel cuore dei pesci (*Teleostei*). Rend. Ist. Lomb. Milano. 43, 1910. — Schockaert, Nouvelles recherches comparatives sur la texture et le développement du myocarde chez les vertébrés. Arch. Biol. 24, 1908. — Senior, H. D., Teleosts with a Conus arteriosus Having more than one Row of Valves. Anat. Rec. 1, 1907. — Derselbe, The Conus arteriosus in *Tarpon atlanticus*. Biol. Bul. 12, 1907. — Derselbe, Note on the Conus arteriosus of *Megalops cyprinoides* (Broussonet). Ebenda. — Derselbe, The Development of the Heart in Shad (*Alosa sapidissima* Wil.). With a Note on the Classification of Teleostean Embryos from a Morphological Standpoint. A. J.

Ana-
tri-
el-
tätig
Fisc.
Con-
lung
Mitt
W.
1895
peid
du r
den
Jahr
du t
The
The
Tied
gen
Not
1888
Ana
chez
quel
Ders
Ass.
Lug
Am.
Beri
Ana
Con-
Biol

star
erst
Aa.
bog
übe
gefä
gefä
gesc
das
wie
und

Anat. 9, 1909. — Shaner, R. F., On the Muscular Architecture of the Vertebrate Ventricles. J. Anat. London 58, 1923. — Skramlik, E., Untersuchungen über die Herztätigkeit der Fische. Z. vergl. Physiol. 14, 1930. — Derselbe, Über den Kreislauf der Fische. Erg. Biol. 11, 1935. — Smith, W. C., On the Process of Disappearance of the Conus arteriosus in Teleosts. Anat. Rec. 15, 1918. — Sobotta, J., Über die Entwicklung des Blutes, des Herzens und der großen Gefäßstämme der Salmoniden, nebst Mitteilungen über die Ausbildung der Herzform. Anat. Heft. 19, 1902. — Spencer, W. B., Contribution to our Knowledge of *Ceratodus*. Macleay Mem. Vol. Sydney 1893. — Stannius, H., Bemerkungen über das Verhältnis der Ganoiden zu den Clupeiden, insbesondere zu *Butirinus*. Rostock 1846. — Stenon, W., Contribution à l'étude du myocarde spécifique chez les vertébrés. Arch. Biol. 40, 1930. — Stühr, G., Über den Klappenapparat im Conus arteriosus der Selachier und Ganoiden. Morph. Jahrb. 2, 1876. — Szepsenwol, J. & Baumann, A., Origine de l'innervation primitive du cœur chez un poisson téléostéen. C. R. Soc. Biol. Paris 117, 1934. — Taylor, M., The Development of *Symbranchus marmoratus*. Quart. J. Micr. Sc. 59, 1914. — Thesen, J., Étude sur la biologie du cœur des poissons osseux. Arch. Zool. Exp. 4, 1896. — Tiedemann, Anatomie des Fischherzens. Landshut 1809. — Troemer, B., Untersuchungen über die Herztätigkeit der Fische. Z. vergl. Physiol. 16, 1932. — Vignal, W., Note sur le système ganglionnaire des poissons cartilagineux. Arch. Zool. Exp. 1, 1883. — Volz, W., Die Zirkulationsverhältnisse von *Monopterus javanensis* Lac. Ver. Anat. Ges., 1905. — Weber, A., Les phénomènes de torsion de l'ébauche cardiaque chez les Lophobranches. C. R. Soc. Biol. Paris 61, 1906. — Derselbe, Recherches sur quelques stades de développement du cœur des Lophobranches. Bibl. Anat. 15, 1906. — Derselbe, Recherches sur quelques stades du développement du cœur de la rai. C. R. Ass. Anat., 1908. — Wellenbergh, Observationes anatomicae de Orthogorisco mola. Lugduni Batavorum 1840. — White, E. G., Heart Valves of Elasmobranch fishes. Am. Mus. Novitat. 838, 1936. — Willer, A., Über das Herz der Selachier mit besonderer Berücksichtigung des Reizleitungssystems. Berlin 1914. — Woodland, W., On the Anatomy of *Centrophorus calceus* Günt. Proc. Zool. Soc. London 1906. — Zlabek, K., Contribution à la connaissance de la structure du myocarde des poissons. C. R. Soc. Biol. Paris 117, 1934.

2. Abschnitt.

Gefäße der Kiemengegend.

Das Blut gelangt vom Fischherzen in einen starken unpaarigen Gefäßstamm, den Truncus arteriosus, welcher sich nach vorne gegen die Mandibel erstreckt. Von ihm zweigen sich mehrere (3—7) Kiemenbogengefäße, die Aa. branchiales afferentes ab, die sich dorsalwärts richten, den Kiemendarm bogenartig von beiden Seiten umgreifen und schließlich in die Kiemengefäße übergehen. Das mit Sauerstoff beladene Blut nehmen andere Kiemenbogengefäße, die Aa. branchiales efferentes auf und leiten es dem dorsalen Längsgefäße des Körpers, der Aorta, zu. Die erwähnten Gefäße bilden ein in sich geschlossenes System von Arterien und Kapillaren, welches die Aufgabe hat, das kohlenäurereiche Blut in Oxyblut umzuwandeln.

Außer den Atmungsgefäßen kommen in dieser Körpergegend ähnlich wie anderswo auch Ernährungsgefäße vor, die aus den ersteren entspringen und sich in den Geweben dieser Gegend reichlich verteilen. Sie ernähren

außer dem Kiemendarm auch die Haut, die Muskulatur des Kopfes und der Kehlwand, das Gehirn und die Sinnesorgane des Kopfes. Zum Unterschiede von den Atmungsgefäßen sind hier außer den Arterien und Kapillaren auch Venen vorhanden.

a) Die Atmungsgefäße.

Bei jungen Fischembryonen zirkuliert das Blut dieses Systems in den breiten dünnwandigen Gefäßstämmen des Truncus arteriosus, der Aorta und den primären Gefäßbogen (Aortenbogen). Die letzteren verlaufen in jedem Kiemebogen als kontinuierliche Gefäße, welche das ventrale Längsgefäß direkt mit dem dorsalen verbinden. Aus einem solchen ursprünglichen Gefäß, der A. branchialis primitiva, entstehen während der weiteren Entwicklung die zu- und abführenden Gefäße der Kiemebogen: die Aa. branchiales afferentes und efferentes. Noch später treten die Arterien und Kapillaren der Kiemenblätter auf.

Die Umbildung des ursprünglichen Gefäßbogens spielt sich folgendermaßen ab. In der Richtung der Anlagen der Kiemenblätter wachsen von den Arterien kleine Gefäße aus, die, eine Schlinge umschreibend, in die Nähe ihres Ausgangspunktes zurückkehren. Feine Anastomosen verbinden die Gipfel der Schlingen untereinander und bilden ein Kapillarnetz, aus welchem ein oder zwei dem ursprünglichen Gefäßbogen parallele Gefäße entstehen (Moroff). Durch das entsprechende Verwachsen der neuen mit alten Gefäßen und durch das Obliterieren bestimmter Abschnitte derselben entstehen die definitiven Aa. branchiales aff. und eff. (Goette, Maurer, Legros, Dohrn, Sewertzoff; siehe auch 2. Buch, Teil 1, S. 726/27, Fig. 622).

α) Truncus arteriosus.

Der Truncus arteriosus (Aorta ventralis, Aorta branchialis ventralis) stellt sich als eine röhrenförmige kraniale Verlängerung des vordersten Herzabschnittes, des Conus arteriosus dar. Bei Elasmobranchiern und Dipnoern (Fig. 3A, D) gehen die erwähnten Gebilde allmählich ineinander über, so daß eine äußerlich sichtbare Grenze zwischen ihnen nicht existiert. Bei Teleostern scheidet sich dieses Gefäß deutlich durch die Anschwellung (Fig. 3C), den Bulbus arteriosus, vom Herzen ab. Der Bulbus arteriosus der Ganoiden ist, wenn überhaupt, nur schwach angedeutet. Die Wand des Truncus enthält eine starke Schicht von glatter Muskulatur, die ihn von den gestreiften Muskeln der Herzwand sicher unterscheiden läßt.

Die lange Röhre des Truncus arteriosus verjüngt sich allmählich nach vorn, was mit dem Entspringen der Kiemebogenarterien im Zusammenhang steht. Ganz vorne gabelt er sich (1, 3A, B, C) in zwei Gefäßbogen, die die Wurzeln ihrer kranialsten Zweige bilden. Bei Dipnoern, deren Kiemebogenarterien dicht nebeneinander vom Truncus arteriosus entspringen, ist die Länge des letzteren nur unbedeutend. Ähnliches wird von *Gymnarchus* (Förg & Duvernoy) berichtet.

Der Bulbus arteriosus läßt sich schon bei *Amia* (Fig. 7C, ba) und *Acipenser* in Gestalt einer leichten Ausbuchtung im Anfangsstück des Truncus arteriosus auffinden (Boas, Pogonowska). Bei Teleostern nimmt er eine zwiebel- oder flaschenähnliche Gestalt (Fig. 3C, 6B, 7D, E, F) an (Favaro). Seine Wände bestehen hauptsächlich aus glatten Muskelzellen (Leydig), die mit elastischen Fasern reichlich umflochten sind (Hoyer). Die Muskelzellen der äußeren kompakten Schicht verlaufen

ringförmig, die der inneren mehr oder weniger kavernen longitudinal (Hoyer, Pogonowska). Die Tiefe der Kavernen bzw. die Stärke der Muskeltrabekeln variiert sogar bei systematisch nahe stehenden Fischarten. Schöttle findet unter den wasser-, schlamm- und landlebenden *Gobiiformes* Exemplare mit verschiedenartig ausgebautem Bulbus und zwar solche mit kaum angedeuteten Trabekeln bis zu Formen mit enorm entfalten Septen. Die Ausbildung der Septen läßt sich jedoch mit der Atmungsweise der betreffenden Fische nicht in Zusammenhang bringen. Die Septen der Bulbuswand bei *Paralepsis* und *Saurus* ordnen sich regelmäßig radiär an (Favaro).

β) Aa. branchiales afferentes.

Die Kiemenbogenarterien entspringen symmetrisch an den Seiten des Truncus arteriosus und richten sich nach oben, wo sie in der Rinne des konvexen Randes der Kiemenbögen verlaufen. Ihr Durchmesser verkleinert sich allmählich beim Passieren des Kiemenbogens, so daß sie sich dorsal in Kapillaren auflösen. Nur bei *Chlamydoselachus* verbinden die longitudinal verlaufenden Anastomosen die dorsalen Enden jener oberhalb der Kiemenpalten. Ähnliche Kommissuren kommen auch unterhalb der Kiemenpalten vor, infolgedessen bilden die zuführenden Kiemenbogenarterien einen geschlossenen Gefäßring um die Kiemenpalte herum (Allis). Die Zahl der Arterien ist bei den großen Fischgruppen ziemlich konstant, ihre Ursprungsweise variiert jedoch beträchtlich. Die meisten Elasmobranchier und Ganoiden besitzen 5, die Teleosteer 4, Dipnoer 4—5 Paare von Kiemenbogenarterien. Ihre Zahl steigt bei *Hexanchus* auf 6 und bei *Heptanchus* auf 7 Gefäßpaare. *Boleophthalmus viridis*, obzwar ein Teleosteer, besitzt fünf solcher Gefäße, was ihn von anderen Arten derselben Gattung unterscheidet (Schöttle). Bei *Diodon* und *Tetrodon* ist ihre Zahl auf 3 Paare reduziert, was mit der Zahl der Kiemen im Zusammenhange steht (Rosén).

Bei allen Fischen legen sich mit Ausnahme der *Notidanoidei* während der Entwicklung 6 Kiemenbogengefäße an. Die 2 vorderen entsprechen dem Mandibular bzw. dem Hyoidbogen, die übrigen den eigentlichen Kiemenbögen. Je nach dem Bogen, in dem sie verlaufen, werden sie als A. mandibularis aff., A. hyoidea aff. und Aa. branchiales aff. I—IV bezeichnet. Während der Entwicklung obliteriert bei allen Fischen die Verbindung der vordersten Kiemenbogenarterie mit dem Truncus arteriosus (Fig. 11, *Ama*), dasselbe kann auch bei der A. hyoidea aff. der Fall sein (Fig. 14 B, *Aha*).

Die Kiemenbogenarterien entspringen nur bei wenigen Fischen, wie *Heptanchus*, *Chimaera*, *Gadus*, *Anguilla*, *Monopterus*, *Gobius*, *Periophthalmus*, *Diodon*, *Tetrodon*, vom gut entwickelten Truncus arteriosus unabhängig voneinander, sonst sind sie in verschiedener Weise miteinander vereinigt. Bei Elasmobranchiern (Fig. 3A, 11E, 12, 16A) besitzen meistens die A. hyoidea aff. und A. branchialis aff. I einen gemeinsamen Ursprung. Zuweilen (*Mustelus*, *Squalus*) vereinigen sich auch die Wurzeln der zwei hintersten Arterien miteinander (Fig. 20A). Vom Truncus arteriosus der meisten Rochen entspringen auf jeder Seite je zwei Arterien, von denen die vordere sich in üblicher Weise in zwei Gefäße teilt, die hintere dagegen sich in die Aa. branchiales aff. II—IV aufspaltet (Hyrtl, Milne Edwards, Parker, Allis, Röse, Parker & Davies, Daniel).

Die zwei hinteren zuführenden Kiemenarterien derselben Körperseite haben bei den meisten Teleostern (*Salmo*, *Perca*, *Esox*, *Lopholatilus*, *Balistes*

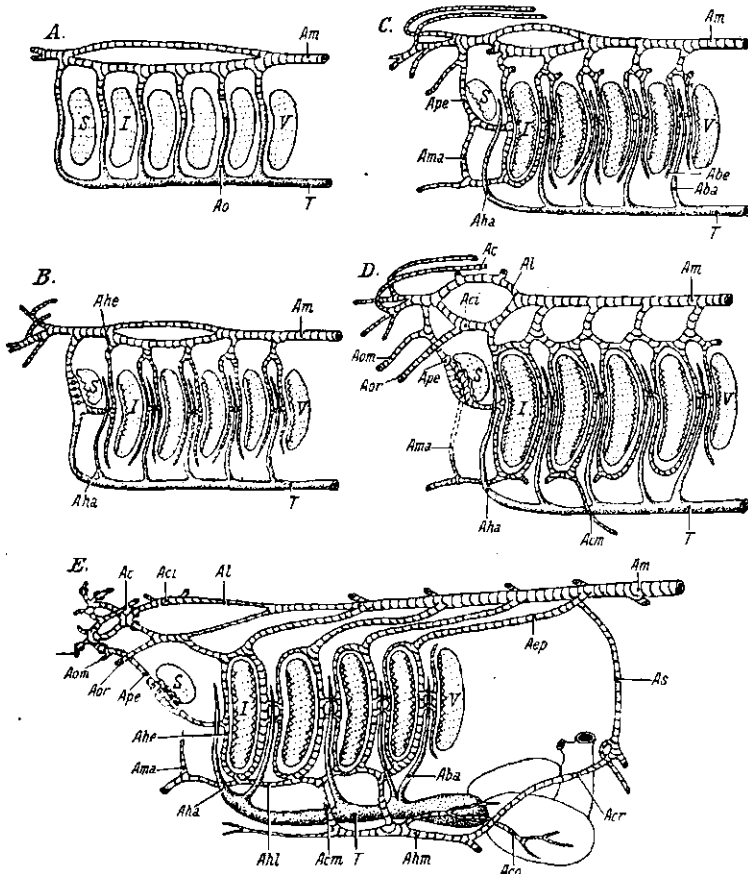


Fig. 11. Die Blutgefäße der Kiemengegend bei Elasmobranchiern. Lateralansicht A—D embryonale Entwicklung (aus Goodrich). E fertige Zustände bei *Mustelus antarcticus* (nach Parker zusammengestellt). *Aba* = A. branchialis aff. *Abe* = A. branchialis eff.; *Ac* = A. cerebralis; *Aco* = A. coronaria; *Aci* = A. carotis int.; *Acm* = A. commissuralis; *Acr* = A. coracoidea; *Aep* = A. epibranchialis; *Aha* = A. hyoidea aff.; *Ahe* = A. hyoidea eff.; *Ahl* = A. hypobranchialis lat. inter.; *Ahm* = A. hypobranchialis medialis; *Al* = Aorta lateralis; *Am* = Aorta medialis; *Ama* = A. mandibularis aff.; *Ao* = Aortenbogen; *Aom* = A. ophthalmica magna; *Aor* = A. orbitalis; *Ape* = A. pseudobranchialis eff.; *As* = A. subclavia; *S* = Pseudobranchie; *T* = Truncus arteriosus; *I—V* = Kiemen mit Kiemen.

Anabas) einen gemeinsamen Ursprung, die zwei vordersten (*Cyprinus*) nun selten. *Polyodon* ähnelt in dieser Beziehung dem *Mustelus*. Die drei hinterer

Aa. f
stam
und
kurze

arter
zieml
Verte
nach
vonei
von .
Hyo
Atm

einer
heißt
epibr
Haupt
eigen
lich,

finde
jeder
A. br
eine
des F
A. br
diese
bei I
bran
ist d
bran

gesch
Anast
zu zw
nähe
branc

mitte
zahlr
finder
Arter

Aa. branchiales aff. vereinigen sich bei *Polypterus* jederseits zu einem Wurzelstamm, bei *Amia* und *Lepidosteus* geht diese Verschmelzung noch weiter, und die erwähnten Gefäße der beiden Körperseiten entspringen aus einem kurzen, unpaarigen Stamme (Fig. 3 B, 14 A).

Die Entfernungen zwischen den Ursprungstellen der Kiemenbogenarterien bleiben bei primitiven Elasmobranchiern und vielen Teleostern ziemlich gleich. Im übrigen lassen sich alle denkbaren Kombinationen der Verteilung dieser Gefäße längs des Truncus arteriosus auffinden. Der Stärke nach unterscheiden sich die Kiemenbogenarterien desselben Tieres kaum voneinander. Eine Ausnahme davon bilden die Gefäße des Hyoidbogens von *Lepidosteus*, *Amia* und *Polyodon* (Allis), die infolge des Verhaltens der Hyoidkieme stark rückgebildet sind. Auch das Auftreten von akzessorischen Atnmungsorganen übt einen Einfluß auf die Stärke der einzelnen Arterien aus.

γ) Aa. branchiales efferentes.

Jede zuführende Kiemenbogenarterie wird im Bereiche der Kiemen von einem oder zwei abführenden Gefäßen begleitet, die Aa. branchiales eff. heißen. Außerhalb der Kiemen bilden ihre dorsalen Fortsätze, die als Aa. epibranchiales bezeichnet werden, die Wurzeln des dorsalen longitudinalen Hauptstammes. Das Verhalten der abführenden Gefäße im Bereiche der eigentlichen Kiemenbogen ist in den größeren Fischgruppen ziemlich einheitlich, im mandibularen und hyoidalen Bogen dagegen recht variabel.

Das am besten ausgebaute System der abführenden Kiemenbogensgefäße findet sich bei Elasmobranchiern (Fig. 11 E, 12 A, 20 A, *Abe*, *Aep*, *Ape*). In jedem Kiemenbogen verläuft in der Basis der beiden Hemibranchien je eine A. branchialis eff., die im Verhältnis zu der zuführenden Kiemenbogenarterie eine latero-dorsale Lage einhält. Diejenige, welche die vordere Hemibranchie des Kiemenbogens versorgt, heißt A. br. eff. anterior und diejenige der hinteren A. br. eff. posterior. Im Hyoidbogen kommt nur eine, und zwar die hintere dieser Arterien vor (Allis). Im ganzen sind also jederseits 13 solcher Arterien bei *Heptanchus*, 11 bei anderen *Notidanoidei* und 9 bei pentanchen Elasmobranchiern vorhanden. Von den beiden Aa. br. eff. desselben Kiemenbogens ist die vordere stärker als die hintere und nur sie allein setzt sich als A. epibranchialis gegen die Aorta fort.

Die abführenden Branchialarterien bilden um jede Kiemenspalte einen in sich geschlossenen Gefäßring, indem oberhalb und unterhalb jeder Kiemenspalte eine Anastomose die zwei Nachbargefäße verbindet. Es werden also zwei Arterien, die zu zwei Kiemenbögen gehören, und zwar die hintere des einen mit der vorderen des nächsten Bogens vereinigt. Da in der Hinterwand der letzten Kiemenspalte die Hemibranchie fehlt, ist dort der Gefäßring unvollständig (Fig. 11 E).

Im Bereiche eines Kiemenbogens anastomosieren die Aa. branchiales eff. vermittels nur einer (*Dasyatis*) oder mehrerer (die meisten Elasmobranchier) oder zahlreicher (*Heptanchus*) Kommissuren miteinander (Daniel). Diese Kommissuren finden sich in mittleren Partien der Kiemen. Eine dorsale Verbindung zwischen beiden Arterien desselben Kiemenbogens kommt nur bei *Chlamydoselachus* vor (Allis). Ent-

wicklungsgeschichtliche Untersuchungen haben bewiesen, daß es sich in diesem Falle um primitive Verhältnisse handelt. Es kommen nämlich ursprünglich bei allen untersuchten Elasmobranchierembryonen dorsale Kommissuren vor (Fig. 11 D), die während der weiteren Entwicklung obliterieren (Goette, Dohrn, Scammon, Sewertzoff).

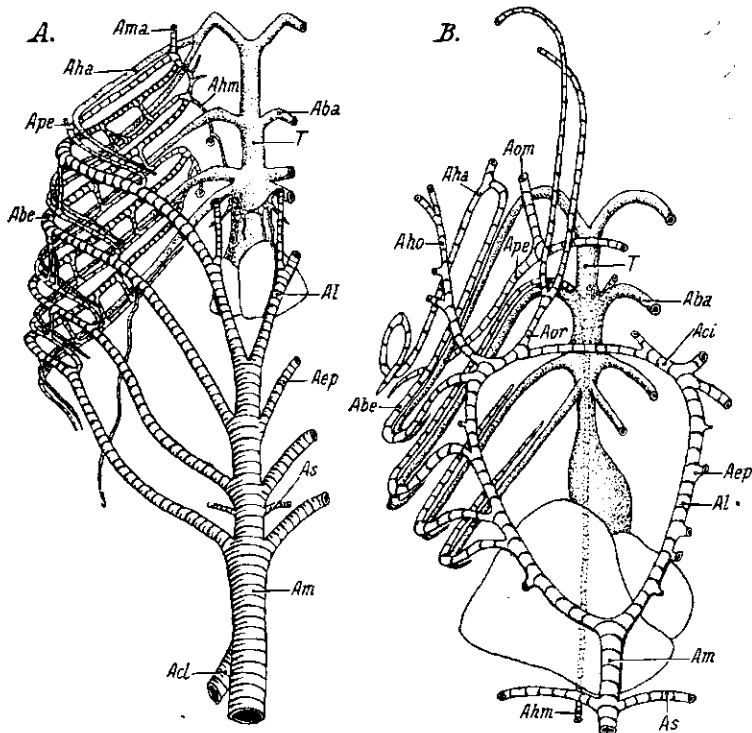


Fig. 12. Kiemenbogengefäße von der dorsalen Seite gesehen: *A Squalus sucklii* (nach Daniel). *B Gobius panizzae* (nach Schöttle). Die zuführenden Gefäße punktiert, die abführenden geringelt. *Aba* = A. branchialis aff.; *Abe* = A. branchialis eff.; *Acl* = A. coeliaca; *Aep* = A. epibranchialis; *Aha* = A. hyoidea aff.; *Ahm* = A. hypobranchialis med.; *Aho* = A. hyoopercularis; *Al* = Aorta lateralis; *Am* = Aorta medialis; *Ama* = A. mandibularis aff.; *Aom* = A. ophthalmica magna; *Aor* = A. orbitalis; *Ape* = A. pseudobranchialis eff.; *As* = A. subclavia; *T* = Truncus arteriosus.

Die diesbezüglichen Verhältnisse der Dipnoer kommen, von allen Fischen, denen der Elasmobranchier am nächsten. In den Kiemenbogen, die gut ausgebildete Kiemen tragen, kommen je zwei Aa. branchiales eff. vor (Fig. 13). Diejenigen dagegen, denen nur rudimentäre Kiemen aufsitzen, werden durch ein kontinuierliches Gefäß durchsetzt, welches den Truncus arteriosus mit der Aorta verbindet. *Ceratodus* besitzt also paarige Aa. br. eff. in allen Kiemenbögen, *Protopterus* nur in den zwei hinteren und *Lepidosiren*

in ke
Kier
Chlar
Ring
Rob

eine s
komm
ventr
verbi
des 2

nicht
meist
medi
nehm
sich
breit
Acip
diese
Silv

bran-
gang;
Oper
verla
Trun-
lung
und
mit
bald
Wur-
arter
vent
unte

dene
eine
der
bran-
also
Ihr
leite

in keinem. Bei *Ceratodus* verbinden die dorsalen Kommissuren oberhalb der Kiemenspalten und im Kiemenbogen selbst, die Aa. br. eff., genau so wie bei *Chlamydoselachus*. Da aber die ventralen Kommissuren fehlen, werden keine Ringgefäße um die Kiemenspalten herum gebildet (Spencer, Parker, Robertson, Kellicott, Goodrich).

Bei *Amia* liegen spezifische Verhältnisse vor. *Amia* besitzt in jedem Kiemenbogen eine starke A. br. eff. anterior, die sich in die Epibranchialarterie fortsetzt. Außerdem kommt in jedem eigentlichen Kiemenbogen je eine A. br. eff. posterior vor, die jedoch ventralwärts nicht so weit reicht wie die anderen (Fig. 14A, *Abe*). Ein Längsgefäß verbindet sie oberhalb der Kiemenspalten und öffnet sich in die Epibranchialarterie des 2. Kiemenbogens (Allis).

Bei anderen Fischen wird der die Kiemenspalten umgebende Gefäßring nicht einmal angedeutet (Fig. 12, 14B, *Abe*, *Aep*). Die Aa. br. eff. treten meistens als unpaarige Gefäße auf, die in der Mitte des Kiemenbogens medial zur A. br. aff. liegen und das Blut von beiden Hemibranchien aufnehmen. Das ventrale Ende der abführenden Kiemenbogenarterie gabelt sich schwach bei *Pomolobus*, *Lophius* und *Salmo* (Silvester). Die Gabelung breitet sich über die ventrale Hälfte der Kiemen bei *Polyodon* (Danforth), *Acipenser* (Sewertzoff) und *Lepidosteus* (Müller) aus. Verdoppelt sind diese Gefäße nur bei *Leptocephalus conger* und *Lopholatilus* (Fig. 17, *Abc*; Silvester).

δ) Die Gefäße des Mandibular- und Hyoidbogens.

Die Mandibular- und Hyoidbogen tragen bei Elasmobranchiern nur eine Hemibranchie an der oralen Wand des entsprechenden Kiemengangs, d. h. des Spritzlochgangs (Spirakular-, Spritzlochkieme, Pseudobranchie) und des I. Kiemenganges (Hyoid-Operkularkieme)*). Kranial zu den beiden Hemibranchien der Elasmobranchier verlaufen bei jungen Embryonen die primären Gefäßbögen (Aortenbogen), die den Truncus arteriosus direkt mit der Aorta verbinden. Während der weiteren Entwicklung entsteht in der oben beschriebenen Weise im Hyoidbogen die A. hyoidea aff. und eff. posterior. Unterhalb des Spritzloches tritt dieselbe durch eine Kommissur mit der zuführenden mandibularen Bogenarterie in Verbindung (Fig. 11A—D). Sobald dies geschehen ist, verbindet sich die ventrale Spitze der A. hyoidea eff. mit dem Wurzelabschnitt der A. mandibularis aff., was zur Abschnürung des definitiven Truncus arteriosus mit seinem kranialen Gebiete führt. Schließlich wird die Verbindung des ventralen Abschnittes der ursprünglichen A. mandibularis aff. mit der Spritzlochkieme unterbrochen (Dohrn, Allis, Sewertzoff, Shearer, Platt).

Bei erwachsenen Elasmobranchiern ähneln die Gefäße des Hyoidbogens denen der eigentlichen Kiemenbogen, d. h. es existiert eine A. hyoidea aff. und eine A. hyoidea eff. post. Im Mandibularbogen wurzelt der ventrale Abschnitt der ursprünglichen A. mandibularis aff. (A. hyoidea, hyomandibularis, pseudobranchialis, thyreospiracularis, spiracularis aff.) in der A. hyoidea eff., erhält also sauerstoffhaltiges Blut und speist mit demselben die Mandibulargegend. Ihr dorsaler Abschnitt, die A. pseudobranchialis eff. (Fig. 11, *Amu*, *Ape*) leitet das Blut der Spritzlochkieme der A. carotis interna zu. Ein sekundäres

*) Näheres über den Bau dieser Kiemen s. Teil 1, S. 716, 727—735.

Gefäß (A. pseudobr. aff. secund.), die frühere Kommissur, führt das arterielle Blut von der A. hyoidea eff. (A. opercularis eff.) in die Pseudobranchie (Hyrtl, Parker, Carazzi, O'Donoghue, Daniel, Goodrich, Marples, Corrington). (S. auch Teil I S. 717.)

Obwohl erwachsene Seekatzen (*Holocephalia*) kein Spritzloch und keine mit ihm verbundene Kieme besitzen, kommen bei ihnen ähnlich wie bei Selachiern verlaufende Gefäße vor. Sie bilden jedoch einen kontinuierlichen Stamm, dessen Verlauf von keinem Kapillarnetz unterbrochen wird.

Eine enorme Entwicklung der Blutgefäße charakterisiert diese Körpergegend bei *Lamna cornubica*. Die A. pseudobranchialis aff. secund. entspringt genau so wie bei anderen Selachiern. Nach kurzem Verlaufe vergrößert sich ihr Durchmesser zum mindesten um das Vierfache. In der reduzierten Spritzlochkieme bildet sie einige Schlingen und setzt sich als eine starke A. pseudobr. eff., zahlreiche Windungen ausführend bis zur Orbita fort. Dasselbst entwickelt sie sich zu einem flachen Wundernetz, dessen Sammelgefäß hinter dem Sehnerven in die Schädelhöhle dringt und sich mit der A. carotis int. vereinigt.

Auch andere Selachier mit teilweise oder gänzlich reduziertem Spritzloche und seiner Kieme weisen ähnliche Modifikationen der Gefäßanordnung auf, wobei sich eine progressive Formenreihe aufstellen läßt, die mit schwach gewundenen Arterien bei *Galeus vulgaris* anfängt und sich über *Zygaena malleus*, *Selache maxima*, *Carcharias glaucus*, *Alopias vulpes* den komplizierten Verhältnissen von *Lamna* nähert (Müller, Trois, Virchow, Carazzi, Hyrtl, Burne). Die in dieser Weise ausgebildeten Gefäße sollen entweder den Blutdruck erniedrigen (Müller, Carazzi) oder als Blutbehälter dienen (Burne).

Andere Fische weisen der verschiedenartigen Ausbildung der zwei ersten Hemi-branchien gemäß eine große Variabilität in der Anordnung ihrer Gefäße auf. Von den embryonalen Gefäßen, die sich in ähnlicher Weise wie bei den Elasmobranchiern anlegen (Rathke, Dohrn, Hoyer & Michalski, Robertson, Ballantyne, Taylor, Shearer, Kryżanowski, Ostroumoff), bleiben am vollkommensten diejenigen von *Acipenser* erhalten und gleichen dem Entwicklungsstadium „C“ (Fig. 11C und Teil 1. 626B) der Selachier (Ostroumoff, Müller, Virchow, Stork). Die Operkularkiemen von *Polyodon* sind gänzlich rückgebildet. Infolgedessen sind auch die Gefäße des Hyoidbogens und die A. pseudobranchialis aff. sec. nur sehr schwach entwickelt oder sogar bei alten Exemplaren gänzlich obliteriert (Danforth, Allis). Im übrigen gleicht die Gefäßverteilung dieser Gegend der von *Acipenser*.

Lepidosteus unterscheidet sich von *Acipenser* durch die Rückbildung der A. hyoidea eff. Deshalb verlagert sich die Ursprungstelle der zuführenden Mandibularbogenarterie mehr nach rückwärts bis zur A. branchialis eff. I (Müller, Hochstetter).

Die Blutgefäße dieser Gegend charakterisiert bei *Amia* ein Gefäß, das vom Circulus cephalicus direkt zur Pseudobranchie gelangt (Fig. 11A), sonst ähnelt die Verteilung der Gefäße den Verhältnissen bei *Mustelus*. Diese Tatsache findet ihre Erklärung in der schwachen Ausbildung der Gefäße des kiemenlosen Hyoidbogens, von welchem kein Verbindungsgefäß zu der Pseudobranchie gelangt (Allis, Shearer, Wright).

Polypterus, dem sowohl die Operkularkieme wie die Pseudobranchie fehlen, besitzt im Hyoidbogen ein kontinuierliches, vom Truncus arteriosus bis zur Aorta reichendes Gefäß. Im Mandibularbogen persistiert bei ihm nur der obere Teil des Bogengefäßes, der in der A. carotis int. außerhalb des Schädels wurzelt (Budgett, Hyrtl, Allis, Müller).

Lepidosiren besitzt nur schwache Überreste der Gefäße des Hyoidbogens (Robertson). Bei *Protopterus* bestehen sie aus den gut entwickelten A. hyoidea aff. und eff. Dem *Ceratodus* fehlt die zuführende Arterie; die ausführende verbindet sich oberhalb

und in
Weise
der Ge-
denen

I

bei al

A. br

dorsal

auch

Da j

kieme

rudim

Hyoic

geord

wahrs

ihr d

der B

culari

Ahy)

I

bular

Pseuc

schic

komr

branc

dorsa

führe

rie d

tralei

Pseu

zige

(A. I

erreik

(Fig.

(Cyp

roide

Stor

Pseu

vom

(Lota

Lima

lich

erreicht: Typus „Esox“ nach Allis (*Cirrhinus*, *Calla* — Mitra & Gosh, *Polyacanthus* — Kryżanowski, *Boleophthalmus viridis* — Schöttle).

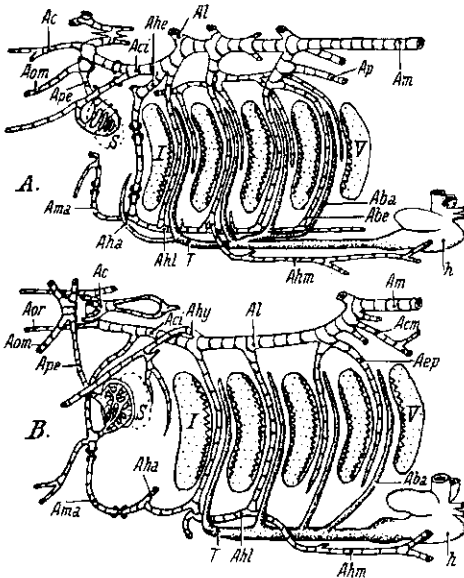


Fig. 14. Gefäße der Kiemengegend. *A* *Amia calva*; *B* *Gadus aeglefinus*. *Aba* = A. branchialis aff.; *Abe* = A. branchialis eff.; *Ac* = A. cerebralis; *Aci* = A. carotis int.; *Acm* = A. coeliao-mesenterica; *Aep* = A. epibranchialis; *Aha* = A. hyoidea aff.; *Ahe* = A. hyoidea eff.; *Ahl* = A. hypobranchialis lat. inter.; *Ahm* = A. hypobranchialis med.; *Ahy* = A. hypopercularis; *Al* = Aorta lateralis; *Am* = Aorta med.; *Ama* = A. mandibularis aff.; *Aom* = A. ophthalmica mag.; *Aor* = A. orbitalis; *Ap* = A. pulmonalis; *Ape* = A. pseudobranchialis, eff.; *h* = Herz; *S* = Pseudobranchie; *T* = Truncus arteriosus; *I—V* = Kiemenpalten mit den Kiemen. Nach Allis und Goodrich.

stehen, vor. Ihre Gefäße werden in den Kiemenkreislauf eingeschaltet, was manchmal zur gänzlichen Umstimmung der Kiemenbogegefäße führt, so daß sie das arterialisierete Blut direkt in die Venen anstatt der Aorta zuführen. Eine ausführliche Beschreibung dieser Atmungsorgane und ihrer Gefäße gibt Rauther in Teil 1, S. 736—749 (Physiologie ebenda S. 869—879).

*) Näheres über Kiemengefäße s. Teil 1, S. 712—713, über Corpora cavernosa 717—718.

Mit den Kiemenbogegefäßen (Fig. 15) stehen die Gefäße der Kiemenblätter (A. laminae branchialis aff. und eff.) in Verbindung. Sie verteilen sich reichlich in den Kiemenfalten (Müller, Hyrtl, Dröschner, Rieß, Goette, Danforth, Daniel, Silvester, Severtzoff, Schöttle). Bei Elasmobranchiern und Acipenseroiden existieren in den Kiemenblättern die kavernen Körper (Dröschner, Granel, Vialli, Comini, Meyruelis, Acrivo*).

Bei mehreren Vertretern der Teleostomen kommen verschiedene akzessorische Atmungsorgane, die im Zusammenhange mit der Kiemenhöhle

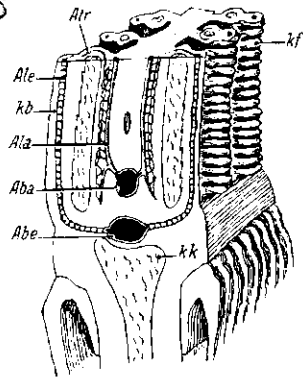


Fig. 15. Kiemengefäße von *Polyodon spathula*. *Aba* = A. branchialis aff.; *Abe* = A. branchialis eff.; *Ala* = A. laminae branchialis eff.; *Atr* = A. transversalis; *kb* = Kiemenblatt; *kf* = Kiemenfältchen; *kk* = Knorpelskelet der Kiemen.

Nach Danforth.

Le
noch vi
meister
bogens
entwick
cardial
es sich
Arterie
sich of

D
führer
weben
entspr
vonein
das al
entspr
des h

I
Querf
Zu di
comr
oben
zu de
verlau
Vv. j

I
Ahl
schni
Berei
große
selbe
gefäß
Arter
Arter
sie je
der I
sie g
Ferg
medi
B

Lamna cornubica, deren Pseudobranchialgefäße oben beschrieben wurden, weist noch viele andere Besonderheiten in der Anordnung der Kiemengefäße auf. Was am meisten auffällt ist der Umstand, daß die Aorta nur sehr wenig Blut von den Kiemenbogengefäßen erhält. Die Mehrheit des oxydierten Blutes gelangt dorsal in die mächtig entwickelte dritte A. nutritia branchialis und ventral in die ebenso starken Aa. pericardiales. Die erstere leitet das Blut direkt der A. cutanea lateralis zu, aus welcher es sich in die unipolaren Wundernetze der Rumpfmuskulatur ergießt. Die perikardialen Arterien führen ihren Anteil an Oxyblut dem umfangreichen Wundernetze zu, welches sich oberhalb der Leber ausbreitet (Müller, Burne).

b) Die Ernährungsgefäße.

Die nutritiven Arterien der Kiemengegend entspringen aus den abführenden Kiemenbogengefäßen, verästeln sich in den sie umgebenden Geweben resp. Organen und gehen durch Vermittlung der Kapillaren in die entsprechenden Venen über. Die nutritiven Gefäße lassen sich in zwei gut voneinander abgrenzbare Systeme einteilen. Das eine versorgt die unterhalb, das andere die oberhalb der Kiemen liegenden Organe. Beide ernähren die entsprechenden Abschnitte der Kiemenbogen. Sie werden mit dem Namen des hypo- und epibranchialen Systems belegt.

α) Das hypobranchiale Gefäßsystem.

Die Hauptarterien dieses Systems bestehen aus mehreren Längs- und Quergefäßen, die in den ventralen Abschnitten der Aa. branchiales eff. wurzeln. Zu diesen gehören die A. hypobranchialis lateralis und medialis und die Aa. commissurales. Von den Hauptarterien entspringen Seitenäste, die nach oben zu den Kiemen, nach vorn zur Schilddrüse und Mandibel, nach hinten zu dem Herz, dem Herzbeutel, zu den Brustflossen und zum Oesophagus verlaufen. Die Venen des hypobranchialen Gefäßsystems bestehen aus der Vv. jugulares inf. und ihren Ästen.

Arterien.

Die A. hypobranchialis lateralis besteht bei Elasmobranchiern (Fig. 11 E, Ahl) aus einer Reihe von Längsanastomosen zwischen den ventralen Abschnitten der die Kiemengänge umfassenden Gefäßbrünge und läßt sich im Bereiche der I.—VI Kiemenspalte feststellen. Ihre Ausdehnung variiert in großem Umfange bei verschiedenen Arten, ist aber auch bei Individuen derselben Art nicht immer konstant. So kann z. B. die Kontinuität des Längsgefäßes im Bereiche eines Kiemenbogens unterbrochen werden, oder die linke Arterie gleicht nicht der rechten. Am beständigsten sind hypobranchiale Arterien in der Gegend des II.—III. Kiemenbogens. Bei *Heptanchus* reicht sie jederseits von der II. bis zur V. oder VI. Kiemenspalte, bei *Mustelus* von der I.—IV., bei *Carcharias* von der I.—V., bei *Dasyatis* und *Squatina* fehlt sie gänzlich (Hyrtl, Parker, Parker & Davis, Carazzi, Daniel, Ferguson, Marples). Allis weist darauf hin, daß die Hypobranchialarterie medial von den zuführenden Kiemenbogengefäßen (*Heptanchus*) oder lateral

von ihnen (*Raja*) liegen kann; bei *Chlamydoselachus* kommen beide, die äußere und innere Arterie vor (A. hypobr. later. externa und interna).

Die A. hypobranchialis medialis (Fig. 3A, 11, E, 16A, 20A, *Ahm*, *Acm*) tritt als ein paariges oder einfaches Gefäß in der Mittellinie der Bauchseite der Kiemengegend auf, wo sie ventral vom Truncus arteriosus und ihm parallel verläuft. Die paarigen Hypobranchialarterien stehen vermittels kurzer Anasto-

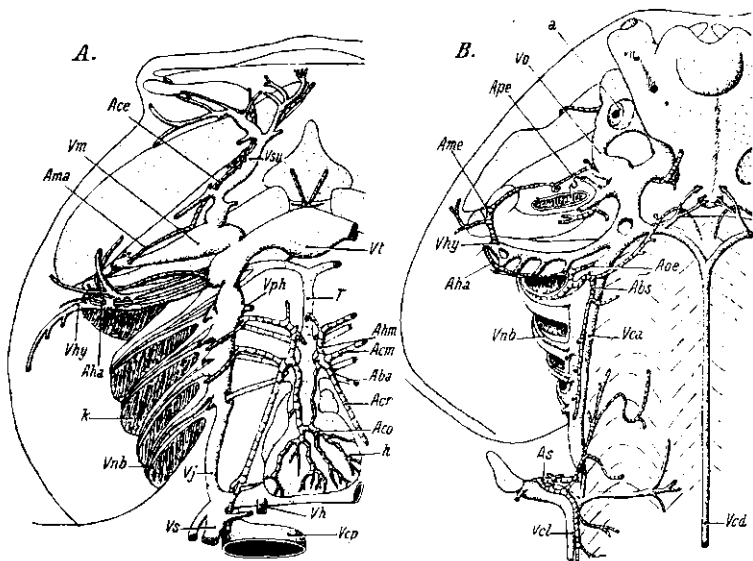


Fig. 16. Die Ernährungsgefäße der Kiemengegend bei *Squatina squatina*. A das hypobranchiale; B das epibranchiale Gefäßsystem. a = Auge; *Aba* = A. branchialis aff.; *Abs* = A. branchialis superf.; *Ace* = A. carotis ext.; *Acm* = A. commissuralis; *Aco* = A. coronaria; *Acr* = A. coracoidea; *Aha* = A. hyoidea aff.; *Ahm* = A. hypobranchialis med.; *Ama* = A. mandibularis aff.; *Ame* = A. pseudobranchialis aff.; *Aoe* = A. epibranchialis; *Ape* = A. pseudobranchialis eff.; *As* = A. subclavia; *h* = Herz; *k* = Kiemen; *S* = Pseudobranchie; *T* = Truncus arteriosus; *Vca* = V. (S.) cardinalis ant.; *Vcd* = V. cutanea dorsalis; *Vcl* = V. cutanea lat.; *Vcp* = V. (S.) cardinalis post.; *Vh* = V. hepatica; *Vhy* = V. (S.) hyoidea; *Vj* = V. (S.) jugularis inf.; *Vm* = V. (S.) mandibularis; *Vnb* = V. nutritia branchialis; *Vo* = V. (S.) orbitalis; *Vph* = V. pharyngea ventralis; *Vs* = V. subclavia; *Vsu* = V. submental; *Vt* = V. thyreoidea; Skelettelemente spärlich punktiert. Nach Marples.

mosen miteinander in Verbindung. Allis glaubt, daß sie den äußeren Aa. hypobranchiales lat. entsprechen, die nur tief nach unten verlagert wurden. Einige (1—3) Kommissuren (Aa. commissurales) verbinden sie jederseits mit der inneren Hypobranchialarterie, bzw. mit den Gefäßringen direkt. Sie folgen in ihrem Verlaufe dem kranialen Rand der A. br. aff. II, III und IV (*Squalus*, *Scyllium*, *Zygaena*), bei *Heptanchus* noch dem der I (Hyrtl, Allis, Daniel, Parker & Davis, Parker, Marples, Ferguson, O'Donoghue, Corrington).

D
lat. sel.
Urspru
die Mu
Di
und H
(Hyrtl
mandil
den ül
selbst
nicht
V L
mannig
les me
gehöre
(Fig.
Beस्प
den H
Abescl
bieten
Zwisch
sich r
Park
E
dense
(Fig.
zur R
sich n
des T
sind
komm
Auße
lis la
Gadu
Park
die di
die K
den A
(Loph
der B
ständ
Schö
einig
sie si
zu un

Die *Aa. nutritiae branchiales* entspringen entweder aus der *A. hypobranchialis lat. selbst* oder, und zwar öfters, aus Gefäßbringen der Kiemenspalten, unweit von der Ursprungstelle der Hypobranchialarterie. Sie verlaufen in den Kiemensbögen, wo sie die Muskeln und Kiemen mit Blut versorgen (Hyrtl, Allis, Daniel, Carazzi).

Die kraniale Verlängerung der *A. hypobranchialis medialis* erreicht bei *Zygaena* und *Hexanchus* die Schilddrüse sowie die angrenzenden hypobranchialen Muskeln (Hyrtl, Keys). Bei *Raja radiata* (Allis) geht die Hypobranchialarterie in die *A. mandibularis aff.* über, von welcher auch die oben erwähnten Zweige entspringen. Bei den übrigen Elasmobranchiern versorgt die *A. mandibularis aff.* (Fig. 11E, *Amia*) selbst die Schilddrüse und die Muskeln ihrer Gegend, weil die Hypobranchialarterie nicht so weit nach vorn reicht (Hyrtl, Allis, Carazzi, Daniel, Ferguson).

Die kaudalen Zweige der hypobranchialen Gefäße sind sehr zahlreich und sind mannigfaltig angeordnet. Sie können als kaudale Fortsetzungen der *Aa. hypobranchiales med.* oder auch als Seitenäste der *Aa. commissurales* auftreten. Zu den wichtigsten gehören die *Aa. coronariae ant. und post.*, die *A. pericardialis* und *A. coracoidea* (Fig. 11E, 16A, 20A, *Acr.*, *Aco.*). Die Koronargefäße wurden bereits bei der Besprechung des Herzens berücksichtigt. Die *Aa. pericardiales* wenden sich auf den Herzbeutel und können mit ihren Endästen den Oesophagus und den dorsalen Abschnitt des Magens erreichen. Die größte Mannigfaltigkeit ihrer Ursprungsgebiete bieten *Aa. coracoidea* dar. Sie sind auch die stärksten Stämme dieser Gefäßgruppe. Zwischen der Brustmuskulatur verlaufend richten sie sich der Brustflosse zu und setzen sich mit der *A. subclavia* und der *A. epigastrica* in Verbindung (Hyrtl, Carazzi, Parker & Davis, Daniel, Keys).

Bei anderen Fischen besteht das hypobranchiale Arteriensystem aus denselben Bestandteilen, also aus den *Aa. commissurales* und *hypobranchiales* (Fig. 3C, 12B, 14 *Acm.*, *Ahm.*, *Ahl.*). Im allgemeinen läßt sich jedoch eine Tendenz zur Reduktion dieser Gefäße feststellen. Bei den meisten Teleosteen setzen sich nur die *Aa. bran. eff. II* in die *Aa. commissurales* fort, die sich unterhalb des Truncus arteriosus in der *A. hypobranchialis medialis* vereinigen. Doch sind Arten bekannt, bei welchen zwei, sogar drei Kommissuralarterien vorkommen (*Cirrhinus*, *Catla*, *Gadus*, *Lopholatilus*, *Microgadus*, *Amia*, *Polyodon*). Außer der medialen Hypobranchialarterie kommt auch eine *A. hypobranchialis lat. exter.* (*Orthogoriscus*) und *A. hyp. lat. inter.* (*Lopholatilus*, *Amia*, *Gadus*, *Polyodon*) vor (Allis, Danforth, Silvester, Mitra & Ghosh, Parker).

Wie bei den Elasmobranchiern kommen auch bei Teleosteen solche Äste vor, die die Kiemen, die Schilddrüse und das Herz ernähren. Nur bei *Polyodon* entspringt die Koronararterie aus der *A. branch. eff. IV* selbst. Eine direkte Verbindung zwischen den Arterien des Hypobranchial- und des Subklaviasystems ist nur selten vorhanden (*Lopholatilus*). Die Hypobranchialarterie setzt sich gewöhnlich bis zu den Muskeln der Brustflosse fort, oder versorgt sogar, wenn die Bauchflosse wie bei *Gobius* brustständig ist, die Muskeln derselben (Allis, Danforth, Silvester, Mitra & Ghosh, Schöttle).

Venen.

Die paarigen *Vv. jugulares inf.* der Elasmobranchier beginnen mit einigen Ästen (*V. submentalis*) im Bereiche der Mandibeln, von dort richten sie sich, medial von den ventralen Enden der Kiemen liegend, gegen das Herz zu und münden in den Ductus Cuvieri ein. Einzelne Abschnitte dieser Venen

und ihrer Äste dehnen sich stark aus, so daß sie auch mit dem Namen Sinus belegt werden (Fig. 16A, 18B, 20A, *Vj*, *Vsu*).

Von der lateralen Seite erhalten die Jugularvenen von jedem Kiemenbogen je eine *V. nutritia branchialis*, die die zuführenden Kiemenbogenarterien von außen bedecken. In ähnlicher Weise münden in sie die Venen vom mandibularen und hyoidalen Bogen. Die *V. (S.) hyoidea* aller Fische und die *Vv. nutritiae bran. mancher (Soyllium, Squalina)* verlaufen in den Bögen dorsalwärts und kommunizieren mit den Venen des epibranchialen Systems (Fig. 16, 18B, *Vnb*, *Vhy*). Medial nehmen die Jugularvenen stärkere Gefäße von der Schilddrüse (Fig. 16A, *Vt*), Kehlmskulatur und der Haut auf. Die Gefäße der Muskulatur der Brust und der Brustflosse, die von den hypobranchialen Arterien versorgt werden, münden in die Venen des Subklaviasystems (Parker, Ferguson, O'Donoghue, Daniel, Marples).

Bei Dipnoern kommen zwei *Vv. jugulares i. vor* (Spencer, Robertson). Den Teleosteen ist nur eine unpaarige Jugularvene eigentümlich, die in der Mittellinie des Körpers zwischen *Truncus art.* und der Schlundmuskulatur verläuft (Fig. 18A, 20B, *Vj*). Kaudal mündet sie in den Sinus venosus vermittels zweier Arme (*Gobius*) oder öfters durch einen, welcher immer asymmetrisch sich an der Grenze des Sinus und des rechten Ductus Cuvieri öffnet. Ähnlich wie bei Elasmobranchiern münden die Venen der Brustflossen und der anliegenden Muskeln, außerdem die Venen der Schilddrüse, in das Subklaviasystem (Müller, Allis, Allen, Silvester, Schöttle, Das & Narain). Die Ganoiden besitzen in der Regel nur eine Jugularvene (*Polypterus*—Kerr), oder wenn zwei vorhanden sind (Fig. 3B, *Vj*), fließen ihre Wurzelabschnitte zu einem unpaarigen Stamm zusammen (*Lepidosteus*—Allen).

β) Das epibranchiale Gefäßsystem.

Die Grenze zwischen dem Atmungssystem und dem epibranchialen Ernährungssystem verläuft quer über die epibranchialen Arterien, welche das Blut von einem System dem anderen zuführen. In der Gegend der Pseudobranchie schneidet sie ihre ausführende Arterie in der Quere.

Zu den Hauptgefäßen des epibranchialen Gefäßsystems gehören die Aorta mit den Karotiden und die vorderen Kardinalvenen. Ihre Äste versorgen das dorsale Gebiet der Kiemen, das Gehirn, die Sinnesorgane und die Kopfmuskulatur.

Arterien.

Die Aorta liegt als unpaariges Gefäß in der Mittellinie des Körpers; nach vorn zu teilt sie sich in zwei Äste, die unterhalb der Schädelbasis auseinanderweichen und sich in die *Aa. carotides int. fortsetzen*. Es werden daher eine Aorta *medialis* und zwei Aortae *laterales* (*A. carotis commun.*) unterschieden. Ganz vorn unterhalb der Hypophyse können die Karotiden der beiden Körperseiten ineinander übergehen und auf diese Weise einen geschlossenen Gefäßring, der von Hyrtl *Circulus cephalicus* genannt wurde, bilden (Fig. 11E, 12, 14, 17, 20 *Am*, *Al*, *Ac*).

dorsal
Kieme
Öfters
meins:
I
bildun
Ridev
auf de
don —
Acipen
,,
münd
unterl

Fig. :
ansic
liaco-
medi

Parl
— F

den
eine
Alli

bran
Alli
Schl

(Lat.
Mic
Sch

die
arte

Lateral münden in die Längsarterien die Aa. epibranchiales, die die dorsale Verlängerung der Aa. branchiales eff. darstellen und in einer den Kiemenbögen entsprechenden Anzahl auftreten (Fig. 11E; 12, 14 Aep). Öfters vereinigen sich die dorsalen Abschnitte der 2—3 Gefäße zu einem gemeinsamen Stamm (*Raja* — Hyrtl).

Das Verhältnis der Epibranchialarterien zu den Längsarterien sowie die Ausbildung des Circulus cephalicus ist recht variabel. Es lassen sich in Anlehnung an Ridewood mehrere Typen der Anordnung dieser Gefäße aufstellen, die jedoch weder auf dem Wege einer phylogenetischen noch mechanischen Analyse gerechtfertigt sind.

„A“ — Die Längsarterien bilden keinen geschlossenen Circulus cephalicus (*Polyodon* — Danforth, *Polypterus*, *Amia*, *Ameiurus* — Allis, *Lepidosteus* — F. Müller, *Acipenser* — J. Müller).

„B“ — Der sehr kleine Circulus empfängt nur eine Epibranchialarterie, alle anderen münden in die Aorta medialis (Fig. 11E). Der vordere Verschluss des Ringes liegt unterhalb des Schädels oder in einem Kanal der Schädelbasis (*Selachii* — Hyrtl,

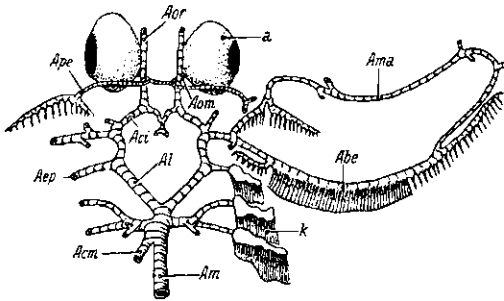


Fig. 17. Circulus cephalicus und Nebenäste bei *Lopholatilus chamaeleonticeps*. Dorsalansicht. *a* = Auge; *Abe* = A. branchialis eff.; *Aci* = A. carotis int.; *Acm* = A. celiacomesenterica; *Aep* = Epibranchialarterien; *Al* = Aorta lateralis; *Am* = Aorta medialis; *Ama* = A. mandibularis aff.; *Aom* = A. ophthalmica magna; *Aor* = A. orbitalis; *Ape* = A. pseudobranchialis eff.; *k* = Kiemen. Nach Silvester.

Parker, Allis, Goodrich, *Clupea*, *Engraulis*, *Balistes* — Ridewood, *Lactophrys* — Rosén, *Pomolobus* — Silvester, *Scomber* — Stannius).

„C“ — Die 2—3 ersten Arterien, die des Hyoidbogens mitgerechnet, erreichen den Circulus, alle anderen münden in die Aorta med. in der Weise, daß wenigstens eine von ihnen kaudal von den Wurzeln der A. subclavia liegt (*Raja*, *Torpedo* — Hyrtl, Allis, *Squatina* — Marples, *Leptocephalus* — Silvester).

„D“ — Im Gegensatz zu dem vorhergehenden Typus münden die hinteren Epibranchialarterien kranial von der A. subclavia (Fig. 17) in die mediane Aorta (*Chimaera* — Allis, *Lopholatilus*, *Myoxocephalus*, *Opsanus*, *Limanda* — Silvester, *Periophthalmus Schlosseri* — Schöttle).

„E“ — Alle Arterien nehmen an der Bildung des Circulus Anteil (Fig. 12B) (*Lota* — Müller, *Gadus* — Stannius, *Orthogoriscus* — Ridewood, *Spheroides*, *Microgadus* — Silvester, *Diodon* — Rosén, *Gobius*, *Periophthalmus vulgaris* — Schöttle).

Die Stelle, wo die vorderste Epibranchialarterie (bei Elasmobranchiern die des Hyoidbogens, bei Teleosteeiern die des ersten Kiemenbogens) die Längsarterie erreicht, kann als Grenze zwischen Aorta lateralis und A. carotis int.

betrachtet werden. Von dort wendet sich bei Elasmobranchiern die letztere gegen die Mitte des Chondrokraniums und dringt durch eine oder zwei Öffnungen in die Wand desselben ein. Die beiderseitigen Gefäße vereinigen sich daselbst vermittels einer Anastomose (Daniel — *Squatina*) miteinander oder sie fließen zu einem unpaarigen Stamm zusammen. Im Schädelinneren weichen die beiden Gefäße seitlich zum Gehirn auseinander (Fig. 11E, *Ac*, *Ac*). Jedes von denselben erhält noch ein Gefäß von der Pseudobranchie (*A. pseudo-branchialis* eff.). Diese Gefäße versorgen durch die *Aa. cerebrales* und die *A. optica* das Gehirn sowie die Augen. *A. optica* dringt in Begleitung des Sehnerven ins Innere des Auges.

Es kommen drei Gehirnarterien, die *A. cerebialis ant., med. und post.* vor (Fig. 19 *Ara, Arm, Arp*). Die vordere Gehirnarterie richtet sich längs des lateralen Randes des Prosencephalon nach vorn. Sie versorgt den Bulbus olfactorius sowie die dorsale Oberfläche der Gehirnhemisphären. Ein starker Ast erstreckt sich direkt bis zum Geruchsorgan (*Scyllium, Squatina*). Die *A. cerebialis med.*, die schwächste von den Gehirnarterien, ist eigentlich nur ein medialer Ast der vorderen Gehirnarterie. *A. cerebialis med.* verläuft oral von der Kreuzung der Sehnerven auf die ventrale Seite des Prosencephalon und weiter in dessen medialer Längsfurche nach vorn. Dabei können sich die beiderseitigen Gefäße zu einem Stamm vereinigen (*Scyllium*), oder sie behalten ihre Selbständigkeit oder lassen, in mehrere Äste aufgeteilt, sich von anderen Gefäßen nicht unterscheiden (Rochen. *Chimaera, Esor*).

Die stärkste Gehirnarterie, die *A. cerebialis posterior*, versorgt die übrigen Abschnitte des Gehirns und das Gehörorgan. Sie wendet sich von der Ursprungstelle gegen die Hypophysis; unterhalb oder kaudal von ihr vereinigen sich die beiderseitigen Gefäße zu einer unpaarigen *A. basilaris* (Fig. 19, *Ab*), die sich in die Längsarterie des Rückenmarks fortsetzt. Bei Formen, deren *A. cerebrales a.* und *p.* miteinander verbunden sind, entsteht ein geschlossener Gefäßring, der *Circulus Willisii* (Abbie, Kappers, Parker, O'Donoghue, Silvester, Schöttle).

Fische, denen die endokraniale Fortsetzung der *A. carotis int.* fehlt (*Chimaera*), besitzen Gehirnarterien, die aus der *A. pseudo-branchialis* eff. entspringen (Allis, Parker, Allen, Craigie).

An der Grenze zwischen der Aorta und *A. carotis int.* oder direkt von der letzteren entspringt bei Elasmobranchiern die *A. orbitalis* (*A. carotis facialis, carotis ext., carotis post., temporalis*). Meistens wird sie als *A. carotis ext.* betrachtet, aber Goodrich weist mit Recht darauf hin, daß der äußeren Karotis der Landwirbeltiere die Derivate der zuführenden Gefäße des Mandibularbogens, also diejenigen der Schilddrüse und der Mandibelgegend bei Fischen entsprechen (Fig. 16A, *Ace*). *A. orbitalis* gelangt in die Augenhöhle von hinten (Fig. 11E, *Acr*), durchquert sie unterhalb des Auges und teilt sich, nachdem sie ihren Vorderrand passiert hat, in die Muskelgefäße dieses Kopfabschnittes (*A. buccalis, rostralis, maxillonasalis*). In der Augenhöhle versorgt sie mehrere Augenmuskeln (Hyrtl, Carazzi, Parker, O'Donoghue, Daniel, Goodrich, Allis, Marples).

Bei den Teleosteen nimmt die Orbitalarterie (*A. carotis ex., orbitonasalis*) ihren Ursprung von der Karotis dort (Fig. 12B, 14B, *Aor*), wo sie medial gegen die Mitte der Schädelbasis umbiegt, also viel weiter kranialwärts als bei Elasmobranchiern; sonst hat sie einen identischen Verlauf und die gleiche Ausbreitung wie jene. Vom Wurzelabschnitte der *A. carotis int.* entspringt (Fig. 14B, *Ahy*) *A. hyoopercularis* (*A.*

caroti
Binde
(Silv

vor il
A. op
des A
thalu
ostee:
dobra
Schä
14B,
mit c
zu tr
den I
magr
Auge
chori
oidea
(Mül
koff
ostee
sitze
mica
ceph
Ame
optic
bran

Kier
nutr
Auß
mob
chia
.ibs)
bran
quer
der
läuf
lat.
gege
geal

des
wie
mit
Rie
erw
orb
unc

carotis ext., A. orbitalis). Ihre Äste versorgen die Muskulatur und das subkutane Bindegewebe der Operkulargegend, bei manchen Fischen auch die Pseudobranchie (Silvester, Allis, Allen, Schöttle).

Die Aa. pseudobranchiales eff. der Elasmobranchier entsenden extrakranial, also vor ihrer Mündung in die Karotiden, ein Gefäß (Fig. 11E, *Aom*) zur Augenwand, die A. ophthalmica magna (A. chorioidalis, orbitalis). Außerdem erreicht die Netzhaut des Auges ein Ast der intrakranialen Karotis, die A. optica (A. centralis retinae, ophthalmica, hyaloidea). Bei Teleostern vereinigen sich beide Pseudobranchialarterien unterhalb des Schädels miteinander (Fig. 12B, 14B, 17, 20B, *Ape*, *Aom*), ohne mit den Karotiden in Verbindung zu treten. Sie geben jede für sich den Ursprung der A. ophthalmica magna, die in der Chorioidea des Auges ein Wundernetz (Corpus chorioideale), unrichtig „Chorioidealdrüse“ genannt, bilden (Müller, Virchow, Tretjakoff, Romotti). Falls die Teleostee keine Pseudobranchie besitzen, entspringt die A. ophthalmica m. aus Ästen des Circulus cephalicus (*Silurus* - Müller, *Ameiurus* - Allis). Die A. optica ähnelt der der Elasmobranchier.

Den dorsalen Abschnitt des Kiemendarmes versorgen die Aa. nutritiae branchiales dorsales. Außerdem kommt bei den Elasmobranchiern auch eine A. branchialis superficialis vor, (Fig. 16B, *Abs*), die aus der ersten Epibranchialarterie entspringt und quer über die dorsalen Ursprünge der Kiemen nach rückwärts verläuft (*Squatina*). Von der Aorta lat. der Teleostee wendet sich gegen den Darm zu die A. pharyngealis (Schöttle).

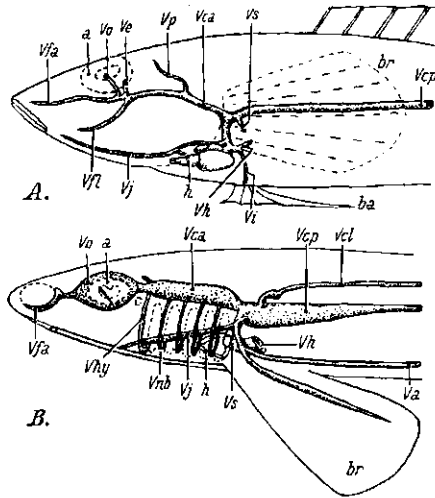


Fig. 18. Die Kopfvenen von: *A* *Gobius panizzae* (nach Schöttle zusammengestellt); *B* *Scyllium canicula* (nach O'Donoghue, nach Marples ergänzt). *a* = Auge; *ba* = Bauchflosse; *br* = Brustflosse; *h* = Herz; *Va* = V. epigastrica; *Vca* = V. (S.) cardinalis ant.; *Vcl* = V. cutanea lateralis; *Vcp* = V. (S.) cardinalis post.; *Ve* = V. encephalica; *Vfa* = V. facialis ant.; *Vfl* = V. facialis lat.; *Vh* = V. (S.) hepatica; *Vhy* = V. (S.) hyoidea; *Vi* = V. iliaca; *Vj* = V. (S.) jugularis inf.; *Vnb* = V. nutritia branchialis; *Vo* = V. (S.) orbitalis; *Vp* = V. postorbitalis; *Vs* = V. subclavia.

Venen.

Die Vv. cardinales ant. (Fig. 16B, 18, 20, *Vca*) bilden die Hauptvenen des epibranchialen Gefäßsystems. Bei Elasmobranchiern sind sie ähnlich wie die Jugularvenen sinusartig ausgedehnt. Sie beginnen mit zwei Ästen mit der V. facialis ant. und V. cerebralis ant. Die erste sammelt das Blut des Riechorgans, die andere das der zwei vorderen Abschnitte des Gehirns. Beide erwähnten Venen öffnen sich in den die Augenhöhle auskleidenden Sinus orbitalis (Fig. 16B, 18B, 20A, *Vfa*, *Vo*). Es existiert bei *Mustelus*, *Heptanchus* und *Scyllium* eine Anastomose, die die Wand des Chondrokraniums passiert

und beide Orbitalsinus verbindet. Am hinteren Rande der Augenhöhle entspringt vom Sinus die eigentliche V. cardinalis ant. Sie läuft oberhalb der Kiemen nach rückwärts, biegt in der Herzgegend nach unten um und mündet in den Ductus Cuvieri.

Dicht oberhalb dieser Vene befindet sich in der Kiemengegend bei *Heptanchus* ein Venensack (Sinus Danieli), der mit der Hauptvene vermittle segmentaler Anastomosen sich verbindet.

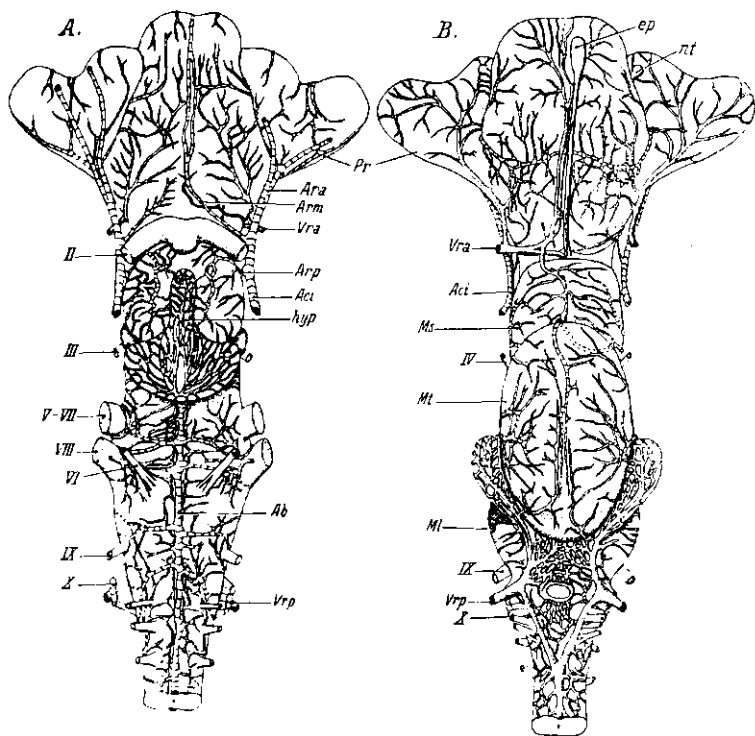


Fig. 19. Gehirngefäße des *Scyllium canicula*. A ventrale, B dorsale Seite. (Orig.)
 Ab = A. basilaris; Aci = A. carotis int.; Ara = A. cereb. ant.; Arm = A. cereb. medialis; Arp = A. cereb. posterior; ep = Epiphyse; hyp = Hypophyse; Mt = Myelencephalon; Ms = Mesencephalon; Pr = Prosencephalon; Vra = V. cereb. ant.; Vrp = V. cereb. poster.

Von jedem Kiemenbogen erhält die Kardinalvene eine V. nutritia branchialis (Fig. 16B, Vnb), die sie bei *Squatina* und *Scyllium* mit der Jugularvene verbindet. Im Hyoidbogen nimmt sie eine jenen entsprechende, aber stärkere, bei manchen Fischen doppelte (*Mustelus*, *Squatina*) V. hyoidea auf (Fig. 16B, 18B, Vhy). Dorsal kommuniziert die Kardinalvene mit den Hautgefäßen vermittle der V. supratemporalis. Weiter kaudalwärts nimmt sie die V. cereb. p. auf, die das Blut von den drei hinteren Gehirnabschnitten sammelt und den Schädel zusammen mit dem Nervus vagus verläßt (Fig. 19 Vrp) (Parker, O'Donoghue, Marples, Daniel, Tretjakoff, Rex).

Die Lichtung der Kardinalvenen der Teleosteer ist eng und weist nirgends einen sinusartigen Charakter auf. Ihr Ursprung und die Ausbreitung der Äste ähneln denen der Elasmobranchier. Die Kardinalvenen beginnen als *V. facialis ant.* (*V. nasalis*) in der Gegend der Nasenkapsel (Fig. 18A, *Vfa, Vca*), wenden sich in die Augenhöhle, deren Boden sie durchqueren und verlaufen in der dorsolateralen Wand der Mundrachenhöhle auf die Kopfniere zu. Sie dringen in dieselbe hinein und treffen dort mit der hinteren Kardinalvene zusammen.

Vom Auge, hauptsächlich vom Chorioidealorgan und den Augenmuskeln, erhält die Kardinalvene die *V. orbitalis*, welche oft ähnlich wie die Orbitalsinus der Elasmobranchier durch eine interorbitale Anastomose mit der gleichnamigen Vene der anderen Seite verbunden ist (*Lopholatilus*). Dicht an der Mündung dieser Vene (*Gobius*) oder zusammen mit ihr (*Lopholatilus*) ergießt sich in die Kardinalvene die *V. encephalica*, die das Blut des Gehirns sammelt. Bei *Boleophthalmus boddarti* vereinigen sich die *V. facialis ant.*, *V. orbitalis* und *V. encephalica* zu einem gemeinsamen Mündungsstücke (Fig. 18A, *Vo, Ve*).

Von außen ergießt sich in die Kardinalvene dieser Gegend die *V. facialis lat.* (*V. jugularis ext.*), die das Blut aus der Gegend des Mundwinkels sammelt (Fig. 18A, *Vfl*). Im Nierengebiet münden in die Kardinalvene mehrere Nierengefäße, außerdem die *V. pharyngealis* von den anliegenden Abschnitten des Kiemendarmes, die *V. thymica* und die *V. postorbitalis* (*V. opercularis*).

Die Gehirnvenen und ihre stärkeren Äste breiten sich hauptsächlich auf der dorsalen Oberfläche des Gehirns aus, obgleich auch auf seiner ventralen Seite schwächere Venen auftreten (Fig. 19, *Vra, Vrp*). Allen Fischen kommt eine *V. cerebralis p.* zu. *V. cerebralis ant.* legt sich bei allen Fischen an, obliertiert aber während der Entwicklung bei *Torpedo*, *Lepidosteus*, *Amia* und manchen Teleosteen (*Ophiodon*). Bei Teleosteen, *Polypterus* und bei Dipnoern kommt noch ein drittes Gefäß vor, die *V. cerebralis media*, die sich bei Dipnoern dem aboralen Rande des fünften Gehirnnerven, bei anderen Fischen dem oralen anschließt; somit wäre sie im ersten Falle eine richtige Medialvene, im zweiten eine falsche (Gelderer).

Literatur.

- Abbie, A. A., The Morphology of the Fore-brain Arteries, with Special Reference to the Evolution of Basal Ganglia. *J. Anat. London* 68, 1934. — Acrivis, C., Sur l'organisation et la structure du corps caverneux chez *Scyllium canicula*. *Bull. Hist. Appl.* 12, 1935. — Agassiz, L. & Vogt, C., Anatomie des salmones. *Mém. Soc. Nat. Neuchatel* 3, 1845. — Allen, W. F., Distribution of the Subcutaneous Vessels in the Head Region of the Ganoids, *Polyodon* and *Lepidosteus*. *Proc. Washington Acad.* 9, 1907. — Allis, E. P., The Pseudobranchial Circulation in *Amia calva*. *Zool. Jahrb. Anat.* 14, 1900. — Derselbe, The Pseudobranchial and Carotid Arteries in the Gnathostome Fishes. *Ebenda* 27, 1908. — Derselbe, The Pseudobranchial and Carotid Arteries in *Polypterus*. *Anat. Anz.* 33, 1908. — Derselbe, The Pseudobranchial and Carotid Arteries in *Ameiurus*. *Ebenda.* — Derselbe, The Pseudobranchial and Carotid Arteries in *Chlamydo-selachus anguineus*. *Ebenda* 39, 1911. — Derselbe, The Pseudobranchial and Carotid Arteries in *Polyodon spathula*. *Ebenda.* — Derselbe, The Branchial, Pseudobranchial and Carotid Arteries in *Heptanchus (Notidanus) cinereus*. *Ebenda* 41, 1912. — Der-

selbe, The Branchial, Pseudobranchial and Carotid Arteries in *Raja radiata*. Ebenda.
 — Derselbe, The Pseudobranchial and Carotid Arteries in *Esox*, *Salmo* and *Gadus*, together with a Description of the Arteries in the Adult *Amia*. Ebenda. — Derselbe, The Branchial, Pseudobranchial and Carotid Arteries in *Chimaera (Hydrolagus) collieri*. Ebenda 42, 1912. — d'Ancona, U., Sui fenomeni di circolazione che accompagnano l'ingrandimento dell'occhio nella maturità sessuale dell'anguilla. Boll. Soc. Eustachiana Camerino 7, 1929. — Assheton, R., The Development of *Gymnarchus niloticus*. Budgett Mem. Vol. Cambridge 1908. — Ayers, H., The Morphology of the Carotids Based on a Study of the Blood Vessels of *Chlamydoselachus anguineus* Garman. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard 17, 1889. — Baer, C. E., Über die Kiemen und Kiemengefäße in den Embryonen der Wirbeltiere. Meckel's Arch. 1827. — Bietrix, E., Quelques considérations sur les notions de lacune et d'endothelium en anatomie générale, à propos du réseau vasculaire branchial des poissons. C. R. Soc. Philomat. Paris 1895. — Budgett, J. S., On some Points in the Anatomy of *Polypterus*. Trans. Zool. Soc. London 15, 1901. — Burne, R. H., Some Peculiarities of the Blood-vascular System of the Porteagle Shark (*Lamna cornubica*). Phil. Trans. R. Soc. London 212, 1923. — Derselbe, Note on the Cerebral Arteries of the Angler Fish (*Lophius piscatorius*). Proc. Zool. Soc. London, 1925. — Busnifa, T., Contribution à l'étude anat. et histophysiol. du tube digestif chez *Misgurnus fossilis*. Bul. Soc. Stünite Cluj 2, 1925. — Carazzi, D., Del sistema arterioso di *Selache maxima* e di altri Squalidi (*Acanthias, vulgaris*, *Mustelus vulgaris*, *Scyllium catulus*, *S. canicula*, *Squatina vulgaris*) Anat. Anz. 26, 1905. — Comini, A., I corpi vasali delle branchie e pseudobranchie dei pesci. Publ. Staz. Zool. Napoli 8, 1927. — Corrington, J. D., Morphology of the Anterior Arteries of Sharks. Acta Zool. 11, 1930. — Craige, E. H., Notes on the Vascular Supply in the Brain of a Holocephalian *Hydrolagus (Chimaera) collieri*. J. Comp. Neur. 43, 1927; Anat. Rec. 36, 1927. — Derselbe, Vascularity in the Spinal Cord and Hind Brain of the Dogfish (*Squalus sucklii*). Anat. Rec. 35, 1927. — Derselbe, The Vascularity of Various Parts of the Central Nervous System of the Dogfish *Squalus sucklii*. J. Comp. Neur. 46, 1928. — Cunningham, J. T., A Treatise on the Common Sole (*Solea vulgaris*) Considered both as an Organism and as a Commodity. Plymouth 1890. — Daniel, J. F. & Bennett, L. H., Veins in the Roof of the Buccopharyngeal Cavity of *Squalus sucklii*. Univ. Califor. Publ. Zool. 37, 1931. — Das, B. K., The Bionomics of Certain Air-breathing Fishes of India, together with an Account of the Development of the Air-breathing Organs. Phil. Trans. R. Soc. London 216, 1927. — Das, R. S. & Narain, D., Notes on Certain Peculiarities in the Venous System of *Aorea sengkala* Syke and *Aorea aor* Ham Buch. Allahabad Univ. Stud. 6, 1929. — Demme, R., Das arterielle Gefäßsystem von *Acipenser ruthenus*. Wien 1860. — Dohrn, A., Studien zur Urgeschichte des Wirbeltierkörpers. IV. Die Entwicklung und Differenzierung der Kiemenbogen der Selachier. Mitt. Zool. Stat. Neapel 5, 1884. — Derselbe, VII. Entstehung und Differenzierung des Zungenbein- und Kieferapparates des Selachier. Ebenda 6, 1885. — Derselbe, XI. Spritzlochkieme der Selachier, Kiemendeckelkieme der Ganoiden, Pseudobranchie der Teleostier. Ebenda 7, 1886. — Derselbe, XV. Neue Grundlagen zur Beurteilung der Metamerie des Kopfes. Ebenda 9, 1889. — Döllinger, Über die Verteilung des Blutes in den Kiemen der Fische. Abh. Bair. Akad. 2, 1837. — Dröschner, Beiträge zur Kenntnis der histologischen Struktur der Kiemen der Plagiostomen. Arch. Naturg. 48, 1882. — Dubowik, J. A., Zur Frage des Blutgefäßsystems der Wirbeltiere. Z. Anat. Entw.gesch. 85, 1928. — Ferguson, J. S., The Anatomy of the Thyroid Gland of Elasmobranch with Remarks upon the Hypobranchial Circulation in these Fishes. Amer. J. Anat. 11, 1911. — Fischer, Über die außerordentlich feine Vertheilung der Blutgefäße in den Kiemen der Fische. Leipzig, Naturh. Fragm. 1, 1801. — Florentin, P., La vascularisation du corps thyroïde des poissons. C. R. Soc. Biol. Paris 96, 1927. — Fürg & Duvernoy, Remarques sur l'appareil pulmonaire du *Gymnarchus niloticus*. Ann. Sc. Natur. 20, 1853. — Gelderen, Ch., Die Morphologie der Sinus durae

matr.
und:
über
Berli
Gran
Paris
nier.
Anat
fische
der (c
— D
Verte
von
Mory
Akac
und
syste
Kien
selbe
C. U
P. A
logie
The
A. B
Calif
der
des v
— M
squa
Gefä
Arte
histo
Biol
rhin
Afri
Entw
F. V
und
gleich
Berl
ruth
On
1881
on a
sche
Kien
verg
dell'
Rela
Tele
bei
logie
Obs

matris. I. Die vergleichende Ontogenie der neurokraniellen Venen der Anamnier und Reptilien. Z. ges. Anat. I. 73, 1924. — **Derselbe**, Venensystem mit einem Anhang über den Dotter und Plazentarkreislauf. Bolk, Handb. vergl. Anat. Wirbeltiere 6, Berlin 1933. — **Goette, A.**, Über die Kiemen der Fische. Z. wiss. Zool. 69, 1901. — **Grael, F.**, Sur la branche de l'évent (pseudobranchie) des séléciens. C. R. Acad. Sci. Paris. 178, 1924. — **Greil, A.**, Über die Entwicklung des Truncus arteriosus der Anamnier. Verh. anat. Ges., 1903. — **Hafferl, A.**, Das Arteriensystem. Bolk, Handb. vergl. Anat. Wirbeltiere 6, Berlin 1933. — **Henninger**, Die Labyrinthorgane bei Labyrinthfischen. Zool. Jahrb. Anat. 25, 1907. — **Hofmann, M.**, Zur vergleichenden Anatomie der Gehirn- und Rückenmarkarterien der Vertebraten. Z. Morph. Anthrop. 2, 1900. — **Derselbe**, Zur vergleichenden Anatomie der Gehirn- und Rückenmarksvenen der Vertebraten. Ebenda 3, 1901. — **Hoyer, H. & Michalski, L.**, Das Lymphgefäßsystem von Forellenembryonen nebst Bemerkungen über die Verteilung der Blutgefäße. Morph. Jahrb. 51, 1920. — **Hyrtl, J.**, Über das Arteriensystem des *Lepidosteus*. Sitzber. Akad. Wien 8, 1852. — **Derselbe**, Über den Amphibienkreislauf vom *Amphipnous* und *Monopterus*. Denkschr. Akad. Wien 14, 1858. — **Derselbe**, Das arterielle Gefäßsystem der Rochen. Ebenda 15, 1858. — **Derselbe**, Über die Blutgefäße der äußeren Kiemendeckelkieme von *Polypterus Lapradei*. Sitzber. Akad. Wien. 60, 1870. — **Derselbe**, Die Kopfarterien der Haifische. Denkschr. Akad. Wien 32, 1872. — **Kappers, C. U. A.**, The Forbrain Arteries in Plagiostomes. Reptiles, Birds and Monotremes. P. Akad. Amsterdam 36, 1933. — **Kryżanowsky, S. G.**, Die Pseudobranchie (Morphologie u. biologische Bedeutung). Zool. Jahrb. Anat. 58, 1934. — **Kellicott, W. E.**, The Development of the Vascular System of *Ceratodus*. Anat. Anz. 26, 1905. — **Keys, A. B.**, The Derivatives of the Hypobranchial Arteries in *Hexanchus corinus*. Univ. Califor. Publ. Zool. 31, 1928. — **Kittlitz, A.**, Zur Entwicklung der Gefäße im Auge der Forelle. Anat. Heft. 32, 1906. — **Legros, R.**, Recherches sur l'appareil branchial des vertébrés. L'évolution des arcs aortiques des téléostéens. C. R. Ass. Anat., 1903. — **Marples, B. J.**, The Blood Vascular System of the Elasmobranch Fish *Squatina squatina* L. Trans. R. Soc. Edinburgh, 1936. — **Maurer, F.**, Die Kiemen und ihre Gefäße bei anuren und urodelen Amphibien und die Umbildung der beiden ersten Arterienbogen bei Teleosticr. Morph. Jahrb. 14, 1888. — **Meyruis, P.**, Remarques histologiques sur le tissu caverneux des branchies des elasmobranches. C. R. Soc. Biol. Paris 111, 1932. — **Mitra, B. & Ghosh, E.**, On the Hypobranchial Artery of *Cirrhinus mrigala* (H. B.) and *Calla calla* (H. B.) with Short Notes on their Heart and Afferent and Efferent Branchial Systems. Zool. Anz. 100, 1932. — **Moroff, T.**, Über die Entwicklung der Kiemen bei Knochenfischen. Arch. Mikr. Anat. 60, 1902. — **Müller, F. W.**, Über die Entwicklung und morphologische Bedeutung der „Pseudobranchie“ und ihrer Umgebung bei *Lepidosteus*. Arch. Mikr. Anat. 49, 1897. — **Müller, J.**, Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. III. Über das Gefäßsystem. Abhand. Akad. Berlin, 1839. — **Ostroumoff, A.**, Zur Entwicklungsgeschichte des Sterlets (*Acipenser ruthenus*). 4. Das Gefäßsystem des Kopfes. Zool. Anz. 32, 1907. — **Parker, T. J.**, On the Venous System of the Skate (*Raja nasuta*). Trans. New Zealand Inst. 13, 1881. — **Platt, B.**, A Contribution to the Morphology of the Vertebrate Head Based on a Study of *Acanthias vulgaris*. Anat. Anz. 6, 1891. — **Rauther, M.**, Die accessori-schen Atmungsorgane der Knochenfische. Erg. Fortschr. Zool. 2, 1910. — **Derselbe**, Kiemen der Anamnier — Kiemenderivate der Cyclostomen und Fische. Bolk, Handb. vergl. Anat. Wirbeltiere 3, Berlin 1937. — **Remotti, E.**, Contributo alla anatomia dell'occhio dei pesci. Publ. Staz. Zool. Napoli 8, 1927. — **Ridewood, W. G.**, On the Relations of the Efferent Branchial Blood-vessels to the „Circulus cephalicus“ in Teleostean Fishes. Proc. Zool. Soc. London 1899. — **Rieß**, Der Bau der Kiemenblätter bei den Knochenfischen. Arch. Naturg. 47, 1881. — **Rex, H.**, Beiträge zur Morphologie der Hirnvenen der Elasmobranchier. Morph. Jahrb. 17, 1891. — **Sabatier, A.**, Observations sur les transformations du système aortique dans la série des vertébrés.

Ann. Sc. Nat. 19, 1874. — Scammon, R. E., Normal Plates of the Development of *Squalus acanthias*. Keibels Normen tafeln 12, 1911. — Schöttle, E., Morphologie und Physiologie der Atmung bei wasser-, schlamm- und landlebenden Gobiiformes. Z. wiss. Zool. 140, 1931. — Sen, P., On the Branchiocephalic System of Blood-vessels, together with a Note on the Dorsal Aorta of a Common Indian Fresh-water Carp Rohu, *Labeo rohita* (Guenth). J. Dep. Sc. Calcuta Univer. 9, 1928. — Sewertzoff, A. N., Die Entwicklung der Kiemen und Kiemenbogengefäße der Fische. Z. wiss. Zool. 121, 1923. — Shearer, E. M., Studies on the Embryology of Circulation in Fishes. 2. Development of the Arteries. Amer. J. Anat. 46, 1930. — Silvester, C. F., The Blood-vascular System of the Tile Fish, *Lopholatilus chamaeleonticeps*. Bull. Bur. Fish. Washington 24, 1906. — Tretjakoff, D., Die orbitalen Venensinuse der niederen Wirbeltiere. Morphol. Jahrb. 56, 1926. — Trois, E. F., Sopra la singolare disposizione della carotide esterna nella *Oxyrrhina (Lamna) spalanzanii*. Atti Istit. Veneto 5, 1878/79. — Derselbe, Sopra una particolarità anatomica per la prima osservata nell'*Alopecias vulpes*. Ebenda 8, 1882. — Vialli, M., Ricerche sulle pseudobranchie dei pesci. Atti Soc. Ital. Milano 63, 1924. — Virchow, H., Über die Spritzlochkieme der Selachier. Arch. Anat. Phys. Phys. Abt., 1890. — Derselbe, Über die Spritzlochkieme von *Acipenser* und ihre Verbindung mit den Kopfgefäßen. Ebenda. — Derselbe, Über die Augengefäße der Selachier und die Verbindung derselben mit den Kopfgefäßen. Verh. Phys. Ges. Berlin, 1890. — Derselbe, Über die Augengefäße der Selachier. Sitzber. Ges. Naturf. Berlin, 1893. — Vogt, C., Embryologie des Salmones. Neufchatel 1842. — Wright, R., On the Hyomandibular Clefts and Pseudobranch of *Lepidosteus* and *Amia*. J. Anat. Phys. 19, 1886.

3. Abschnitt.

Hauptgefäße des Körpers.

Unter den Gefäßen des Fischkörpers lassen sich solche unterscheiden die das Blut auf größere Strecken in der Längsachse des Körpers leiten und Äste dieser Längsstämme, welche in querer Richtung die aufeinanderfolgenden Abschnitte der Haut, der Muskulatur, Skeletteile, das Rückenmark und schließlich die Eingeweide versorgen und aus ihnen das Blut wieder den Längsstämmen zuführen. Zu den ersteren gehören vor allen die Aorta und die Vv. cardinales samt ihren Derivaten, zu den zweiten die Segmentalgefäße und ihre Derivate.

a) Die longitudinalen Hauptgefäße.

Bei jungen Fischembryonen befindet sich (Fig. 23) unterhalb des Achsenskeletes der anscheinliche Gefäßstamm der Aorta, welcher sich im Schwanz in die A. caudalis fortsetzt. In einem gewissen Abstände von der Schwanzspitze biegt die letztere ventralwärts um und geht in die V. caudalis über. Die letztere verläuft unterhalb der gleichnamigen Arterie; beim Eintritt in die Bauchhöhle teilt sie sich in drei Stämme. Der eine unpaarige geht als V. subintestinalis auf die ventrale Fläche des Darmes über, auf welchem er in bestimmten Entwicklungsstadien über die Leber bis zum Herzen gelangt. Die zwei anderen Gefäße verlaufen als Vv. cardinales post. zu beiden Seiten der Aorta bis zum Ductus Cuvieri (Baer, Rathke, Vogt, Hochstetter, Rückert, Ziegler, Ziegenhagen, Grodzinski, Shearer, Potter & Teague).

Die Entwicklung des Skeletes, der Urniere und der Schwanzflosse üben einen starken Einfluß auf die definitive Ausgestaltung der primären Längsgefäße des Fisch-

Fig.
irid.
Acl
epit
A. 1
= A
= A
AV
arte
pos

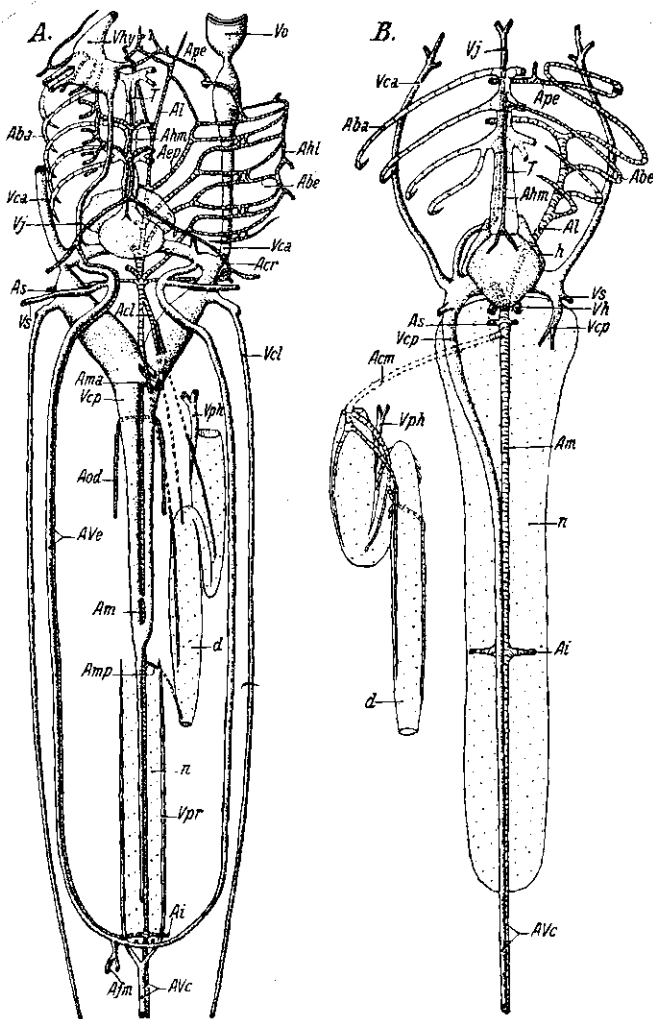


Fig. 20. Gefäßsystem von (A) *Mustelus antarcticus* (nach Parker) und (B) *Salmo trutta* (Orig.). Ventralansicht. *Aba* = A. branchialis aff.; *Abe* = A. branchialis eff.; *Acl* = A. coeliaca; *Acm* = A. coeliaco-mesenterica; *Acr* = A. coracoidea; *Aep* = A. epibranchialis; *Afm* = A. femoralis; *Ahl* = A. hypobranchialis lateralis; *Ahm* = A. hyp. medialis; *Ai* = A. iliaca; *Al* = Aorta lateralis; *Am* = Aorta medialis; *Ama* = A. mesenterica ant.; *Amp* = A. mesenterica post.; *Aod* = A. oviductalis; *Ape* = A. pseudobranchialis efferens; *As* = A. subclavia; *AVc* = A. und V. caudalis; *AVe* = A. und V. epigastrica; *d* = Darm; *h* = Herz; *n* = Nieren; *T* = Truncus arteriosus; *Vca* = V. cardinalis ant.; *Vcl* = V. cutanea lateralis; *Vcp* = V. cardinalis post.; *Vh* = V. hepatica; *Vhy* = Sinus hyoidalis; *Vph* = V. portae hepatis; *Vpr* = V. portae renis; *Vs* = V. subclavia.

körpers aus. Dabei werden die Venen viel stärker als die Arterien durch die Umwandlungen getroffen.

α) Aorta.

Die Aorta (medialis, dorsalis) verläuft bei den meisten Fischen unterhalb der Wirbelsäule, den Wirbelkörpern in der Mittellinie dicht anliegend (Fig. 20, 24 Am). Sie paßt sich bei Teleosteen den segmentalen Hebungen und Senkungen der Wirbelsäule an und hat infolgedessen einen wellenförmigen Verlauf. Bei gewissen Fischen werden die Rumpfwirbel in spezifischer Weise umgebildet, wodurch die Aorta seitlich verschoben wird und bei *Fistularia*, *Belone*, *Sphyrna* auf der linken, bei *Echeneis* auf der rechten Wirbelseite liegt (Stannius, Jungersen).

Bei *Esox*, *Alosa*, *Clupea* und *Silurus* liegt die Aorta in einer medialen Rinne der Wirbelkörper eingebettet (Stannius). Diese Rinne schließt sich bei *Spheroides* im ganzen Rumpfe, bei *Cottus scorpius* in seinen drei letzten Segmenten in einen Kanal, der die Aorta von allen Seiten umgibt (Rosén, Szantroch). Ein kontinuierlicher knorpeliger Kanal, der von der Schädelgrenze bis zum Schwanzende reicht, umbüllt die abgeplattete Aorta bei *Acipenser*, *Spatularia* und *Polyodon* (Stannius, Favaro, Danforth). Die Aorta der *Lamna cornubica* ist sehr schwach, so daß sie an der Ernährung der Eingeweide und Muskeln einen verhältnismäßig kleinen Anteil nimmt und in dieser Hinsicht durch akzessorische Gefäße ersetzt wird (Burne).

Ein starkes bindegewebiges Längsband hängt bei Acipenseroiden von der dorsalen Aortenwand in ihre Lichtung hinein. Es erstreckt sich von der Schädelbasis bis in die Schwanzspitze hinein. Schwächer ausgebildet findet es sich auch bei manchen Teleosteen, wie *Salmo*, *Esox*, *Clupea*, *Silurus* (Baer, Meckel, Stannius, Favaro, Danforth).

β) Schwanzgefäße.

Die Aorta nimmt in ihrem Verlaufe allmählich an Stärke ab, da sie unterwegs Seitenäste ausschießt. Ohne scharfe Grenze geht sie im Schwanze in die A. caudalis über, die sich im knorpeligen oder knöchernen Hämalkanal (Fig. 24B, AVc) in den heterozerken Schwänzen zur Schwanzspitze fortsetzt. Bei *Acipenser* teilt sich dabei ihr terminaler Abschnitt in zwei parallele Längsstämme, die Aa. caudales pares. In dem homozerken Schwanze gabelt sie sich in zwei Arme, die an der Basis der Schwanzflosse nach oben und unten divergieren. Der obere Arm ist bei *Lepidosteus* schwächer als der untere, bei den meisten Teleosteen sind sie gleich stark (Allen, Silvester, Favaro, Biborski). Von diesen zweigen sich in die Schwanzflosse die Aa. radiales ab, deren Zahl und Anordnung von der Ausbildung der Flossenstrahlen abhängig ist.

Die Kaudalvene verläuft im Hämalkanal des Schwanzes unterhalb der Kaudalarterie und verhält sich ebenso wie diese, d. h. in der homozerken Schwanzflosse nimmt sie die Radialvenen an der Basis des Schwanzes vermittels zweier divergierender Arme auf und in der heterozerken reicht sie als gerades, bei *Acipenser* terminal doppeltes Gefäß, bis in die Schwanzspitze. Eine horizontale knorpelige Scheidewand teilt den Hämalkanal bei *Acipenser* in zwei Röhren, von denen die obere die Arterien, die untere die Venen beherbergt.

Loph
seitlic
(Hoc
Fisch
auf C

Läng



Fig.
Kau
drei
pfor
= 4

erw
löst
im
leit
Pfc
ver
lich

Gre
in
and
Vor

Bei *Tinca* verläuft unterhalb der Hauptvene eine zweite, viel schwächere. *Lophius* besitzt anstatt der normalen im Hämalkanal liegenden Kaudalvene zwei seitliche, die zwischen der Wirbelsäule und Schwanzmuskulatur nach vorne verlaufen (Hochstetter). Die von Mayer, Favaro und Raffaele im Hämalkanal mancher Fische beschriebenen Längsgefäße (Vasa vasorum und Vasa intermedia) haben sich auf Grund der Untersuchungen von Hoyer als lymphatische Gefäße herausgestellt.

γ) Nierenfortadersystem.

Jacobson (1821) lenkte die Aufmerksamkeit auf das Verhalten der Längsvenen im Bereiche der Urniere mancher Fische. Die Kaudalvene der

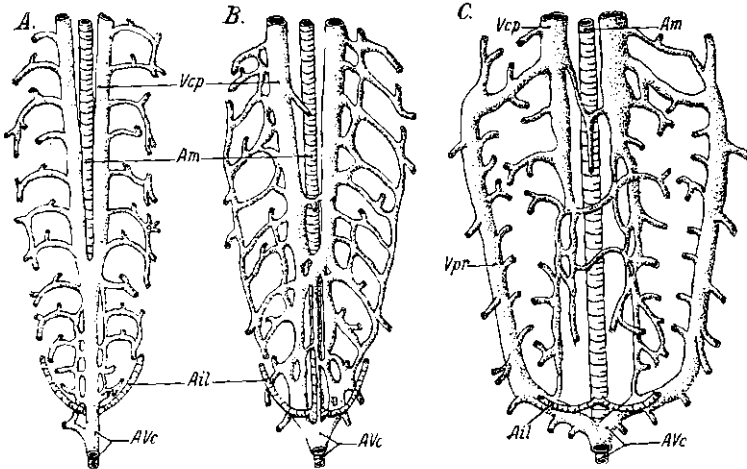


Fig. 21. Die Entstehung des Nierenfortadersystems bei *Torpedo ocellata*. A. Die Kaudalvene geht direkt in die Kardinalvenen über. B. Direkte Verbindung dieser drei Venen löst sich im Gefäßnetz auf. C. Die Kaudalvene verlängert sich in die Nierenfortader. Die Kardinalvenen wurzeln in den Nierengefäßen. Ail = A. iliaca; Am = Aorta; AVc = A. und V. caudalis; Vcp = V. cardinalis post.; Vpr = V. portaris renis. Nach Shearer.

erwachsenen Tiere setzt sich nämlich nicht in die Kardinalvenen fort, sondern löst sich allmählich in der Urniere in Kapillaren auf. Aus ihnen entspringen im kranialen Abschnitte der Niere eine oder zwei Venen, die das Blut weiterleiten. Es existiert also in der Fischniere eine Gefäßanordnung, die dem Pfortadersystem der Leber ähnelt. Diese Angaben fanden durch weitere vergleichend-anatomische (Nicolai, Hyrtl) und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen ihre Bestätigung und Erklärung.

Die Unterbrechung der Kontinuität der embryonalen Venenstämme an der Grenze zwischen Schwanz und Rumpf geht bei sogar nahe verwandten Fischgruppen in verschiedener Weise vor sich. Es muß vorausgesetzt werden, daß die Urnieranlagen die in der Kaudalvene wurzelnden Vv. cardinales p. umwachsen (Fig. 21). Von den primären Längsvenen zweigen Äste in das neue Gewebe ab; je stärker sich

dasselbe ausbreitet, desto dünner werden die Venen in der Urniere und wandeln sich schließlich auf einer gewissen Strecke in feine kapillarartige Gefäße um (Rabl, Hochstetter, Lewis, Grodzinski, Shearer, Rindsünsky).

Die Kaudalvene der Elasmobranchier teilt sich an der Grenze der Bauchhöhle in zwei (Fig. 20A, 21C, *Vpr*) *Vv. portae renis* (*Vv. renales advehentes*, *Jacobsoni*). Jede von ihnen wendet sich auf den dorsolateralen Rand der Urniere ihrer Körperseite und setzt sich allmählich an Stärke abnehmend bis zum kranialen Ende der Niere fort. Auf diesem Wege dringen Seitenäste derselben in das Nierengewebe hinein und lateral nehmen sie noch die Segmentalvenen der Rumpfwand auf. Im Gefäßnetze der Nieren wurzeln die hinteren Kardinalvenen (*Jacobson*, *Nicolai*, *Hyrtl*, *Hochstetter*, *Daniel*, *Parker*, *Burne*, *Woodland*, *O'Donoghue*).

Bei Teleostomen teilt sich die Kaudalvene ebenfalls in zwei Stämme, die als Nierenfortadern tätig sind (*Protopterus*, *Lepidosiren*, *Monopterus*, *Lota*, *Sebastes*), meistens jedoch setzt sich eine von ihnen direkt in die rechte Kardinalvene (*Cyprinidae*, *Lopholatilus*) fort, oder die Kaudalvene geht, ohne sich zu gabeln, (Fig. 20B, *AVc*, *Vcp*) in die rechte *V. cardinalis* über (*Salmo*). In letzterem Falle existiert in der Niere trotzdem ein Pfortaderkreislauf, weil die Segmental- und Genitalvenen sich in die Gefäßnetze der Niere ergießen. Bei *Spheroides* geht die Kaudalvene direkt in die unpaarige Kardinalvene über, welche erst in den ganz vorne liegenden Nieren ein Pfortadersystem bildet.

Die Kaudalvenen und ihre Äste können auch in verschiedenster Weise direkt mit den Venen des Systems der *V. portae hepatis* kommunizieren (*Anguilla*, *Cyprinus*, *Lophius*, *Silurus*, *Tinca*), wobei sie einen großen Teil des Blutes den Nierengefäßen überlassen (*Hyrtl*, *Stannius*, *Jacobson*, *Jourdain*, *Allen*, *Einstmann*, *Rosén*, *Shearer*, *Silvester*).

♂) *Vv. cardinales posteriores*.

Die hinteren Kardinalvenen verlaufen bei Fischen unterhalb der Wirbelsäule (Fig. 20, 24A, *Vcp*) zu beiden Seiten der Aorta. Vorne treffen sie auf die vorderen Kardinalvenen und bilden mit ihnen den *Ductus Cuvieri*, welcher sich unter einem rechten Winkel dem Herzen zuwendet.

Gewöhnlich reicht bei Elasmobranchiern die rechte Kardinalvene (Fig. 20A, *Vcp*) weiter nach rückwärts als die linke (*Acanthias*, *Mustelus*), oder beide nehmen ihren Ursprung in dem unpaarigen interrenalen Stamme, der bei *Scyllium* lang, bei *Raja* sehr kurz ist. Nach vorne zu erweitern sie sich sinusartig, kommen mit ihren medialen Wänden in Berührung, verwachsen miteinander und gelangen durch Öffnungen in gegenseitige Verbindung. Die Kardinalvenen von *Lamna* erreichen nur unbedeutende Dimensionen (*Müller*, *Hochstetter*, *Parker*, *Widakowich*, *Daniel*, *Marples*, *O'Donoghue*, *Burne*).

Nur selten besitzen die Teleostomen gleich starke Kardinalvenen (*Diodon*, *Tetradon*), meistens übertrifft die rechte (Fig. 20B, *Vcp*) die linke bedeutend an Größe (*Salmo*, *Tinca*, *Anableps*, *Callichthys*) und nur ausnahmsweise kommt das umgekehrte vor (*Polypterus*, *Acipenser*). Manchmal fehlt die eine von ihnen gänzlich (*Gymnotus*, *Centronotus*, *Erythrinus*, *Cepola*, *Fistularia*). Sinusartige Erweiterungen der Kardinalvenen kommen nur im Nierenabschnitte vor, dabei sind sie entweder einfach (*Anableps*,

Trigla,
schmel
nicht
Anast
der W
Volz,
veste

terlieg
pnoër
Niere
venen
siren)
verän
Stärk
(Fig.
gewir
dung
setze
erreic
Sinus
also
Der I
tus C
mit
befin
Kard
täres
(Spe
Rob

V. su
lis, v
des I
die I
veno
gibt
Kau
in d
auf,
diese
Infol
Absc
als
den

Trigla) oder es liegen zwei Erweiterungen hintereinander (*Cobitis, Argentina*). Verschmelzungen der beiden Venen, wie dies bei Elasmobranchiern so allgemein ist, treten nicht auf, höchstens bestehen kleine Anastomosen, welche sie unterhalb der Wirbelsäule verbinden (Hyrtl, Volz, Kerr, Hochstetter, Silvester, Taylor, Ballantyne).

Größeren Veränderungen unterliegen die Längsvenen der Dipnoër. Von den zwei aus der Niere entspringenden Kardinalvenen bleibt die linke (*Lepidosiren*) in ihrem Verlaufe fast unverändert. Die rechte nimmt an Stärke überhand über die linke (Fig. 22, *Vcp, Vci, Vsi*). Vorne gewinnt die letztere eine Verbindung mit der die Leber durchsetzenden *V. subintestinalis* und erreicht auf diesem Wege den Sinus venosus. Sie wandelt sich also in eine *V. cava post.* um. Der kraniale, zwischen dem Ductus Cuvieri und der Anastomose mit der Subintestinalvene sich befindende Abschnitt der rechten Kardinalvene bleibt als rudimentäres Gefäß lebenslang erhalten (Spencer, Parker, Kellicott, Robertson).

e) *V. subintestinalis.*

Bei Embryonen entspringt die *V. subintestinalis* aus der *V. caudalis*, verläuft längs der ventralen Seite des Darmes (Fig. 23, *Vsi*), passiert die Leber und mündet in den Sinus venosus des Herzens. Sehr frühzeitig gibt dieselbe ihre Verbindung mit der Kaudalvene auf. Vorne löst sie sich in den Leberlappen in Kapillaren auf, wodurch ihre Kontinuität in dieser Gegend unterbrochen wird. Infolgedessen teilt sie sich in zwei Abschnitte. Der vordere zwischen Leber und Sinus sich ausbreitende, fungiert als *V. hepatica*, der hintere führt als *V. portae hepatis* das Blut der Leber von den Eingeweiden zu. Die letztere Vene verhält sich bei verschiedenen Fischgruppen

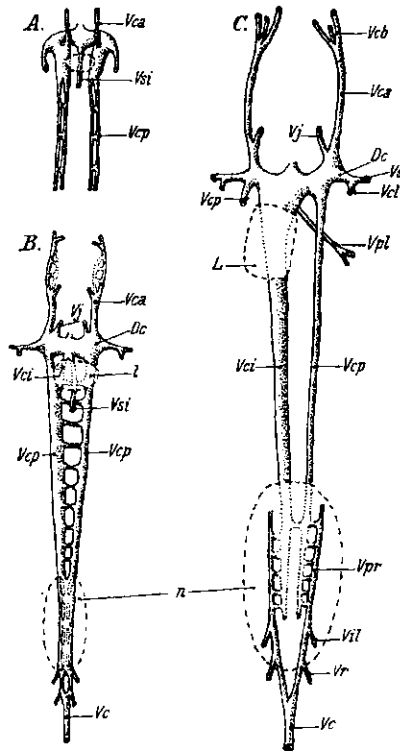


Fig. 22. Entwicklung der *V. cava inferior* bei *Lepidosiren*. A. Stadium der gleichwertigen hinteren Kardinalvenen. B. Die rechte Kardinalvene übertrifft die linke an Stärke und erreicht eine direkte Verbindung mit dem Sinus venosus. C. Die fertigen Zustände. *De* = Ductus Cuvieri; *l, L* = Leber; *n* = Niere; *Vc* = *V. caudalis*; *Vca* = *V. cardinalis ant.*; *Vcb* = *V. cerebralis*; *Vci* = *V. cava inferior*; *Vcl* = *V. cutanea lateralis*; *Vcp* = *V. cardinalis post.*; *Vil* = *V. iliaca*; *Vj* = *V. jugularis*; *Vpl* = *V. pulmonalis*; *Vpr* = *V. portae renis*; *Vr* = *V. rectalis*; *Vsi* = *V. subintestinalis*; *Vs* = *V. subclavia*. Nach Robertson, etwas geändert.

recht variabel, wurzelt aber durchgängig in den Eingeweiden mit starken und zahlreichen Ästen (Fig. 25, *Vph*). Die Derivate der Subintestinalvene werden noch bei der Besprechung der ventralen Segmentalgefäße berücksichtigt werden (Balfour, Ziegler, Rückert, Hochstetter, Ziegenhagen, Grodziński, Shearer).

b) Die Segmentalgefäße.

Entsprechend dem metameren Bau des Fischkörpers, welcher bei jugendlichen Tieren besonders deutlich in der Muskulatur und in dem Achsen skelett ausgeprägt ist, sind auch die Gefäße metamer angeordnet. Sie verlaufen in den bindegewebigen Septen, die die Muskulatur in einzelne Segmente und Segmentabschnitte auf den beiden Körperseiten teilen. Die wichtigste Rolle spielen dabei die Septen, welche die einzelnen Myomeren voneinander scheiden und das horizontale Längsseptum, welches die epaxonalische Muskulatur von der hypaxonalischen abgrenzt. Im Schwanzabschnitte sind die Verhältnisse einheitlicher als im Rumpfe, wo die Leibeshöhle samt Eingeweiden die Ausbildung des hypaxonalischen Körperabschnittes stark beeinflusst.

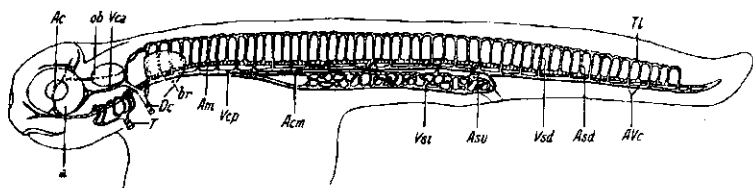


Fig. 23. Die Blutgefäßverteilung beim Forelleneibryo von 9 mm Länge (Orig.)
a = Auge; *Ac* = A. cerebralis; *Acm* = A. coeliaco-mesenterica; *Am* = Aorta; *As* = A. segmentalis dorsalis; *Asv* = A. segmentalis ventr.; *AVc* = A. und V. caudalis
br = Brustflosse; *Dc* = Ductus Cuvieri; *ob* = Ohrbläschen; *T* = Truncus arteriosus;
Tl = Truncus longitudinalis dorsalis; *Vca* = V. cardinalis ant.; *Vcp* = V. cardinalis post.; *Vsd* = V. segmentalis dorsal.; *Vsi* = V. subintestinalis.

Es lassen sich drei Arten von Segmentalgefäßen unterscheiden, und zwar dorsale, ventrale und laterale (Fig. 24 *Asd*, *Asl*, *Asv*, *Vsd*, *Vsl*). Alle stehen mit den longitudinalen Hauptgefäßen (Aorta, Vv. cardinales, A. und V. caudalis) im Zusammenhang und breiten sich von denselben in den entsprechenden Septen aus. Die lateralen Segmentalgefäße verlaufen in dem horizontalen, die epaxonalischen von den hypaxonalischen Muskeln scheidenden Septum und die dorsalen längs des intermyomeren Septums nach oben zu, dem Achsen skelett median dicht anliegend. Die ventralen versorgen die hypaxonalische Muskulatur des Schwanzes und erreichen im Rumpfe auf kürzestem Wege die Eingeweide.

In jedem Körpersegment kommen embryonal alle beschriebenen Arten von Arterien oder Venen vor, weil die Arterien meistens regelmäßig mit den Venen alternieren. Die Segmentalgefäße können entweder getrennt aus Längsgefäßen entspringen, oder ihre Wurzelabschnitte vereinigen sich miteinander, was meistens mit den dorsalen und lateralen der Fall ist. Die ventralen behalten gewöhnlich ihre Unabhängigkeit. Am frühesten treten die dorsalen Segmentalgefäße auf (Fig. 23 *Asd*, *Vsd*) und unmittelbar darauf die ventralen des Rumpfes. Später entwickeln sich alle lateralen Segmentalgefäße und die ventralen des Schwanzes. Den meisten Umbildungen unterliegen während der weiteren Entwicklung die ventralen Gefäße des Rumpfes, be-

sondere
andere
Wege
mental
erkenn
Störun
Teilen

Fig.
A in
mael
mese
segm
und
dors
tane
tran

bry
Aor
mer
und
(Fig
mer
förr

sonders des Darmtrakts, dessen Schlingenbildungen sie sich anpassen müssen. Die anderen Segmentalgefäße richten sich gegen die Haut zu und versorgen auf ihrem Wege die anliegenden Muskeln, Nerven und Skelettelemente. Dabei lassen die Segmentalgefäße im allgemeinen die Tendenz zur Vereinigung durch Längsgefäße erkennen. Die Regelmäßigkeit der Anordnung unterliegt bei älteren Fischen einer Störung, weil sich die einzelnen Segmentalgefäße gänzlich oder in ihren terminalen Teilen rückbilden (Baer, Vogt, Grodzinski).

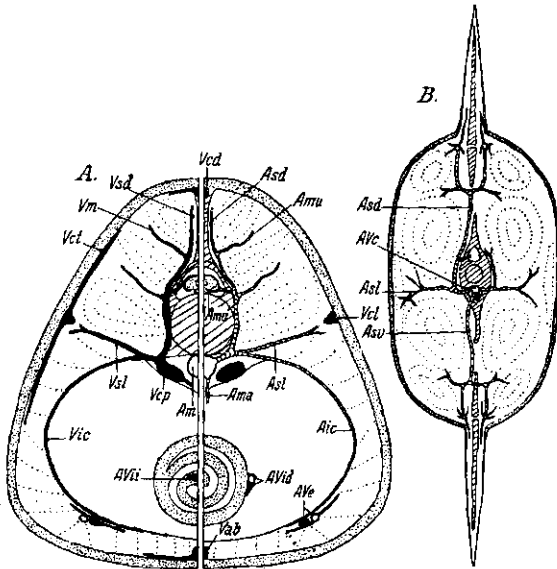
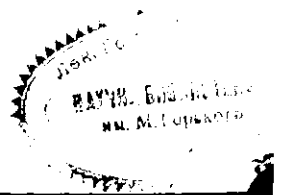


Fig. 24. Verteilung der Blutgefäße auf schematisierten Querschnitten dargestellt. A im Rumpfe von *Scyllium canicula* (Orig.), B im Schwanze von *Lopholatilus chamaeleonticeps*. Nach Silvester. Aic = A. intercostalis; Am = Aorta; Ama = A. mesenterica ant.; Amu = A. muscularis; Amv = A. medullaris ventr.; Asd = A. segmentalis dors.; Asl = A. segmentalis later.; Asv = A. segmentalis ventr.; AVc = A. und V. caudalis; Ave = A. und V. epigastrica; AVid = A. und V. intestinalis dorsalis; AVii = A. und V. intrainestinalis; Vab = V. abdominalis; Vcd = V. cutanea dorsalis; Vcl = V. cutanea lateralis; Vcp = V. cardinalis post.; Vct = V. cutanea transversalis; Vic = V. intercostalis; Vm = V. muscularis; Vsd = V. segmentalis dorsal.; Vsl = V. segmentalis later.

α) Die dorsalen Segmentalgefäße.

In jedem intersegmentalen Raume des Fischkörpers kommen bei jungen Embryonen (*Salmo*, *Scyllium*) dorsale Segmentalgefäße vor. Sie erstrecken sich von der Aorta oder Kardinalvene dorsalwärts. Auf der Höhe des dorsalen Randes der Myomeren gabeln sie sich in zwei Äste, die in der Längsachse des Tieres auseinanderweichen und sich mit entsprechenden Gabelästen der benachbarten Segmente vereinigen (Fig. 23 *Asd*, *Vsd*, *Tb*). Auf diese Weise entsteht auf jeder Körperseite ein den Myomeren von oben anliegender Stamm (Truncus longitudinalis dorsalis), der einen wellenförmigen Verlauf hat und in dem das Blut aus jeder Segmentalarterie in die benach-



barten Venen fließt. Während der weiteren Entwicklung treten die das Rückenmark die Muskulatur und die Dorsalflossen versorgenden Äste der Segmentalgefäße auf. Die Trunci l. d. selbst unterliegen einer verschiedenartigen Umbildung (Baer, Vogt, Grodziński).

Bei erwachsenen Fischen entspringen die Aa. segmentales dorsales (A. parietalis dorsalis, intervertebralis, vertebromedullaris dors.) gemeinsam mit den lateralen Segmentalarterien von dem latero-dorsalen Rande der Aorta resp. der A. caudalis (Fig. 24 *Asd*). Das rechte und linke Gefäß richtet sich ähnlich wie bei Embryonen dorsalwärts, liegt den Wirbeln dicht an und löst sich terminal in Kapillaren auf. Die Zahl dieser Segmentalgefäße unterliegt im Vergleiche mit den jugendlichen Formen einer Reduktion, so daß gefäßlose Lücken im Bereiche von 2—3 Wirbeln vorkommen. Bei Teleosteen sind sie besonders im Schwanze asymmetrisch ausgebildet, d. h. die der linken Körperseite sind denen der rechten nicht an Länge gleich. Bei Schollen ist die Asymmetrie noch stärker als bei spindelförmigen Fischen ausgeprägt, indem bei ihnen die auf der pigmentierten Körperseite verlaufenden Arterien viel länger sind.

Das oben über die Arterien berichtete gilt auch für die Segmentalvenen mit dem Unterschiede, daß sie in die Kardinalvenen und Kaudalvenen münden (Silvester, Coles, Biborski).

Lateral versorgt jedes Segmentalgefäß die epaxionische Muskulatur mit 2—3 Ästen. Medialwärts liefern sie je eine A. und V. vertebromedullaris, die sich in dem Wirbelkanal in zwei das Rückenmark von oben und unten umgreifende Äste gabelt. Auch hier besteht die Tendenz zur Bildung von Längsgefäßen auf der Oberfläche des Rückenmarkes. Bei Selachiern kommen drei solcher arteriellen Gefäße, die A. medullaris ventralis und zwei Tractus laterales, vor (Fig. 24 *Amu*). Die letzteren übertreffen in ihren Ausmaßen die Medullararterien. Die Teleosteer besitzen eine A. medullaris dorsalis anstatt des Ventralstammes. Die Längsvenen sind weniger stark und konstant ausgebildet. Bei *Acanthias* begleiten schwache Vv. limitantes von beiden Seiten die Medullararterie (Sterzi).

Die im Bereiche der Flossenanlagen liegenden Segmentalgefäße setzen sich dorsalwärts fort und dringen in die Flossen hinein. Bei Teleosteen, deren Flossen ihre ursprüngliche breite Basis behalten, bleiben die Flossengefäße ohne größeren Veränderungen in der Anordnung bestehen. Die Basis der Selachierflosse erfährt während der Entwicklung eine Verschmälerung, infolgedessen wird die Verbindung mancher Segmentalgefäße mit ihren in den Flossen ausgebildeten Endabschnitten unterbrochen. Bei erwachsenen Fischen dringen in die Flosse 1—2 Segmentalarterien, die sich entsprechend der Anordnung der Flossenstrahlen verteilen. Eine Segmentalvene (V. profunda) sammelt das Blut aus den proximalen Teilen der Flosse, aus den distalen tut das die V. postica, die sich direkt in die dorsale Längsvene ergießt (Agassiz & Vogt, Daniel, Silvester, Grodziński, Marples, Biborski).

Di
branch
mitte
Gegen
beiden
von d
unterl
brechu
Teleos
es kor
einige
Trunc

l
der d
einen
dorsa
vent
resp.
May

mehr
Asd),
jedoc
sich
und
Ran
arter
währ
halte
Darr
und
und
inte
(Gr

kan
sch
Am
Ver
mit
falt

fin
we

Die beiden Trunci longitudinales dorsales vereinigen sich bei Elasmobranchiern miteinander zu einem unpaarigen Gefäßstamme, der in der Rückenmitte des Tieres als *V. cutanea dorsalis* verläuft (Fig. 24 A, *Vcd*); nur in der Gegend der Flossen bleiben sie zeitlebens bestehen und umgeben sie von beiden Seiten (*Vv. circulares*). Bei *Squalus* reicht die dorsale Hauptvene von der Ohrgegend bis zur Schwanzspitze, bei den meisten Elasmobranchiern unterliegt ihre Kontinuität kranial von der ersten Dorsalflosse einer Unterbrechung (Parker, Mayer, O'Donoghue, Grodziński, Marples). Bei Teleosteen fehlen in der dorsalen Mittellinie ausgesprochene Längsstämme, es kommen jedoch Längsanastomosen vor, die die Radialarterien der Flossen einiger Segmente miteinander verbinden. Sie werden wohl die Überreste des *Truncus long. dors.* darstellen (Silvester, Grodziński, Biborski).

β) Die ventralen Segmentalgefäße.

Die ventralen Segmentalgefäße der Schwanzgegend sind das Gegenbild der dorsalen (Fig. 24 B, *Asv*), indem die Arterien und Venen alternieren und einen ähnlichen Verlauf und ähnliche Muskel- und Flossenzweige wie die dorsalen besitzen. Auch kommt bei den Elasmobranchiern eine *V. cutanea ventralis* vor. Sie entspringt jedoch auf der Ventralseite der Kaudalarterien resp. Venen und verlaufen als unpaarige mediane Gefäße weiter (Favaro, Mayer, Silvester, Marples, Biborski).

Im Rumpfe von sehr jungen Fischembryonen (*Salmo*, *Scyllium*) wenden sich mehrere unpaarige ventrale Segmentalarterien von der Aorta dem Darm zu (Fig. 23 *Asv*). Ihre Ursprungstelle befindet sich unterhalb der Wurzeln der dorsalen Arterien, jedoch entspricht nicht jeder dorsalen Arterie eine ventrale. Auf dem Darm lösen sich die Arterien in ein dichtes Gefäßnetz auf, welches die Darmwand durchzieht und ventral in die Subintestinalvene übergeht. Im Kapillarnetze entsteht am dorsalen Rande des Darmes ein Längsstamm, welcher die den Darm erreichenden Segmentalarterien verbindet. Sobald dies erfolgt ist, obliterieren allmählich einige dieser Arterien, während andere an Stärke zunehmen und als definitive Darmarterien lebenslang erhalten bleiben. Sowohl von den letzteren als auch von den ihre Endausbreitung im Darm nicht erreichenden Segmentalarterien wenden sich Seitenäste den Urnieren und den Genitalorganen zu. Die ventralen Segmentalvenen gehen nur aus den Urnieren und Genitalorganen hervor. Die Ableitungsgefäße des Darmes bilden die *V. subintestinalis* (s. S. 49) und ihre Abkömmlinge, die *V. portae hepatis* und die *V. hepatica* (Grodziński).

Bei erwachsenen Elasmobranchiern existieren 3—4 Arterien des Darmkanals, wobei in der Ausbreitung der Äste dieser Arterien bedeutende Unterschiede zwischen Rochen und Selachiern bestehen (Fig. 20 A, 25 A, *Act*, *Ama*, *Amv*). Die stärkste von ihnen, die *A. coeliaca*, entspringt dicht hinter der Verbindungsstelle der letzten Epibranchialarterien mit der Aorta. Sie erreicht mit ihren Ästen den Magen, die Leber und den Spirdarm, in dessen Spiralfalte einer von derselben verläuft.

Die Ursprungstelle des nächsten Gefäßes, der *A. mesenterica ant.* befindet sich ungefähr in der Mitte des Rumpfes (*Heterodontus*) oder sie rückt weiter nach vorne in die Nachbarschaft der *A. coeliaca* (*Scyllium*, *Raja*).

Sie versorgt mit einem Aste, mit der A. gastro-pancreatico-splenica, den kaudalen Abschnitt des Magens, die Bauchspeicheldrüse und Milz, mit einem anderen, der A. intestinalis post., breitet sie sich auf der dorsalen Oberfläche

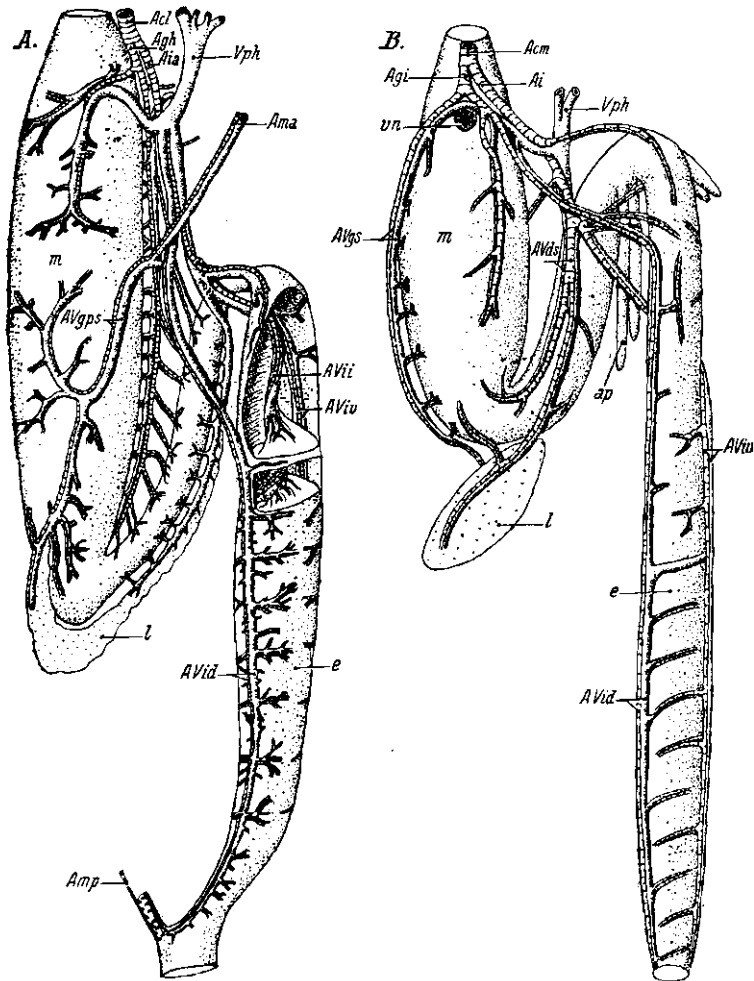


Fig. 25. Die Darmgefäße von *A. Mustelus antarcticus*. Nach Parker *B. Salmo irideus* (Orig.). *Acl* = A. coeliaca; *Acm* = A. coeliaco-mesenterica; *Agh* = A. gastrohepatica; *Agi* = A. gastro-intestinalis; *Ai* = A. intestinalis; *Aia* = A. intestinalis ant.; *Ama* = A. mesenterica ant.; *Amp* = A. mesenterica post.; *ap* = Appendices pyloricae; *AVds* = A. und V. duodeno-splenica; *AVgps* = A. und V. gastro-pancreatico-splenica ant.; *AVgs* = A. und V. gastro-splenica; *AVid* = A. und V. intestinalis dors.; *AVii* = A. und V. intrainestinalis; *AViu* = A. und V. intestinalis ventr.; *e* = Enddarm; *l* = Milz; *m* = Magen; *vn* = Schwimmblase; *Vph* = V. portae hepatis.

des St
ständig
der D
D
coecal
versor
Dan
E
Aorta,
das Bl
I
ständig
vereir
meins
wurze
der f
oder
teiler
Cuvi
:
welch
gegen
intes
letzt
den
lyodi
Ven
oder
(Per
All
die
sprin
neb
Ver
Ela
im
Ab
ver
ver
M
un
ers
st

des Spiraldarmes aus. Falls von den erwähnten Ästen ein jeder als selbständige Arterie aus der Aorta entspringt (*Squalus*), vergrößert sich die Zahl der Darmarterien auf vier.

Das letzte und schwächste Darmgefäß, die *A. mesenterica post.* (*rectalis, coecalis*), entspringt im hinteren Teile der Leibeshöhle von der Aorta und versorgt das Coecum dorsale (Hyrtl, Parker, Neuville, Diamare, Daniel, O'Donoghue, Grodziński, Howes, Marples).

Die ähnlich verlaufenden Gefäße von *Lamna cornubica* stammen nicht aus der Aorta, sondern aus einem oberhalb der Leber liegenden Wundernetze, welches wiederum das Blut von den Perikardialarterien erhält (Burne).

Die *A. coeliaca* und die beiden Mesenterialarterien kommen als selbständige Gefäße noch bei Dipnoern vor (Robertson, Jacobshagen), sonst vereinigen sie sich sowohl bei Ganoiden wie bei Teleosteen zu einem gemeinsamen Stamm, der *A. coeliaca-mesenterica* (Fig. 20 B, 25 B, *Acn*). Diese wurzelt in der Aorta medialis zwischen den letzten Epibranchialarterien und der Subklavia (*Lopholatilus, Cottus*), in der Aorta lateralis (*Gadus, Lota*), oder in der Epibranchialarterie (*Gymnarchus*). Auf dem Darmkanal verteilen sie sich in verschiedenartigster Weise (Agassiz & Vogt, Silvester, Cuvier, Stannius, Hyrtl, Jungersen, Rauther, Volz, Szantroch).

Fast jeder Arterie des Darmkanals liegt eine gleichnamige Vene an, welche sie in ihrem Verlaufe begleitet. Alle Venen sind jedoch schließlich gegen die Leber gerichtet, in welche sie vermittels der Überreste der Subintestinalvene, der sog. *V. portae hepatis*, eindringen (Fig. 25 *Vph*). Die letztere kann als ein unpaariger Gefäßstamm auftreten, der sich kranial in den für jeden Leberlappen bestimmten Stamm teilt (*Elasmobranchii, Polyodon, Salmo, Anguilla*). Öfters gelangen zur Leber zwei selbständige starke Venen (*Spatularia, Lopholatilus, Clupea, Gasterosteus, Ophiodon, Pleuronectes*) oder es dringen in die Leber außer einer starken Vene einige schwächere (*Perca, Alosa, Silurus*) hinein. (Rathke, Stannius, Milne-Edwards, Allen, Silvester, Daniel, Danforth, Einstmann).

Die Pfortadern lösen sich in der Leber allmählich in Kapillaren auf, die eine Verbindung mit den Wurzelgebieten der Lebervenen bilden. Ursprünglich kommen zwei Lebervenen vor, die von hinten in den Sinus venosus neben der Mittellinie münden (*Heptanchus, Acanthias, Polyodon*). Die beiden Venen von *Raja* und *Torpedo* sind sinusartig erweitert. Bei den meisten Elasmobranchiern vereinigen sie sich in einem geräumigen Lebersinus, der im Innern durch ein medianes, gitterförmig durchbrochenes Septum in zwei Abteilungen geteilt ist (*Mustelus, Scyllium*). Bei *Lamna* gehen die Lebervenen in ein Wundernetz über, welches durch zwei enge Gefäße den Sinus venosus erreicht. Von den Teleostomen (Fig. 20 B, *Vh*) besitzen *Lota, Perca, Mugil, Lopholatilus, Uranoscopus* zwei Lebervenen, die meisten Cypriniden und *Gadus* drei, *Periophthalmus, Lepidosteus* und *Amia* eine. Die *V. cava p.* ersetzt bei Dipnoern die Lebervene (Parker, Daniel, O'Donoghue, Hochstetter, Silvester, Einstmann, Burne, Robertson).

Die Anordnung der Eingeweidegefäße kompliziert sich durch das Auftreten der Schwimmblase, worüber Rauther ausführlich berichtet (Teil 1, S. 763, 776, 781, 783, 788, 794—796, 816, 817).

Das Versorgungsgebiet der ventralen Segmentalarterien sind auch die Urnieren und die Geschlechtsorgane. Die Aa. genitales und renales entspringen direkt von der Aorta oder seltener von den Segmentalarterien. Je nach der Ausdehnung der zu versorgenden Organe treten sie in größerer oder geringerer Zahl auf. Dabei halten sie ziemlich genau die metamere Anordnung ein, obwohl sie nicht in allen Metameren auftreten (Carazzi, Daniel, Silvester, Coles, Grynfeldt, Rückert). In der Niere von *Polyodon* bilden sie größere Längsgefäße (Danforth) und ähnliche Längsgefäße finden sich auf dem Eileiter von *Scyllium* (Carazzi). Eine mächtige A. oviductalis entspringt bei *Dasyatis* aus der Subklavia und besitzt keine Verbindungen mit anderen Segmentalarterien (Daniel). Die ventralen Segmentalarterien der drei letzten Rumpfssegmente verbindet bei *Cottus scorpius* eine Längsanastomose, die den zum Hämalkanal geschlossenen Wirbelfortsätzen ventral anliegt. Aus dieser Anastomose entspringen drei Paare von Nieren- und Genitalarterien (Szantoch). Die Nieren von *Lamna* erhalten ihr Blut nicht aus den Segmentalarterien, sondern aus longitudinalen Hautgefäßen (A. cutanea lat. ventr. — Burne).

γ) Die lateralen Segmentalgefäße.

Aus jedem dorsalen Segmentalgefäße entspringt bei *Scyllium*- und *Salmo*-Embryonen auf der Höhe des horizontalen Längsseptums ein laterales Gefäß (A. oder V. segmentalis later.), welches sich in diesem Septum bis zur seitlichen Mittellinie des Körpers fortsetzt. Unter der Haut gabelt sich jedes dieser Gefäße in zwei Äste, welche nach oben und unten auseinanderweichen. Sie folgen dem äußeren Rand des entsprechenden Myomers und machen während der Entwicklung alle seine Biegungen mit. Terminal münden sie entweder in die dorsalen Segmentalgefäße selbst oder in die sie miteinander verbindenden Längsstämme (Grodziński).

Bei erwachsenen Fischen entspringen und verlaufen die Aa. und Vv. segmentales laterales (intersegmentales, cutaneae primae, intermusculares, intercostales) ähnlich wie bei Embryonen, jedoch gehen ihre oberflächlichen Zweige in Kapillaren über, anstatt in die erwähnten Gefäße zu münden (Fig. 24 *Asl*, *Vsl*). Von den lateralen Segmentalgefäßen zweigen Muskeläste ab. Die wichtigsten von ihnen sind diejenigen des Rumpfes, welche dicht unter dem Peritoneum ventralwärts verlaufen und an Länge das Muttergefäß übertreffen. Dieselben verdienen den Namen von Interkostalgefäßen (Fig. 24, *Aic*, *Vic*). In den letzteren nehmen oft Nierengefäße ihren Ursprung (Allen, Coles, Grodziński, Biborski).

Die lateralen Segmentalgefäße nehmen an der Bildung einiger Längsstämme teil, und zwar der V. cutanea lateralis, der V. und A. epigastrica und der V. abdominalis. Bei den Elasmobranchiern entspringen im Schwanze und wahrscheinlich auch im Rumpfe von der Gabelungsstelle der Segmentalgefäße zahlreiche Sprosse, die einen kontinuierlichen Gefäßnetztraktus unter der Haut bilden. Aus diesem entsteht später die mächtige V. cutanea lateralis, die sich in der seitlichen Mittellinie des Körpers vom Schwanze bis zur Brustflosse erstreckt. Vorne mündet sie bei *Mustelus* und *Scyllium* in die hintere Kardinalvene, bei *Heptanchus* in die Subklavia. *Squalus* nimmt insofern eine Mittelstellung ein, als er beide Verbindungen besitzt (Fig. 18 B, 20 A, 24 A, *Vcl*).

Bei I
Dani
I
geord
latera
sie gä
I
musk
ein k
flächl
weite
(late
geger
(Fig.
weist
Dan

epiga
weit
ant.
sich
Bei
wur
Kör
O'I

hält
Auß
Ven
Ver
bra
löse
bra
Bu

(Sq
und
die

AO
Fl
die
art
ser
Sk
Sie

Bei *Lamna* ergießt sich diese Vene direkt in die Jugularvene (Parker, Daniel, O'Donoghue, Grodziński, Marples, Burne).

Die laterale Hautvene nimmt von oben und unten die metamer angeordneten Hautvenen (*V. cutanea transversalis*) auf. Eine *V. cutanea lateralis* kommt noch den Dipnoern zu (Spencer), den Teleostern scheint sie gänzlich zu fehlen.

Dort, wo die Interkostalgefäße unter dem Peritoneum auf die Längsmuskeln des Bauches treffen, entsteht am lateralen Rande der Längsmuskeln ein longitudinaler Gefäßnetztraktus, an dem bei Teleostern auch die oberflächlichen Äste der lateralen Segmentalgefäße sich beteiligen. Während der weiteren Entwicklung entstehen dort zwei Gefäße, die *A.* und *V. epigastrica* (*lateralis*, *abdominalis lateralis*), die die Skapulargegend mit der Beckengegend verbinden. Diese Gefäße sind bei den Elasmobranchiern sehr stark (Fig. 20A, 24A, *AVe*), bei Teleostern schwach ausgebildet. Ausnahmsweise erreicht diese Vene bei *Spheroides* eine bedeutende Stärke (Parker, Daniel, Rosén, Grodziński, Marples).

Die Fortsetzungen der ventralen Seitenäste der *V. cutanea lateralis* und *epigastrica* treffen aufeinander in der Mittellinie des Bauches, wo sie ein weiteres subkutanes Gefäß bilden, die *V. abdominalis* (*V. cutanea ventralis ant.*). Dieselbe reicht von der Kloakalgegend bis zum Schultergürtel, wo sie sich gabelt und mit den beiden *Vv. epigastricae* zur Vereinigung gelangt. Bei *Squatina* existiert nur der hintere Abschnitt dieser Vene. Die Teleosteer wurden in dieser Hinsicht nur wenig untersucht; bei *Salmo* scheint in dieser Körpergegend eine unvollständige Vene zu verlaufen (Grodziński, Marples, O'Donoghue).

Lamna bietet in der Anordnung der longitudinalen Hautgefäße spezifische Verhältnisse dar. Es wird nämlich die laterale Hautvene von einer Arterie begleitet. Außerdem verlaufen unterhalb von diesen und ihnen parallel zwei Arterien und eine Vene, die *Aa.* und *V. cutanea lateralis ventralis*. Die Arterien entspringen durch Vermittlung eines oberhalb der Leber liegenden Wundernetzes aus dem hypobranchialen System. Sie versorgen die Haut und die hypaxonische Muskulatur und lösen sich im Bereiche der Nieren in Kapillaren auf. Die anderen für die Elasmobranchier typischen Gefäße dieser Körpergegend kommen auch bei *Lamna* vor (Müller, Burne).

In die faltenförmigen Anlagen der Brustflossen sowohl der Elasmobranchier (*Squalus*) wie der Teleosteer (*Salmo*) dringen einige laterale Segmentalarterien ein und breiten sich dort netzförmig aus. Eine von ihnen persistiert als *A. subclavia* und die Gefäßnetze liefern andere Flossengefäße (Wetterdal, Grodziński).

Bei erwachsenen Elasmobranchiern entspringt die *A. subclavia* aus der Aorta zwischen den letzten Epibranchialarterien. In der Basis der freien Flosse teilt sie sich in zwei Gefäße, die *A. pterygialis medialis* und *lateralis*, die quer zu ihrer Basis verlaufen. Bei den Rochen weichen beide Basalarterien weit auseinander, der Gestalt der Flosse Folge leistend. Beide entsenden die Strahlenarterien (*A. radialis*), die zwischen der Haut und den Skelettelementen verlaufen. Die Flossenvenen besitzen ähnliche Verteilung. Sie vereinigen sich mit der *V. epigastrica* zu einer Subklavia (Fig. 20A, *As, Vs*).

26B, AVs), die in den Ductus Cuvieri mündet (E. Müller, Hyrtl, Daniel, Pitzorno, Parker).

Die Aa. subclaviae setzen sich ventral in die Aa. coracoideae fort und erhalten somit (Fig. 20A, *Acr*) eine Verbindung mit dem hypobranchialen Ernährungssystem. Bei *Heptanchus* (Daniel) und *Hexanchus* (Keys) sind die Aa. coracoideae sehr stark. Die A. subclavia bildet eigentlich ihren Ast, der sich sogar gegen die Aorta hin verschmälert. Daniel vertritt die Anschauung, daß die Seitenfalten des Fischkörpers, die die ursprünglichen Flossen darstellten, vom hypobranchialen Gefäßsystem versorgt

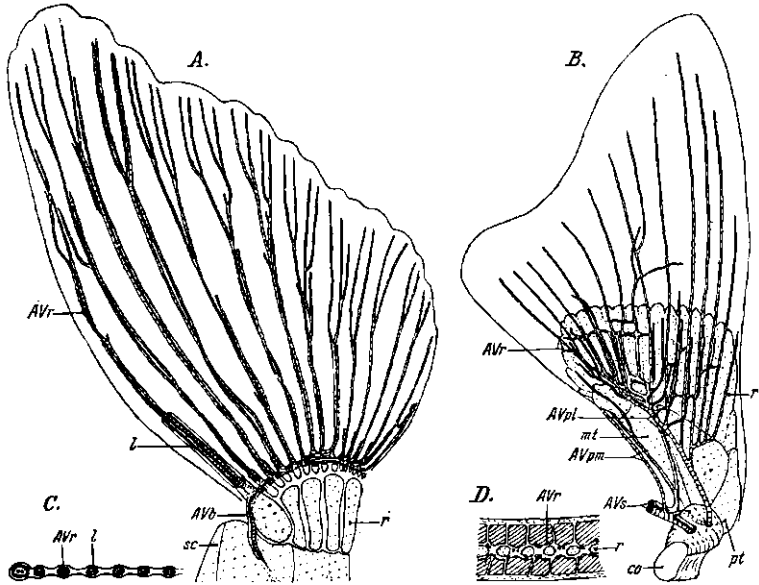


Fig. 26. Die Gefäßverteilung in der Brustflosse von *A Salmo irideus* (Grodziński) und *B Squalus acanthias* (Müller). *C* Verhältnis der Radialgefäße zu den Skelet-elementen der Flosse bei *Salmo*. *D* dasselbe bei *Scyllium canicula* (Grodziński). *AVb* = A. und V. basalis; *AVpm* = A. und V. pterygalis medialis; *AVpl* = A. und V. pterygalis lateralis; *AVr* = A. und V. radialis; *AVs* = A. und V. subclavia; *co* = Korakoid; *l* = Lepidotrichia; *mt* = Metapterygium; *r* = Radien; *pt* = Propterygium; *sc* = Scapula.

würden. Das Blut gelangte nämlich von der A. hypobranchialis über die A. coracoidea in die A. epigastrica, die in der Basis der Seitenfalten bis zum Becken verliefen. Nach der erfolgten Differenzierung der Brust- und Bauchflossen aus den Seitenfalten blieben zwar die longitudinalen Gefäße zurück, aber die Segmentalgefäße übernahmen als Aa. subclaviae und iliacaе ihre Blutversorgung. Nur bei primitiven Selachiern nehmen sie noch an ihrer Ernährung teil.

Die A. subclavia der Teleosteer (*Salmo*, *Lopholatilus*, *Gobius*, *Gadus*) entspringt entweder aus der Aorta lateralis oder medialis. Durch den Schultergürtel gelangt sie auf die kraniale Seite der freien Flosse, von wo sie als A. basalis in einem Bogen den durch die Radialia und Lepidotrichia gebildeten

Tunnel durchzieht (Fig. 26 A, AVb). Die Basalarterie schiebt die Aa. radiales aus, die in den Lepidotrichia verlaufen. Die Venen liegen den Arterien dicht an. Die Vv. subelaviae münden meistens in den Ductus Cuvieri und bei *Boleophthalmus* direkt in den Sinus venosus (Nordensen, Silvester, Grodziński, Schöttle).

Die Blutgefäße der Bauchflossen sind weniger bekannt als die der Brustflossen. Die A. iliaca der Elasmobranchier entspringt wie andere Segmentalgefäße aus der Aorta und erreicht die Flossen als A. femoralis. Das Blut der Bauchflossen leiten die gleichnamigen Venen in die Vv. epigastricae (Daniel, Coles, Parker, Marples).

Bei den meisten Teleosteen behalten die Aa. iliaca auch ihre segmentale Anordnung. Falls die Bauchflossen eine brustständige Lage einnehmen (*Gobiidae*, *Lopholatilus*), nehmen die Arterien in den hypobranchialen Gefäßen ihren Ursprung. Die Vv. iliaca (Fig. 18, V₂) vereinigen sich in diesen Fällen mit den Vv. hepatica (Silvester, Schöttle). Bei *Salmo* erreichen diese Venen durch Vermittlung der Abdominalvene die Gefäße des Darmes und zwar die V. intestinalis ventralis (Świenty).

Literatur.

- Agar, W. E., On the Appearance of Vascular Filaments on the Pectoral Fin of *Lepidosiren paradoxa*. Anat. Anz. 33, 1908. — Allen, W. F., Distribution of the Lymphatics in the Tail Region of *Scorpoenichthys marmoratus*. Amer. J. Anat. 11, 1910. — Derselbe, Distribution of the Subcutaneous Vessels in the Tail Region of *Lepidosteus*. Ebenda 8, 1908. — Anthony, R., Recherches sur le développement de la circulation chez l'épinoche (*Gasterosteus gymneurus* Cuv.). Arch. Zool. Exp. Génér. 57, 1918. — Argaud, Recherches sur l'histotopographie des éléments contractiles et conjonctifs des parois artérielles chez les mollusques et les vertébrés. J. Anat. Physiol. 44/5, 1908/9. — Baer, C. E., Untersuchungen über die Entwicklung der Fische nebst einem Anhang über die Schwimmblase. Leipzig 1835. — Biborski, J., Über die Segmentalgefäße und die Gefäße der unpaaren Flossen der Scholle (*Pleuronectes platessa*). Bul. Acad. Cracovic. 1935. — Boreca, J., Quelques observations sur la circulation embryonnaire chez les Téléostéens. Bul. Soc. Zool. France 34, 1909. — Derselbe, Observations sur la circulation embryonnaire chez les Téléostéens. Ann. Sc. Univer. Jassy 6, 1910. — Burne, R. H., Certain Elastic Mechanisms in Fishes and Reptiles. Proc. Zool. Soc. London. 1909. — Bykowski, L. & Nusbaum, J., Beiträge zur Morphologie des parasitischen Knochenfisches *Fierasfer* Cuv. Bul. Acad. Cracovic, 1904. — Cavalé, M., La vésicule biliaire et sa circulation artérielle chez quelques poissons de mer (*Torpedo galvani*, *Scyllium catulus*, *Galeus canis*). C. R. Soc. Biol. 55, 1903. — Chevey, P., Sur les derniers stades du développement de la circulation caudal chez la perche (*Perca fluviatilis*). Bul. Soc. Zool. France 58, 1923. — Derselbe, Sur les réseaux vasculaires transitoires de l'alevin d'*Acara tetramerus*. C. R. Acad. Sci. Paris 184, 1927. — Coles, E. M., The Segmental Arteries in *Squalus sucklii*. Univ. Calif. Publ. Zool. 31, 1928. — Corning, H. K., Beiträge zur Kenntnis d. Wundernetz-bildung in d. Schwimmblasen der Teleostier. Morph. Jahrb. 14, 1888. — Cuvier & Valenciennes, Histoire naturelle des poissons. Paris 1828—49. — Daniel, J. F., The Subelavian Vein and its Relations in Elasmobranch Fishes. Univ. Calif. Publ. Zool. 18, 1918. — Derselbe, The Lateral Blood Supply of Primitive Elasmobranch Fishes.

Ebenda 29, 1926. — Daniel, J. F. & Stoker, E., The Relations and Nature of the Cutaneous Vessels in Selachian Fishes. Ebenda 31, 1927. — Diamare, F., I vasi splancnici e loro relazioni topografiche in *Scyllium catulus* e *Torpedo marmorata*. Arch. Zool. Napoli 4, 1910. — Derselbe, Sui rapporti della vena porta e delle arterie splancniche in *Scyllium catulus* e *Torpedo marmorata*. Anat. Anz. 34, 1909. — Dragendorff, O., Beiträge zum histologischen Bau der Arterienwülste bei Knochenfischen und Amphibien. Z. Anat. 92, 1930. — Duvernoy, G. L., Sur quelques particularités du système sanguin abdominal et du canal alimentaire de plusieurs poissons cartilagineux. Ann. Sc. Nat. 3, 1835. — Derselbe, Note additionnelle au mémoire sur quelques particularités du système sanguin abdominal et du canal alimentaire de plusieurs poissons cartilagineux. Ebenda 5, 1836. — Derselbe, Sur deux bulbes artérielles faisant la fonction du cœur accessoires, qui se voient dans les artères innomées de la Chimère arctique. C. R. Acad. Sci. Paris 5, 1837. — Derselbe, Note sur le sinus veineux génital des Lamproies et le réservoir analogue, qui fait partie du système veineux abdominal des Selaciens en général et plus particulièrement des Raies. Ebenda 22, 1846. — Einstmann, J. W., Über das Venensystem der einheimischen Teleostier. Arch. Naturgesch. 79, 1913. — Emery, C., *Fierasfer*. Faun. Flor. Golf Neapel. 1880. — Eschricht, D. F. & Müller, J., Über arteriöse und venöse Wundernetze an der Leber und einen merkwürdigen Bau dieses Organes beim Thunfische. Abh. Akad. Berlin. 1835. — Derselbe, Über die Wundernetze am Darmkanal des *Squalus vulpes* L. Ebenda. — Favaro, G., Note fisiologiche intorno al cuore caudale dei Murenoidi (Tipo *Anguilla vulgaris*). Arch. Fis. Firenze 2, 1905. — Derselbe, Il cuore ed i seni caudali dei Teleostei. Anat. Ant. 27, 1905. — Derselbe, Sopra la circolazione caudale nei Missinoidi, nei Selaci, negli Olocefali e nei Ganoidi. Att. Mem. Acad. Padova 21, 1905. — Derselbe, Ricerche intorno alla morfologia ed al sviluppo dei vasi, seni e cuori caudali nei ciclostomi e nei pesci. Att. R. Instit. Veneto 65, 1906. — Frade, F., Sur l'anatomie de deux poissons scombriformes: *Thunnus thynnus* L. et *Auxis thazard* (Lacép). Bul. Soc. Portug. Sc. Nat. 10, 1925. — Derselbe, Nouvelles recherches sur l'anatomie du Thon rouge. Ebenda 10, 1927. — Gelderen, Ch., Zur vergleichenden Anatomie der Vv. cardinales posteriores, der V. cava inferior und der Vv. azygos (vertebrales). Anat. Anz. 63, 1927. — Giacominl, E., Sopra ad alcune particolari disposizioni nel sistema arteriosa (glomeruli vasali) e nel sistema linfatico dei Teleostei. Rend. R. Acad. Bologna 26, 1922. — Gitter, A., Kapillarbeobachtungen an der Schwanzflosse von Fischen. Z. Kreislauforsch. 25, 1933. — Greil, A., Über die ersten Anlagen der Gefäße und des Blutes bei Holo- und Mesoblastiern (speziell bei *Ceratodus forsteri*). Verh. Anat. Ges. 1908. — Grodzinski, Z., Beiträge zur Entwicklung der Blutgefäße der Salmonidenembryonen. Bull. Acad. Cracovie 1925. — Derselbe, Über das Blutgefäßsystem von *Myxine glutinosa* L. Ebenda 1926. — Derselbe, Entwicklung der Blutgefäße bei *Scyllium canicula* L. Ebenda 1928. — Derselbe, Die Blutgefäßentwicklung in der Brustflosse der Gattung *Salmo*. Ebenda 1931. — Derselbe, Sur les vaisseaux sanguins de l'intestin chez les cyclostomes. C. R. Ass. Anat., 1932. — Derselbe, Vergleichende Entwicklungsgeschichte und Anatomie der axialen Blutgefäße in den vorderen Extremitäten der Wirbeltiere. Bul. Acad. Cracovie, 1934. — Grynfeldt, E., Vascularisation des corps surrenaux chez les *Scyllium*. C. R. Acad. Sci. Paris. 134, 1902. — Derselbe, Les corps suprarenaux chez quelques Squales et leurs rapports avec le système artériel. C. R. Ass. Anat. 4, 1902. — Guillot, N., Sur un réservoir particulier qui présente l'appareil de la circulation des raies. C. R. Acad. Sci. Paris 21, 1845. — Hochstetter, F., Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Venensystems der Amphibien und Fische. Morph. Jahrb. 13, 1888. — Derselbe, Entwicklungsgeschichte des Gefäßsystems. Erg. Anat. Entw.gesch. 1, 3, 1891, 1893. — Derselbe, Über die Entwicklung der Dottersackzirkulation bei *Scyllium stellare*. Arch. mikr. Anat. 66, 1905. — Hoffmann, C. K., Zur Entwicklungsgeschichte des Venensystems bei den Selachiern. Morph. Jahrb. 20, 1893. — Howes, G. B., On the Intestinal Canal

of the Ichthyopsida with Special Reference to its Arterial Supply and the Appendix Digitiformis. J. Linn. Soc. 23, 1890. — Hyrtl, J., Sur les sinus caudal et céphalique des poissons et sur le système de vaisseaux latéraux avec lesquels ils sont en connection. Müllers Arch., 1843; Ann. Sc. Nat. 20, 1843. — Derselbe, *Lepidosiren paradoxa*, Monographie. Abh. Böhm. Ges. Wiss. 3, 1845. — Derselbe, Das uropoëtische System der Knochenfische. Denkschr. Akad. Wien, 1851. — Jacobshagen, E., Zur Kenntniss und Charakterisierung des Rumpfdarmbaues der Lungenfische. Morph. Jahrb. 63, 1929. — Jacobson, De systemate venoso peculiari in permultis animalibus observato. Hafniae 1821. — Jourdain, S., Recherches sur la veine porte renale. Ann. Sc. Nat. 12, 1859. — Derselbe, Coup d'oeil sur le système veineux et lymphatique de la raie bouclée. An. Acad. Rochelle 8, 1868. — Jungersen, H. F. E., Ichthyotomical Contributions. 2. The Structure of the *Aulostomidae*, *Syngnathidae* and *Solenostomidae*. Skrift. Danske Vidensk. Selsk. 8, 1910. — Kerr, G. J., Note on the Posterior Vena cava in *Polypterus*. Proc. R. Soc. Edinburgh 18, 1910. — Derselbe, Note on the Swimbladder and Lungs. Ebenda 17, 1907. — Kimball, P., A Comparative Study of the Vas subintestinale in the Vertebrates. A. J. Anat. 42, 1928. — Lafite-Dupont, Note sur le système veineux des sélaciens. Trav. Stat. Arcachon, 1898. — Laguesse, E., Bourrelets valvulaires artériels chez les poissons. C. R. Soc. Biol. 4, 1892. — Ledebur, J., Über die Sekretion und Resorption von Gasen in der Fischschwimmbläse. Biol. Rev. Cambridge 12, 1937. — Lereboullet, M., Recherches d'embryologie comparée sur le développement de la truite. Ann. Soc. Nat. 16, 1861. — Derselbe, Recherches d'embryologie comparée sur le développement du brochet, de la perche et de l'écrevisse. Mém. Sav. Etrang. 1862. — Leydig, F., Zur Anatomie und Histologie der *Chimaera monstrosa*. Müllers Arch., 1851. — Marshall-Hall, A Critical and Experimental Essay on the Circulation of the Blood: Especially Observed in the Minute and Capillary Vessels of the Batrachia and of Fishes. London 1831. — Marples, B. J., The Subcutaneous Venous System of the Common Dogfish, *Scyliorhinus (Scyllium) canicula*. Proc. Zool. Soc. London. 1936. — Mayer, P., Über die ersten Stadien der Gefäße bei den Selachiern. Anat. Anz. 9, 1893. — Derselbe, Über Eigentümlichkeiten in den Kreislauforganen der Selachier. Mitt. Zool. Stat. Neapel 8, 1888. — Müller, E., Die Brustflosse der Selachier. Ein Beitrag zu den Extremitätentheorien. Anat. Heft. 39, 1909. — Müller, J., Über Nebenkiemen und Wundernetze. Arch. Anat. Phys. 1840. — Derselbe, Über die Wundernetze der Hechtswimmbläse. Ebenda. — Neuville, H., Note sur le système porto-hépatique des Squales. Bull. Mus. Hist. Nat. Paris, 1896. — Derselbe, Sur les vaisseaux intra-intestinaux des sélaciens. Ebenda 1897. — Derselbe, Note préliminaire sur l'endothélium des veines intestinales chez les sélaciens. Ebenda 1900. — Derselbe, Contribution à l'étude de la vascularisation intestinale chez les cyclostomes et les sélaciens. Thèse Paris 1901. Ann. Sc. Nat. 13, 1901. — Nicolai, Untersuchungen über den Verlauf und die Vertheilung der Venen bei einigen Vögeln, Amphibien und Fischen, besonders die Venen der Nieren betreffend. Isis 1826. — Nordenson, J. W., Die Nerven und Gefäße der paarigen Flossen von *Gadus collaris* L. Ark. Z. Upsala 6, 1910. — Panzera, O., Relazione fra vascolarizzazione e funzione respiratoria della pinna caudale di *Periophthalmus Koelreuteri*. Boll. Zool. 2, 1931. — Petré, T., Die Venen der Gallenblase und der extrahepatischen Gallenwege beim Menschen und bei den Wirbeltieren. Stockholm 1933. — Pitzorno, M., Ricerche di morfologia comparata sopra le arterie succlavia e ascellare. 3. Selaci. Monit. Zool. Ital. 16, 1905. — Pouchet, G., Terminaisons vasculaires dans la rate des sélaciens. J. Anat. Phys. 18, 1882. — Quekett, J., Über eigentümliche Anordnung der Blutgefäße in der Schwimmbläse der Fische. Erörrip's Not. 23, 1842. Trans. Micr. Sc. London. 1844. — Potter, G. E. & Teague, S. J., The Development of the Posterior Cardinal Veins in Relation to the Swimbladder in *Lepidosteus*. J. Morphol. 56, 1934. — Rabl, C., Über die Entwicklung des Venensystems der Selachier. Festschr. Leuckart 1892. — Raffaele, F., Ricerche sullo sviluppo del sistema vascolare nei selaci. Monit. Zool. Stat. Neapel 10, 1891. — Rand, H. W. &

- Ulrich, J. L.**, Posterior Connections of the Lateral Vein of the Skate. *Am. Natur*, **39**, 1905. — **Rathke, H.**, Über die Leber und das Pfortadersystem der Fische. *Meckel's Arch.* 1826. — **Bauther, M.**, Beiträge zur Kenntnis der Panzerwelse. *Zool. Jahrb. Abt. Morph.* **31**, 1911. — **Derselbe**, Zur Kenntnis der Polypteridenlunge. *Anat. Anz.* **55**, 1922. — **Derselbe**, Zur vergleichenden Anatomie der Schwimmblase der Fische. *Erg. Fortschr. Zool.* **5**, 1922. — **Derselbe**, Die Schwimmblase. *Bolk-Lubosch, Handb. vergl. Anat.* Berlin **3**, 1937. — **Reinecke, O.**, Über Wandungsbau der Arterien insbesondere die Struktur des elastischen Gewebes bei Anamnioten und Säugetieren. *Arch. mikr. Anat.* **89**, 1917. — **Riggert, F.**, Beiträge zur Anatomie der Fischeleber. *Diss. Hannover* 1922. — **Rindsinsky, A.**, Sur le développement du système porte rénal chez Trygon. *Rev. Zool. Russ.* 1929. — **Robin, C.**, Sur le système veineux des poissons cartilagineux. *C. R. Acad. Sci. Paris* **21**, 1845. — **Derselbe**, Note sur la dilatation veineuse, qui se trouve dans la cavité ventrale des raies. *Proc. verb. Soc. Phil.*, 1845. — **Derselbe**, Note relative aux système sanguin et lymphatique des raies et des squales. *Ebenda*. — **Derselbe**, Communication sur le système veineux des raies. *J. l'Institut* **13**, 1845. — **Derselbe**, Sur le système veineux des Sélaciens. *Ebenda* **14**, 1846. — **Derselbe**, Notes sur quelques portions du système veineux de raies. *Rev. Zool. Russ.* **9**, 1846. — **Derselbe**, Système sanguin des Plagiostomes. *J. l'Institut* **15**, 1847. — **Derselbe**, Mémoire sur les vaisseaux chylifères et sanguins des torpilles. 1848. — **Derselbe**, Note sur quelques caractères et sur le cœur caudal des anguilles, des congres et des leptocephales. *J. Anat. Physiol.*, 1880. — **Rückert, J.**, Über die Glomeruli der Vorniere von *Torpedo* und deren arteriellen Gefäße. *Arch. mikr. Anat.* **89**, 1917. — **Derselbe**, Zur Entwicklung der V. cardinalis post. von *Torpedo*. *Ebenda*. — **Derselbe**, Über die Entwicklung der Dottergefäße des Selachierreies. *Ebenda* 1921. — **Ryder, J. A.**, The Vascular Respiratory Mechanism of the Vertical Fins of the Viviparous *Embiotocidae*. *Proc. Acad. Philadelphia*, 1893. — **Schmid, F. Ch.**, Über die Leber und das Pfortadersystem der Fische. *Diss. Augsburg* 1849. — **Schoenlein, K.**, Beobachtungen über Blutkreislauf und Respiration bei einigen Fischen. *Z. Biol.* **14**, 1895; *Bull. Sc. Franc. Belg.* **26**, 1895. — **Séde, P.**, Sur l'appareil vasculaire superficiel de poissons. *C. R. Acad. Sci. Paris* **102**, 1886. — **Shearer, E. M.**, Studies on the Embryology of Circulation in Fishes. 1. The Veins of the Abdominal Wall. *Amer. J. Anat.* **46**, 1930. — **Srdinko, O. V.**, Circulation du sang dans les capsules surrenales chez les vertébrés. *Bul. Acad. Bohême*. 1905. — **Stannius, H.**, Handbuch der Anatomie der Wirbeltiere. Berlin 1854. — **Sterzi, G.**, Die Blutgefäße des Rückenmarks. *Anat. Heft.* **24**, 1904. — **Szantroch, Z.**, Gefäßsympathicus bei *Cottus scorpius* (*Teleostei*). *Z. Anat. Entw. gesch.* **107**, 1937. — **Trois, E. F.**, Ricerche sulla struttura della *Ranzania truncata*. *Atti Ist. Veneto* **3**, 1877. — **Vanhöffen, E.**, Über das Gefäßsystem und den Blutlauf der Lungenfische, sowie über ihre Stellung zur Flossentheorie. *Schrift. Phys. Ökonom. Ges. Königsberg* **28**, 1888. — **Vidal, V. M.**, Anatomia comparada de la vena porta y venas del higado. *Rev. med. Barcelona* **16**, 1931. — **Virchow, H.**, Über Blutinseln und Gefäßbezirk von *Torpedo ocellata*. *Sitzber. Ges. Naturf. Berlin* 1898. — **Derselbe**, Über Dottersacknaht und primären Kreislauf bei *Scyllium*. *Ebenda*, 1897. — **Derselbe**, Die Entwicklung des Gefäßbezirktes auf dem Selachier-Dottersacke. *Ebenda*, 1895. — **Wenkebach, F.**, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Knochenfische. *Arch. Mikr. Anat.* **28**, 1886. — **Wetterdal, P.**, Beiträge zur Morphologie des Gefäßsystems. Die Entwicklung der Gefäße in der Brustflosse bei *Squalus acanthias*, nebst Bemerkungen über die Entwicklung der Arterien der vorderen Extremitäten im allgemeinen. *Anat. Heft.* **59**, 1921. — **Widakowich, V.**, Wie gelangt das Ei der Plagiostomen in den Eileiter? Ein Beitrag zur Kenntnis des Venensystems von *Scyllium canicula*. *Z. wiss. Zool.* **91**, 1908. — **Willem, V. & L.**, L'influence des mouvements respiratoires sur la pulsation cardiaque chez les poissons Téléostéens. *Bull. Acad. Belgique* **12**, 1920. — **Wintrebert, P.**, Sur la première circulation veineuse du cyprin doré (*Carassius auratus*). *C. R. Acad. Sci. Paris.* **147**, 1908. — **Woodland, W.**, On the Structure and Function

of the Gas Glands and Retia Mirabilia Connected with the Gas Bladder of Some Teleostean fishes. Proc. Zool. Soc. London 1911. — **Derselbe**, A Suggestion Concerning the Origin and Significance of the Renal-portal System, with Appendix Relating to the Production of the Subabdominal Veins. Ebenda, 1906. — **Ziegenhagen, P.**, Über Entwicklung der Cirkulation bei Teleostiern, insbesondere bei *Belone*. Verh. Anat. Ges. 12, 1896.

4. Abschnitt.

Blut und blutbildende Organe.

a) Blut.

Frisches Blut unter dem Mikroskop beobachtet läßt in einer farblosen Flüssigkeit, die Blutplasma genannt wird, viele gelbliche, mehr oder weniger ovale Platten erkennen und zwischen ihnen auch einige wenige farblose, verschieden gestaltete Zellen. Es sind dies die roten und weißen Blutkörperchen.

Die ersteren zeigen sowohl im frischen Zustande, wie auch nach der Behandlung mit verschiedenen hämatologischen Methoden nur verhältnismäßig kleine Unterschiede. Die weißen Blutkörperchen lassen sich dagegen in Granulo-, Agranulo- und Thrombozyten, und zwar auf Grund der Anwesenheit oder Abwesenheit von verschiedenen Granulationen des Zellplasmas, sowie auf Grund der Zellgestalt und Kernart ziemlich sicher unterscheiden. Auch werden die Thrombozyten den roten und weißen Blutkörperchen als ein gleichwertiges Element gegenübergestellt.

α) Blutplasma.

Das Blutplasma ist eine durchsichtige Flüssigkeit, in der die Blutzellen schweben. Der Gehalt des Plasmas an Wasser beläuft sich beim Karpfen auf 948 und an festen Stoffen 52 Gewichtsteile (Schulz & Krüger). Der Mineralstoffgehalt beträgt in Gramm pro 100 cm³ des Blutplasmas von *Tinca vulgaris* Na — 0,312, K — 0,016, Ca — 0,0119, Mg — 0,004, Cl — 0,313 und des anorganischen P — 0,004 (Püschel). Der Salzgehalt des Plasmas unterliegt bei Teleostern unter dem Einflusse des Salzgehaltes des Mediums nur geringen Schwankungen. Sein osmotischer Druck bei *Gadus* beträgt 0,761. Der osmotische Blutdruck beträgt bei *Scyllium* 2,26 (MacCallum), gleicht immer dem Drucke des umgebenden Wassers und wird durch die Anwesenheit des Harnstoffes auf gleicher Höhe gehalten. Im hypotonischen Meerwasser wird der Harnstoff ausgeschieden (Rowinski). Der Harnstoffgehalt im Blute der Teleosteer beträgt 0,0238%, bei Selachiern dagegen 1,8042%, was mehr als das 50fache der Harnstoffmenge, die für Säuger angegeben wird, ausmacht. Der Gesamteiweißgehalt im Plasma beträgt bei *Anguilla* 6,73%, bei *Scyllium* 1,62%. Der letztere Wert ist bei den Wirbeltieren der niedrigste bekannte (Schulz & Krüger).

β) Rote Blutkörperchen.

Die roten Blutkörperchen, auch Erythrozyten genannt (Fig. 27a), sind ovale oder rundliche abgeplattete Zellen, die in den Gefäßen nur passiv mit

dem Blutstrome mitgetrieben werden. Ihr Körper, der eine wohl umschriebene und konstante Gestalt besitzt, zeichnet sich durch eine große Elastizität aus. Beim Durchzingen der Erythrozyten durch sehr feine Gefäße werden sie in die Länge ausgezogen, sobald sie jedoch diesen Gefäßabschnitt passiert haben, nehmen sie genau dieselbe Gestalt an wie zuvor. Ein weiteres Merkmal dieser Zellart bildet das Hämoglobin, welches im Zellplasma verteilt den Zellen ein gelbliches Aussehen verleiht und beim Stoffwechsel eine wichtige Rolle spielt*).

Die reifen Erythrozyten besitzen einen länglich-ovalen Kern, der die sonst abgeplattete Zelle hervorwölbt. Babudieri fand bei mehreren Teleosteen ovale oder rundliche Erythrozyten, die keine Spur des Kernes aufweisen. Sie sind nicht zahlreich und in der Größe stehen sie den kernhaltigen viel nach. Bei *Piaractus brachypomus* bilden sie im günstigsten Falle 0,5% der gewöhnlichen roten Blutkörperchen (Oria).

Im Zellplasma der Erythrozyten kommen bei fast allen untersuchten Arten sich mit Neutralrot färbende Vakuolen oder Körner und mit Janusgrün färbbare Fäden vor. Die ersteren werden von manchen Autoren (Dornesco & Steope) mit dem Golgiapparat identifiziert, die anderen sind Mitochondrien. Die mit Neutralrot reagierenden Gebilde sind bei Teleosteen klein und kommen gewöhnlich in geringer (1—2) Zahl vor. Bei den Selachiern sind sie viel größer und zahlreicher vorhanden (Dawson, Dornesco & Steope, Lewis & Lewis).

Außer den gewöhnlichen Erythrozyten kommen oft im Fischblute die jugendlichen Formen vor. Sie besitzen eine mehr rundliche Gestalt und das Chromatin im Kerne ist weniger kompakt. Im Körperplasma solcher Zellen kommen die mit Brillant-Cresyl-Blau sich färbenden Gebilde („reticulations patterns“ — Dawson) zahlreich vor. Sie verschwinden allmählich mit dem Fortschritte des Reifens der Erythrozyten. Bei Selachiern finden sie sich immer im Blute und machen bei *Mustelus* und *Raja* ungefähr 20% aller roten Blutkörperchen aus (Dawson). Bei Teleosteen ist ihr Vorkommen nicht so konstant. Dawson teilt die 18 von ihm untersuchten Teleosteerarten des Meeres in drei Gruppen ein. Zur ersten gehören die mit 20% Gehalt der jugendlichen Erythrozyten (u. a. *Scomber*, *Anguilla*), zur zweiten die mit 3—6% dieser Zellen (u. a. *Cyprinodon*, *Prionotus*), zur dritten, die nur spärliche jugendliche Formen aufweisen (u. a. *Echeneis*, *Syngnathus*). Durch starke, mehrmals wiederholte Aderlässe konnten Bizzozero und Torre enorme Vergrößerung der Zahl der jugendlichen Erythrozyten im Blute hervorrufen. Bei einem Exemplare von *Carassius*, an dem sie experimentierten, übertrafen die jugendlichen sogar 2,8mal die Zahl der reifen Blutkörperchen im zirkulierenden Blute. Das Auftreten dieser Zellen hängt mit den sehr komplizierten Oxydationsprozessen des Hämoglobins zusammen und ist mit dem „high-altitude effect“ bei Säugern zu vergleichen (Dawson).

Die Größe der Erythrozyten variiert je nach der Fischgruppe beträchtlich. Die größten kommen bei Dipnoi (*Protopterus*) vor, was sie den großen

*) Physiologisches s. Teil 1, S. 831.

Blutkörperchen der geschwänzten Amphibien angliedern könnte. Bei Teleosteen (*Cyprinus*, *Tinca*, *Crenilabrus*) und Chondrostei (*Acipenser*) sind sie viel kleiner, bei anderen Fischen (*Scyllium*, *Amia*) nehmen sie in dieser Hinsicht eine Mittelstellung ein. Die Erythrozyten der Mehrheit der Fische sind also im allgemeinen kleiner als die der Reptilien und größer als die der Vögel.

Zahl der Blutkörperchen des Fischblutes auf 1 mm³ berechnet.

Fischart	Blutkörperchen		Autor
	rot	weiß	
<i>Mustelus canis</i>	393000	97000	Reznikoff & Reznikoff
<i>Raja</i> sp. ?	230000	?	Schulz & Krüger
<i>Acipenser sturio</i>	771600	19170	Babudieri
<i>Acipenser ruthenus</i>	1500000		Zwetkow
	2000000	?	
<i>Anguilla vulgaris</i>	2000000	40000	Cocquio
		80000	
<i>Cyprinus carpio</i>	2000000	90000	Stolz
	2650000	120000	
<i>Platessa platessa</i>	1875000	9580	Babudieri

Noch mehr als die Größe variiert die Zahl der roten Blutkörperchen sogar im Bereiche derselben Art, wie das aus den in der vorstehenden Tabelle zusammengestellten Werten ersichtlich ist. Jedenfalls steht sie noch sehr weit hinter der für die Vögel angegebenen Zahl zurück. Der Hämoglobingehalt des Blutes ist von der Zahl und Größe der Blutkörperchen abhängig. Er läßt sich in Prozent der Trockensubstanz der Erythrozyten ausdrücken und die diesbezüglichen Zahlen für verschiedene Fischarten betragen: *Mustelus canis* 19–41% (Reznikoff & Reznikoff), *Acipenser sturio* 65%, *Anguilla* 48–79%, *Esox* 44–55%, *Platessa platessa* 37,5% (Babudieri). Es lassen sich rhythmische, tägliche und periodische 2–4tägige Schwankungen im Erythrozytengehalt feststellen, denen jedes Individuum unterworfen ist (Baudin). Auch das Alter, der allgemeine Zustand der Tiere und die Anwesenheit der Blutparasiten üben einen Einfluß auf die Zahl der Erythrozyten aus. Der „Fe“-Gehalt des Blutes hängt mit der Beweglichkeit der Fische zusammen und wird für die trägen *Lophopselta maculata* auf 7,7 bis 13,1 mg und für die raschen *Sarda sarda* auf 37–51,9 mg auf jede 100 cm³ des Blutes angegeben (Hall & Gray)*).

γ) Granulozyten (Leukozyten).

Zu den Granulozyten gehören alle weißen, protoplasmareichen Blutkörperchen, die in ihrem Körper verschiedenartige Körner führen. Sie können mit dem Blutstrom passiv mitgetrieben werden, doch können sie sich auch aktiv durch das Ausschicken der Pseudopodien bewegen und sind imstande, aus den Gefäßen in die umgebenden Gewebe auszuwandern. Lange Zeit

*) Näheres Teil 1, S. 839.

war man nicht im Sicherem, wie die mannigfaltigen Bilder der weißen Blutkörperchen aufzufassen sind. Erst Ehrlich (1879) gab eine Methode an, die es erlaubte, auf Grund der Affinität der Zellgranulationen zu basischen, neutralen und saueren Anilinfarbstoffen verschiedene Arten der Granulozyten beim Menschen zu unterscheiden. Diese Methode ließ sich mit gutem Erfolge auch bei anderen Wirbeltieren und sogar bei Fischen verwenden. Man unterscheidet also neutro-, azido- und basophile Granulozyten. Für *Dipnoi* werden noch metaeosinophile Granulozyten angegeben (Jordan & Speidel). Die Zahl der Granulozyten im Verhältnis zu allen weißen Blutkörperchen des Fischblutes beträgt nach Babudieri für *Acipenser sturio* 16,7%, für *Anquilla* 6,5–23%, für *Esox* 4,4–40% (Reznikoff & Reznikoff); sie variiert also in großen Grenzen sogar bei derselben Art. Die Granulozyten phagozytieren selten größere Objekte, wie z. B. Erythrozyten (Lewis & Lewis).

Die neutrophilen Granulozyten (Polymorphonuklearen, Spezialleukozyten) zeichnen sich durch die Anwesenheit von feinen neutrophilen Körnern aus (Fig. 27f). Ihr Kern ist in 2–3 breite Lappen segmentiert, die schleifenförmig ineinander übergehen. Sie kommen bei allen Fischarten vor und bilden mit einigen Ausnahmen (*Crenilabrus*) die Mehrheit der im Blute vorhandenen Leukozyten. Bei den Dipnoern würden ihnen vielleicht die metaeosinophilen Zellen am nächsten stehen (Jordan & Speidel).

Die azidophilen Granulozyten (eosinophile) besitzen einen exzentrisch gelegenen, ovalen oder von einer Seite eingedrückten (Fig. 27e) oder sogar 2–4lappigen Kern und in dem Plasma stark eosinophile Körner. Die Gestalt und Größe dieser Körner variiert beträchtlich; bei Selachiern sind sie stabförmig oder rundlich (Drzewina), bei den Dipnoern rund und groß (Jordan & Speidel), bei Teleostern zahlreich und fein, oder grob und vereinzelt (Lanine). Die Anwesenheit dieser Zellen wurde früher von vielen Seiten gelehrt. Mit der Verbesserung der Untersuchungsmethoden wurden sie bei vielen Fischen bis auf einige Teleosteer, wie *Salmo*, *Coregonus* und *Lota*, festgestellt (Lanine). Drury findet sie immer in der peritonealen Flüssigkeit, während sie in Gefäßen nicht so konstant sind. Der Größe nach gleichen sie ungefähr den Neutrophilen. Drury nimmt an, daß sie bakteriozide Sekrete produzieren.

Die basophilen Granulozyten (Fig. 27g) kommen nur bei vereinzelt Fischarten und überdies in kleiner Zahl vor (Robertson, Jordan & Speidel, Stolz, Babudieri, Loewenthal). Die Plasmagranulationen sind rund und groß und in verhältnismäßig geringer Anzahl vorhanden. Der oval ausgezogene und schwach gekrümmte Kern liegt exzentrisch.

d) Die Agranulozyten

(Lymphozyten, Monozyten, ungranulierte Leukozyten).

Die Agranulozyten sind Zellen mit großem Kern und homogenem Plasma. Sie kommen bei allen Fischen vor und übertreffen um das Vielfache die Zahl

der Granulozyten: bei *Acipenser* um das 1,5-, bei *Anguilla* um das 3—11-, bei *Esox* um das 1,5—11-, bei *Crenilabrus* um das 2—6fache (Babudieri).

Die Größe der Agranulozyten und ihre Kernplasmarelation variieren bei einem und demselben Fiere stark, so daß man für Fische ähnlich wie für die höheren Wirbeltiere zwei Typen, nämlich kleine und große, unterscheidet. Die kleinen (Fig. 27b) besitzen einen kugeligen Kern, den ein kleiner Hof des Plasmas umgibt. Sie werden auch Lymphozyten genannt. Ihre Größe übertrifft meistens nicht 10 μ (*Acipenser* 6,5—10, *Esox* 6,5—10, *Alburnus* 3—6,5, Babudieri). Die großen Agranulozyten oder Monozyten (Fig. 27c) besitzen einen unregelmäßig ovalen Kern und einen größeren Plasmaleib. Ihr Durchmesser beträgt bei *Acipenser* 13—18 μ , *Esox* 9,5 bis 13 μ , *Alburnus* 11,5—14,5 μ (Babudieri). Die Zahl der Monozyten steht im Fischblute weit hinter der der Lymphozyten zurück. Die beiden extremen Typen der Agranulozyten vereinigen intermediäre Formen miteinander (Drzewina). Unter bestimmten Bedingungen phagozytieren die Monozyten sehr gering und je nach der Größe der Objekte, die sie enthalten, können sie als Makrophagen (Chamatozysten) oder als epithel-

Die Größe der Blutkörperchen in μ angegeben.

Fischart	Erythroz.	Granulozyten			Agranulozyten		Thromb.	Autor
		neutr.	azid.	basoph.	Lymph.	Monoz.		
<i>Scyllium canicula</i>	17 × 10 21 × 13	11	11	—	7—8	11	10,5 × 3,5	Maximow
<i>Acipenser sturio</i>	14,5 × 10,5	13 × 16,5	13 × 18	—	6,5 × 10	13 × 18	(5—11,5) (13 × 14,5)	Babudieri
<i>Acipenser ruthenus</i>	(6—10) × (8—16)	6—12	8—11	—	—	—	3—4	Zwetkow
<i>Amia calva</i>	10 × 19	16	18	10	13	20	3 × 6	Robertson
<i>Protopterus aethiop.</i>	36 × 17	?	33	24	22	40	16 × 11	Jordan & Speidel
<i>Cyprinus carpio</i>	(8—10) × (10—15)	14,5—16,5	14—17,5	10—11	5,5—7,5	13—16	*3 × (5—10)	*Babudieri, Stolz
^{5*} <i>Tinca vulgaris</i>	(6,5—10) × (10—16)	8—10	6,5—8	10—11	3—6,5	8—10	5 × 5	Babudieri
<i>Crenilabrus sp.?</i>	(5—6,5) × (8—10)	8—10	8—10	—	3,5—6,5	8—11,5	3 × (6,5—9,5)	Babudieri

ioide Zellen betrachtet werden. Sie sind imstande, sich auch in mehrkernige Riesenzellen umzuwandeln (Lewis & Lewis).

e) Thrombozyten (Spindelzellen).

Diese Blutelemente (Fig. 27d) besitzen ähnlich wie die Lymphozyten einen großen Kern und wenig Zellplasma. Der Kern ist meistens länglich-oval ausgezogen. Das Plasma umgibt ihn von allen Seiten, häuft sich jedoch größtenteils an den beiden entgegengesetzten Enden derselben an. Der Größe nach gleichen sie ungefähr den Lymphozyten: *Scyllium* $10,5 \times 3,5 \mu$, *Amia* $3 \times 6 \mu$, *Acipenser* $8 \times 14 \mu$, *Cyprinus* $3 \times (5-10) \mu$. Bei *Scyllium* wurde von Maximow und bei *Protopterus* von Jordan & Speidel die Anwesenheit der Spindelzellen festgestellt, die feine Körnchen im Protoplasma führen.

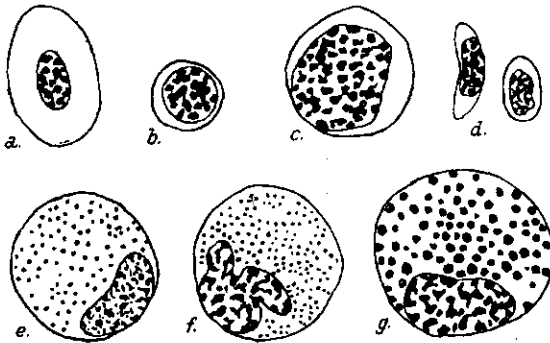


Fig. 27. Blutkörperchen der Fische. Mit Ausnahme der Fig. „d“ (*Scyllium canicula* — nach Maximow) gehören die abgebildeten Blutkörperchen dem Karpfen an und wurden aus den Arbeiten von Stolz (a, b, c, f, g) und Lanine (e) zusammengestellt. a = Erythrozyt; b = Lymphozyt; c = Monozyt; d = Thrombozyt; e = azidophiler Granulozyt; f = neutrophiler Granulozyt; g = basophiler Granulozyt.

Bei *Raja* und *Acanthias* werden solche Zellen vermißt. Die Thrombozyten treten bei allen Fischen auf und es wird ihnen ein wichtiger Anteil an Gerinnungsprozessen des Blutes zugeschrieben.

Im Verhältnis auf 100 Granulo- und Agranulozyten berechnet, finden sich bei *Acipenser* 114 Thrombozyten, bei *Cyprinus* 8,8—223,6, bei *Anguilla* 6,6—110,1 (Babudieri). Ihre Zahl variiert enorm bei Individuen derselben Art, was Weidenreich damit zu erklären versucht, daß es überhaupt nicht möglich ist, die Thrombozyten von Lymphozyten bei Fischen mit Sicherheit auseinanderzuhalten. Weidenreich hält die Thrombozyten für eine besondere Erscheinungs-, vielleicht auch Differenzierungsform der Lymphozyten.

b) Blutbildende Organe.

Die Lebensdauer der Blutkörperchen ist begrenzt, sie sterben nach einer gewissen Zeit ab und ihr Körper wird abgebaut. Im Blutstrom finden sich

immer Zellen, die in verschiedenem Grade degeneriert, die schon tot, oder im Absterben begriffen sind. Wie lange Blutkörperchen der Fische leben, wurde nicht einmal annäherungsweise festgestellt; jedenfalls muß ein Nachschub für die zugrunde gegangenen Zellen stattfinden. Es existieren bei Fischen mannigfaltige Organe, die diese Funktion ausüben und die bei jungen oder erwachsenen Tieren nicht immer identisch sind.

α) Die Ontogenese der Blutkörperchen.

Das angioblastische Material stammt bei Fischen, wie das fast allgemein angenommen wird, aus dem Mesoderm (Fig. 28). Nur einige behaupten (Reagan, Hoffmann), daß sich dabei das Entoderm teilweise oder ausschließlich beteiligt. Das angioblastische Material, „intermediäre Zellmasse“ von Oellacher, sammelt sich nach Grochmalicki und Senior bei pelagischen Teleostearlaren nur im Schwanz und in der Analgegend an, bei anderen auch im Rumpfe, wie das am häufigsten beobachtet wurde (Grochmalicki, Oellacher, Ziegler, Henneguy, Felix, Sobotta, Swaen & Brachet, Wenckebach, Stockard, Senior).

Vom oberen an die Urwirbel grenzenden Rande der mesodermalen Seitenplatten sondern sich die Zellgruppen ab, die sich während der weiteren Entwicklung gegen die Chordabasis verschieben und sich unterhalb des Achsenskeletes als unpaarige, einheitliche Zellmasse ausbreiten. Nach vorn reicht dieselbe bei *Belone* bis zur Ohrbläschen-grenze (Grochmalicki), bei Forellen nur bis zum 8. Körpersegment (Sobotta). In dieser Zellmasse entstehen die Endothelzellen der Hauptgefäße (Aorta, Vv. cardinales) und rote Blutkörperchen. Ein Teil der noch nicht differenzierten Zellen wandert, wenigstens bei *Fundulus*, auf den Dottersack und gibt dort den Erythrozyten und Endothelzellen den Ursprung (Stockard). Bei den meisten pelagischen Teleostearlaren kommt der Dottersack als Entwicklungs-herd der Blutkörperchen nicht in Betracht, weil er sich frühzeitig rückbildet (Senior). Bei *Ceratodus* nimmt das angioblastische Material dieselbe Lage wie bei Teleosteen ein und reicht vom Herzbeutel bis zum Anus (Greil).

Bei den Elasmobranchiern findet im Dottersacke die Differenzierung der angioblastischen Elemente statt. Woher jedoch das Material stammt und auf welchem Wege es seine definitive Lage erreicht, ist bis jetzt ebenso wie bei den Vogelembrionen, bei welchen sich ähnliche Vorgänge abspielen, nicht einwandfrei entschieden. Im Dottersacke von *Scyllium canicula* entstehen aus den mesodermalen Blutinsele Endothelzellen, die als Gefäße die erythroblastischen Elemente umgreifen und außerhalb derselben die Mutterzellen der weißen Blutkörperchen zurücklassen. Aus den letzteren entstehen in konstanter zeitlicher Reihenfolge die neutrophilen Granulozyten, die Lymphozyten, die Thrombozyten und die azidophilen Granulozyten (Maximow). Die Lymphozyten und Granulozyten gehen bei *Fundulus* im vorderen Körperabschnitte aus mesodermalen, außerhalb der Blugefäße liegenden Zellen hervor (Stockard).

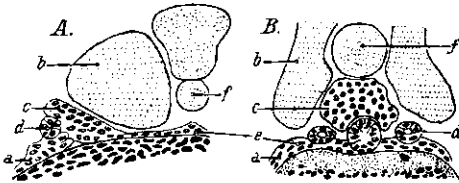


Fig. 28. Der Ursprung des angioblastischen Materials bei *Cyprinus carpio*, auf Querschnitten gesehen. A Embryo von 20 Urwirbeln; B etwas älteres Stadium. a = Seitenplatten; b = Urwirbel; c = angioblastisches Material; d = Vornierengang; e = Entoderm; f = Chorda dorsalis. Nach Grochmalicki.

Die blutbildende Funktion des Dottersackes und der subchordalen Zellmasse erschöpft sich in der Lebensperiode, in welcher die definitiven hämopoëtischen Organe in volle Tätigkeit treten.

Die hämoglobinhaltigen Zellen treten bei Fischembryonen frühzeitig auf. Nur bei Hering und Aal ist das Blut lange Zeit farblos. Erst im fünften Lebensmonat, wenn die Heringslarve die Länge von 35 mm erlangt hat, finden sich in ihrem Blute rote Blutkörperchen. Das Auftreten dieser Zellen fällt ähnlich wie beim Aal mit der Entwicklung der Körperpigmentation zusammen (Kupfer, John).

β) Verhältnisse bei erwachsenen Fischen.

Die Mutterzellen der Blutkörperchen kommen in allen Gegenden des Fischkörpers, dort, wo Blutgefäße und Bindegewebe vorhanden sind, zerstreut vor. Sie häufen sich auch als größere oder kleinere, blutbildende Organe zusammen. Der Darmkanal und seine Derivate sind in dieser Beziehung besonders bevorzugt, dann kommen noch die Nieren und in beschränktem Grade die Geschlechtsdrüsen, der Schädelknorpel und das Herz in die Rechnung.

Je nach der Art der Zellen, die dort produziert werden, spricht man von agranulo-, granulo- oder erythro-poëtischen Geweben. Es kommen bei Fischen Gewebe gemischten Charakters vor (Maximow). Das Muttergewebe für weiße Blutkörperchen findet sich an vielen Stellen des Fischleibes. Erythrozyten werden bei erwachsenen Fischen hauptsächlich in der Milz, im Knorpelmark und unter speziellen Lebensbedingungen auch in der Niere und in dem Leydigischen Organ erzeugt.

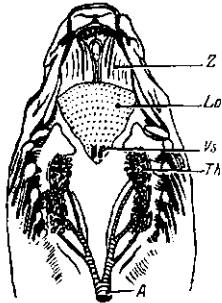


Fig. 29. Lymphoides Organ (Lo) der Mundrachenhöhle von *Chimaera monstrosa*. A = Aorta; Th = Thymus; Z = Zahn; Vs = Rachendachhypophyse.

Nach Fahrenholz.

Die Entwicklungsweise und der genetische Zusammenhang aller Arten der Blutkörperchen ist ein viel umstrittenes Problem. Von der einen Seite wird angenommen, daß es eine einzige Zellart gibt, welche die Endothelzellen, die roten und weißen Blutkörperchen liefert. Von der anderen Seite wird behauptet, daß es zwei oder sogar mehr solcher Zelltypen von Mutterzellen gibt. Alle diese unitarischen, dualistischen und polyphyletischen Theorien bringen verschiedene Argumente für und gegen vor; jedenfalls ist das Problem besonders bei den Fischen von der endgültigen Lösung noch weit entfernt.

Das Gaumenorgan der *Chimaera*.

Leydig beschrieb im Jahre 1851 ein Organ (Fig. 29) bei *Chimaera*, welches sich unter der Schleimhaut der Mundrachenhöhle befindet. Mit breiter Basis dicht an den Zahnplatten beginnend, läuft es nach hinten in einen scharfen Kiel aus, dessen Spitze auf der Höhe des dritten Kiemenbogens endigt (Fahrenholz). Es besteht aus einem bindegewebigen Gerüst, in welchem zahlreiche Zellen stecken und steht in dieser Beziehung dem Leydigischen Organ in der Oesophaguswand der Elasmobranchier nahe. Genauere Angaben über den Bau und die Funktion dieses Organs fehlen.

Das Leydigsche Organ der Selachier.

Im Oesophagus der Selachier befinden sich zwei abgeplattete gelbliche Gebilde, eines auf seiner dorsalen, das andere auf der ventralen Seite. Sie liegen zwischen der Submucosa und Muskulatur und reichen fast bis zur Kardia des Magens. Bei großen Fischen erreichen sie eine beträchtliche Größe, so z. B. wog es bei 2,55 m langem Exemplar des *Heptanchus corinus* 1,3 bis 1,8 kg (Bolton).

Das von Cuvier entdeckte und von Leydig als Blutbildungsorgan erkannte Gebilde besteht nach übereinstimmenden Angaben vieler Forscher (u. a. Drzewina, Kultschitzky, Maximow) aus einem losen Gerüst von Bindegewebe, dessen Räume von weißen Blutkörperchen ausgefüllt sind. Unter denselben lassen sich neben azidophilen Granulozyten und Lymphozyten die bei weitem zahlreichsten neutrophilen Granulozyten unterscheiden.

Nach Milzextirpation bei *Scyllium* produziert dieses Organ auch Erythrozyten (Drzewina). Es wäre also seiner Anlage nach ein lympho-granulopoëtisches Organ, welches jedoch unter besonderen Bedingungen zur Erythropoëse fähig wäre.

Weidenreich spricht dem Leydigschen Organe eine wichtige vergleichend-anatomische Rolle zu. Einerseits bildet es infolge seiner Lage und der Anwesenheit der weißen Blutkörperchen einen Vorläufer der Tonsillen der höheren Landwirbeltiere, andererseits steht es der Milz der Zyklostomen und Dipnoërn sehr nahe, weil es genau ebenso wie bei diesen sich in der Darmwand befindet und mit üppigen venösen Lakunen durchsetzt ist.

Die Milz.

Die An- bzw. Abwesenheit der Milz bei Dipnoërn wurde lange diskutiert, bis endlich Laguesse und Parker sie in der Magenwand von *Protopterus* sicher feststellten (Fig. 30). Sie liegt in Gestalt eines braunen Lappens in der rechten oberen Wand des Magens, von Peritoneum und Muskelschicht bedeckt. Mit dem Vorderrande reicht sie zur Leber, nach hinten zu erstreckt sie sich bis in die Spiralfalte des Darmes hinein. Sie wird von zahlreichen sinusartigen Gefäßendurchsetzt (Drzewina, Jordan & Speidel, Dustin).

Bei anderen Fischen tritt die Milz als ein außerhalb der Darmwand liegendes Organ auf (Fig. 25 t), welches bei erwachsenen Exemplaren von *Chimaera* noch mit dem Pankreas wie bei Dipnoërn verwachsen ist (Scatizzi). Ihre Gestalt variiert von einem lang ausgezogenen Band (*Galeus*, *Acanthias*), über kantige voluminöse Körper, wie bei den meisten Fischen, bis zu den fast kugligen Organen von *Pleuronectes*, *Trigla*, *Zoarces*. Bei *Solea* gabelt sie sich in zwei Zipfel, bei *Leuciscus* teilt sie sich in zwei Lappen. Immer ist sie in der Falte des

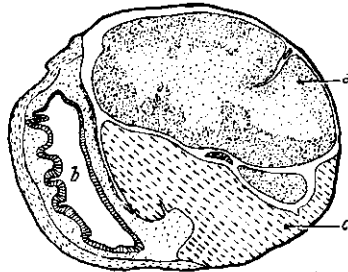


Fig. 30. Topographie der Milz bei *Protopterus aethiopicus*. a = Milz; b = Magen; c = Bauchspeicheldrüse. Nach Jordan & Speidel.

dorsalen Mesenteriums als ein dunkelbraunes Organ zu finden. Meistens liegt sie dem Magen von hinten und von der Seite an oder findet sich in das Mitteldarmgekröse verschoben (Daniel, Hartmann).

In der Milz der Dipnoi läßt sich die oberflächliche Schicht, „rote Pulpa“ genannt, von dem weniger gefäßreichen Inneren unterscheiden. Die äußere Schicht ist eine Bildungsstätte der Erythrozyten und die innere die der Lymphozyten und zum Teil der azidophilen Granulozyten (Jordan & Speidel, Dustin).

Eine starke bindegewebige Kapsel umgibt von außen die freiliegende Milz der anderen Fischarten. Von ihr dringen Fasern in das Innere hinein und bilden daselbst ein weitmaschiges Balkenwerk. Sie umgeben die Arterien und Venen mit einer bindegewebigen Scheide, in welcher Lymphozyten sich anhäufen. Die Endäste der Arterien liegen im synzytialen Belag des Retikulums, bilden also Hülsenarterien. Ähnliche Hülsen kommen auch um die Kapillaren sowohl der Elasmobranchier wie der Teleosteer vor (Hoyer, Hartmann). Die Kapillaren öffnen sich in die Maschenräume (Hoyer) oder direkt in die Venen (Hartmann, Krause). Die zahlreichen Venen erweitern sich überall sinusartig und stapeln in sich rote Blutkörperchen auf. Infolgedessen ist eine aufgeschnittene frische Milz sowohl bei Selachiern (Scatizzi) wie auch bei Teleosteen (Cocquio) überwiegend rötlich-braun. Nur ganz zerstreut kommen kleine weiße Flecken vor, die die kleinkalibrigen Arterien umgeben.

Die rote Pulpa überwiegt also in der Fischmilz entschieden über die weiße. In der roten Pulpa vermehren sich die Erythrozyten und bilden Thrombozyten, in der weißen die Lymphozyten (Bizzozero & Torre, Laguesse, Drzewina, Maximow, Jordan & Speidel). Von dort gelangen sie in einem mehr oder weniger reifen Zustande in die Blutzirkulation. Außerdem findet in den Blutsinus der Milz ein Zerfall der Erythrozyten statt (Maximow, Hartmann). In der Milz der *Chimaera* sollen auch Granulozyten ihren Ursprung nehmen (Scatizzi).

Spiralfalte des Darmes.

Die vom Magen nach hinten gelegenen Abschnitte des Fischdarmes sind in verschiedenem Grade mit weißen Blutkörperchen infiltriert. Diese Zellen häufen sich am stärksten in der Spiralfalte und in ihrer nächsten Umgebung an. Bei Dipnoern bilden sie ein großes granulopoëtisches Organ (Jordan & Speidel, Dustin). Bei Elasmobranchiern und Ganoiden entstehen an dieser Stelle Lympho- und Granulozyten (Drzewina). Die Infiltration der Darmwand bei den Teleosteen ist spärlich; nur bei *Salmo*, bei welchem noch Überreste der Spiralfalte vorkommen, konnten Anhäufungen der Granulozyten festgestellt werden (Drzewina).

Thymus, Leber, Bauchspeicheldrüse.

Diese Organe stehen entwicklungsgeschichtlich mit der Darmröhre in innigster Verbindung. Bei den Fischen spielen sie als Bildungsstätte der

Blutkörperchen keine nennenswerte Rolle. Nur in der Leber von *Selachii* und *Ganoidi*, sowie in der Bauchspeicheldrüse mancher Fische kommen kleine Anhäufungen der weißen Blutkörperchen vor (Bizzozero & Torre, Drzewina, Maximow, Hammar).

Niere.

Die Niere bildet bei den meisten Fischen ein wichtiges Organ für die Produktion der Blutkörperchen. Das angioblastische Material liegt bei Elasmobranchiern in Gestalt kleiner Inseln zwischen Nierenkanälchen zerstreut (Drzewina, Maximow). Bei *Acipenser*, *Polyodon*, *Polypterus*, *Amia* und *Teleostei* häuft es sich im vorderen Abschnitte der Niere in größerer Masse an (Hertwig, Drzewina, Downey, Robeson). Bei *Protopterus* lagert es auf der Oberfläche der Niere (Jordan & Speidel, Dustin).

Normalerweise bilden sich in der Niere der Fische, vielleicht mit Ausnahme von *Amia* (Robeson), vorwiegend verschiedene Arten von weißen Blutkörperchen (Drzewina, Jordan, Downey, Maximow). Bei durch kräftige Aderlässe, anämisch gemachten Karpfen wandelt sich die Niere in eine Bildungsstätte aller in der Gefäßzirkulation vorkommenden Zellarten um (Drzewina, Stolz). Durch Entfernung der Milz bei *Anguilla* wurde ein ähnliches Resultat in der Niere erzeugt.

Geschlechtsdrüsen.

Sowohl in den männlichen wie in den weiblichen Geschlechtsdrüsen der Selachier (Drzewina, Maximow) und bei *Protopterus* (Drzewina) wurden Bildungsherde für Granulo- und Agranulozyten festgestellt.

Das perikardiale Organ.

Bei *Acipenser* kommt ein flaches, lappiges Organ (Fig. 31) vor, das auf der ventralen Oberfläche des Herzens liegt und die Kammer von den Seiten umgreift. Durch seine braunrote Farbe unterscheidet es sich vom Fettgewebe, welches sich gleichfalls am Herzen ausbreiten kann. Sein Bau hat einen spongiosen Charakter, dabei ist es noch nicht sicher aufgeklärt, ob seine Sinus mit Venen oder Lymphgefäßen im Zusammenhange stehen. Es wird als die Bildungsstätte von Lympho- und Granulozyten betrachtet (u. a. Baer,

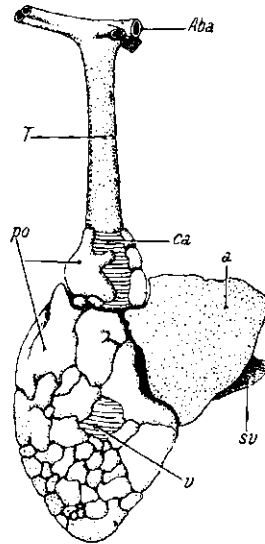


Fig. 31. Das perikardiale Organ von *Acipenser gmelini*; linke Seitenansicht (Orig.). a = Atrium; Aba = A. branchialis aff., ca = Conus arteriosus, po = perikardiales Organ; sv = Sinus venosus; T = Truncus arteriosus; v = Ventrikelmuskulatur.

Dogiel, Hertwig, Drzewina, Scatizzi). Ein ähnliches Organ gibt Allen für *Polyodon* und Robertson für *Lepidosiren* an.

Knorpelmark.

Bei allen Landwirbeltieren mit Ausnahme der geschwänzten Amphibien existiert im Inneren der Knochen das Knochenmark, das für den Nachschub von Granulo- und Erythrozyten in verschiedenem Maße sorgt. Ein ähnliches Organ befindet sich im Schädelknorpel von *Chimaera monstrosa*, das von Kolmar als Knorpelmark bezeichnet wird. Es liegt nach oben und vorn von der Orbita in einer Knorpelgrube versteckt, welche die Äste des Nervus trigeminus passieren. Das Knorpelmark besteht aus einem Gerüst von bindegewebigen Fasern und Venengeflechten, zwischen welchen sich zahlreiche Zellen befinden, die verschiedenen Generationsfolgen der erythro- bzw. granuloblastischen Elementen entsprechen (Kolmar).

Im Kopfknochen von *Acipenser* befindet sich oberhalb des verlängerten Markes und des Kleinhirns ein lympho-granulopoëtisches Gewebe, welches bei älteren Exemplaren einer Fettinfiltration unterliegt (Leydig, Drzewina). Vialli findet in diesem Organe zwischen hellen Fettmassen dunkle Flecke, die Granulo-, Agranulo- und Erythrozyten aller Entwicklungsstadien enthalten. Bei *Lepidosteus* und *Amia* sind diese beiden Substanzen durcheinandergemischt. Bei Selachiern, besonders bei *Pristiurus*, greifen die agranulopoëtischen Gewebe auf die Hirnhäute über, wo sie sich um die Gefäße herum anhäufen (Vialli).

Literatur.

- Agnesotti, A., La morfologia e la genesi del sangue in avanotti di anguilla e di trota. Arch. Zool. Ital. 17, 1933. — Audigé, J., Contribution à l'étude des reins des poissons téléostéens. Arch. Zool. exp. 4, 1910. — Babudieri, B., Studi di ematologia comparata. Ricerche sui pesci, sugli anfibi e sui rettili. Haematologica 11, 1930. — Baudin, L., Variations diurnes du sang chez les poissons. C. R. Acad. Sci. Paris 197, 1933. — Derselbe, Cycles de variations de la composition du sang des poissons. C. R. Soc. Biol. 121, 1936. — Bizzozero, E. & Torre, A., Über die Entstehung der roten Blutkörperchen bei den verschiedenen Wirbeltierklassen. Virch. Arch. 95, 1884. — Derselben, De l'origine des corpuscules sanguins rouges dans les différentes classes des vertébrés. Arch. Ital. Biol. 4, 1893. — Bolton, L. J., Note on the Structure of the Lymphoid Organ (Organ of Leydig) and Spleen of *Hexanchus corinus*. J. Anat. 61, 1927. — Bryce, T. H., The Histology of the Blood of the Larva of *Lepidosiren paradoxa*. Trans. R. Soc. Edinburgh 41, 1905. — Citterio, V., Capacità eritropoietica dell'endotelio cardiaco nella larva di *Chimaera monstrosa*. Monit. zool. Ital. 42, 1931. — Cocquio, G., Il sangue, gli organi ematopoietici ed il tessuto reticolo-endoteliale nell'*Anguilla*. Riv. Biol. 11, 1929. — Cuénot, L., Néphrophagocytes dans le cœur et le rein des poissons osseux. C. R. Soc. Biol. 62, 1907. — Dawson, A. B., The Reaction of the Erythrocytes of Vertebrates Especially Fishes to Vital Dyes. Biol. Bul. 63, 1932. — Derselbe, The Relative Numbers of Immature Erythrocytes in Circulating Blood of Several Species of Marine Fishes. Ebenda 64, 1933. — Derselbe, The Hemopoietic Response in the Catfish *Ameiurus nebulosus* to Chronic Lead Poisoning. Ebenda 68, 1935. — Dornesco, G. T. & Steopoe, J., L'appareil de Golgi des hématies des Sela-

ciens. C. R. Soc. Biol. 105, 1930. — **Dieselben**, L'appareil de Golgi des globules rouges des Téléostéens. Ebenda. — **Downey, H.**, The Lymphatic Tissue of the Kidney of *Polyodon*. Fol. haemat. 8, 1909. — **Derselbe**, Phagocytosis of Erythrocytes in the Lympho-renal Tissue of *Polyodon spatula*. Ebenda 9, 1910. — **Drury, A.**, The Eosinophil Cell of Teleostean Fish. J. Phys. London 49, 1915. — **Drzewina, A.**, Contribution à l'étude du tissu lymphoïde des Ichthyopsidés. Arch. Zool. exp. 3, 1905. — **Dieselbe**, Sur les hyperplasies tissulaires à l'ablation de la rate des Ichthyopsidés. Bull. Acad. Craovie, 1906. — **Dieselbe**, Modification des leucocytes acidophiles chez certains téléostéens marins soumis à des variations de salure. C. R. Soc. Biol. 60, 1906. — **Dieselbe**, Influence de la dessalure sur les leucocytes granuleux des sélagiens. Ebenda 64, 1908. — **Dieselbe**, Leucocytes à granulations acidophiles dans le sang des poissons téléostéens. Ebenda 66, 1909. — **Dieselbe**, Sur les éosinophiles de l'intestin de certains téléostéens. Ebenda 68, 1910. — **Dieselbe**, Sur l'organe lymphoïde et la muqueuse de l'oesophage de la torpille. Arch. Anat. Micr. 12, 1910. — **Dieselbe**, Contribution à l'étude des leucocytes granuleux du sang des poissons. Ebenda 13, 1911. — **Dustin, P.**, Recherches sur les organes hématopoïétiques du *Protopterus Dolloi*. Arch. Biol. 45, 1934. — **Fahrenheit, C.**, Eine Rachendachhypophyse bei *Chimaera monstrosa*. Anat. Anz. 66, 1929. — **Gensch**, Das sekundäre Entoderm und die Blutbildung beim Ei der Knochenfische. Königsberg 1882. — **Grochmalicki, J.**, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Gefäßsystems bei den Knochenfischen. Bul. Acad. Craovie 1910; Ver-Int. Zool. Kongr., 1912. — **Gulliver, G.**, Size of the Red Corpuscles in the Blood of the Porbeagle or Beaumaris Shark (*Lamna cornubica*). Quart. J. Micr. Sc. 12, 1872. — **Hall, F. G. & Gray, I. E.**, The Hemoglobin Concentration of the Blood of Marine Fishes. J. Biol. Chem. 81, 1929. — **Hammar, J.**, Zur Kenntnis der Teleostierthymus. Arch. mikr. Anat. 73, 1908. — **Hartmann, A.**, Die Milz. Möllendorff-Handb. Mikr. Anat. 6, 1930. — **Hemmeter, J. C.**, The Special Histology of the Spleen of *Alopecias vulpes*, its Relation to Hemolysis and Hematopoiesis. Z. Zellforsch. mikr. Anat. 3, 1926. — **Hertwig, R.**, Die lymphatischen Drüsen auf der Oberfläche des Störherzens. Arch. mikr. Anat. 9, 1873. — **Hoffmann, C. K.**, Über Ursprung des Blutes und der blutbereitenden Organe. Verh. Akad. Amsterdam 3, 1893. — **Hoyer, H.**, Über den Bau der Milz von Fischen, Amphibien und Vögel. Straßburg 1892. — **John, C. C.**, The Origin of Erythrocytes in Herring (*Clupea harengus*). Proc. R. Soc. London 110, 1932. — **Jokl, A.**, Über vitalfärbbare Erythrocytengranulationen (Substantia metachromatico-granularis) beim Rochen, nebst weiteren Bemerkungen über das Blut dieser Fische. Z. mikr. anat. Forsch. 2, 1925. — **Jolly, J.**, Formation des premières cellules sanguines chez les embryons des poissons osseux. C. R. Soc. Biol., 1920. — **Jordan, H. E.**, The Evolution of Blood forming Tissues. Quart. Rev. Biol. 8, 1933. — **Jordan, H. E. & Speidel, C. C.**, Studies on Lymphocytes. 2. Origin, Function and Fate of the Lymphocytes in Fishes. J. Morph. 38, 1924. — **Dieselben**, Blood Formation in African Lungfish under Normal Conditions and under Conditions of Prolonged Estivation and Recovery. Ebenda 51, 1931. — **Kawamoto, N.**, Physiological Studies on the Eel. 3. Microscopical Observations of the Blood. J. Imp. Fish. I. Tokyo 26, 1930. — **Kolmer, W.**, Über das Vorkommen eines knochenmarkähnlichen Gewebes bei einem Selachier (Knorpelmark bei *Chimaera monstrosa*). Anat. Anz. 56, 1923. — **Krause, R.**, Mikroskopische Anatomie der Wirbeltiere. Berlin 4, 1923. — **Kupffer, C.**, Der Herings-embryo. Jahresber. Komm. Unters. Deutscher Meere. 1878. — **Lanine, P.**, Des globules blancs éosinophiles dans le sang des poissons d'eau douce. C. R. Ass. Anat., 1911; Arch. Biol. 27, 1912. — **Lewis, M. & Lewis, W.**, Transformation of Mononuclear Blood Cells into Macrophages, Epithelioid Cells and Giant Cells in Hanging Drop Blood Cultures from Lower Vertebrates. Cont. Embryol. 18, 1926. — **Loewenthal, N.**, Des globules blancs éosinophiles dans le sang des poissons d'eau douce. C. R. Ass. Anat., 1911. — **Derselbe**, Sur les variétés de globule blancs du sang chez le cyprin doré (*Carassius auratus*) Arch. Anat. Hist. Embr. 7, 1927. — **Derselbe**, Etudes sur les globules blancs

du sang dans la série des vertébrés. Ebenda 8, 1928. — **Derselbe**, De l'évolution des globules blancs du sang dans la série des vertébrés. C. R. Acad. Sci. Paris 191, 1930. — **Marcus, H.**, Ein Beitrag zur Kenntnis der Blutbildung bei Knochenfischen. Arch. Mikr. Anat. 66, 1905. — **Derselbe**, Über die Entwicklung von Blut und Gefäßen bei *Hypogeophis* und *Torpedo*. Beitrag zur Kenntnis der Gymnophionen. Z. Anat. Entw.-gesch. 80, 1926. — **Maximow, A.**, Untersuchungen über Blut und Bindegewebe. Über Blutbildung bei den Selachiern im erwachsenen und embryonalen Zustande. Arch. mikr. Anat. 97, 1923. — **Derselbe**, Bindegewebe und blutbildenden Gewebe. Handb. mikr. Anat. Möllendorf. 2, 1927. — **Menel, E.**, Direkte Theilung von roten Blutkörperchen bei *Scorpaena*. Anat. Anz. 37, 1910. — **Mosso, A.**, Le sang des poissons dans l'état embryonnaire et l'absence de leucocytes. Arch. Ital. Biol. 10, 1888. — **Derselbe**, Il sangue embrionale di *Scyllium catulus*. Atti Accad. Lincei. 4, 1888. — **Oellacher, J.**, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Knochenfische nach Beobachtungen an Bachforellen. Z. wiss. Zool. 23, 1873. — **Oria, J.**, On the Figurative Elements of the Circulating Blood of some Brazilian Fluvial Teleosteans. Anat. Rec. 55, 1933. — **Pollard, A. & Mawas, J.**, Le tissu lymphoïde du rein des téléostéens. C. R. Ass. Anat., 1907. — **Policard, A. & Rojas, P.**, Etude par microincinération des globules rouges du *Cichlasoma fasciatum*, poisson téléostéen. C. R. Soc. Biol. 120, 1935. — **Ponder, E.**, Length-bredth Correlation in the Red Cells of the Trout. Quart. J. Ex. Phys. 24, 1934. — **Phisalix, C.**, Recherches sur l'anatomie et la physiologie de la rate chez les Ichthyopsidés. Arch. Zool. exper. 3, 1885. — **Püschel, J.**, Blutuntersuchungen bei einem Süßwasserteleostier (*Tinca vulgaris* Cuv.). Z. vergl. Physiol. 7, 1928. — **Rawitz, B.**, Über die Blutkörperchen einiger Fische. Arch. mikr. Anat. 54, 1899; 56, 1900. — **Reagan, P.**, A Further Study of the Origin of Blood Vascular Tissue in Chemically Treated Teleost Embryos with Special Reference to Haematopoiesis in the Anterior Mesenchyme and in the Heart. Anat. Rec. 10, 1916. — **Derselbe**, Experimental Studies on the Origin of Vascular Endothelium and of Erythrocytes. A. J. Anat. 21, 1917. — **Reagan, F. & MacMorland, E. E. & Mudal, S.**, Anterior Hematopoiesis in Chemically Treated Teleost Embryos under Continual Observation. Anat. Rec. 12, 1917. — **Reagan, F., Thorington, J. M.**, The Vascularisation of the Embryonic Body of Hybrid Teleost without Circulation. Anat. Rec. 10, 1915. — **Reichert, K. B.**, Beobachtungen über die erste Blutgefäßbildung, sowie über die Bewegung des Blutes in denselben bei Fischembryonen. Arb. Phys. Institut. Breslau, 1858. — **Retterer, E. & Lelièvre, A.**, De la nature et de l'histoire du leucocyte de Stöhr. C. R. Soc. Biol. 73, 1912. — **Reznikoff, P. & Reznikoff, D.**, Hematological Studies in Dogfish (*Mustelus canis*) Biol. Bull. 66, 1934. — **Robeson, J. M.**, Hemopoiesis in *Amia calva*. Z. Zellf. mikr. Anat. 16, 1932. — **Rouvière, H. & Ladrey, F.**, Sur certains stades du développement des hématies chez *Scyllium canicula*. C. R. Ass. Fr. Avanc. Sc. 34, 1906. — **Rowinski, P.**, Sulle modificazioni osmotiche del sangue di *Scyllium stellare* in funzione delle variazioni di salinità dell'ambiente. Thallassa 1, 1934. — **Rückert, J.**, Über die Anlage des mittleren Keimblattes und die erste Blutbildung beim *Torpedo*. Anat. Anz. 2, 1887. — **Scatizzi, I.**, La milza di *Chimaera monstrosa*. Arch. Ital. Anat. 29, 1932. — **Derselbe**, L'organo linfomieloido pericardico dello storione. Arch. Zool. Ital. 18, 1933. — **Schulz, F. N. & Krüger, F.**, Das Blut der Wirbeltiere. Winterstein, Handb. vergl. Physiol. 1, 1925. — **Sobotta, J.**, Über Mesoderm-, Herz-, Gefäß- und Blutbildung bei Salmoniden. Verh. anat. Ges., 1894. — **Stephan, P.**, Le fonctionnement des grandes cellules à granulations éosinophiles du tissu lymphoïde du Protopère. C. R. Soc. Biol. 60, 1906. — **Stockard, G. R.**, An Experimental Analysis of the Origin of Blood and Vascular Endothelium. A. Anat. Mem. 7, 1915. — **Derselbe**, The Origin of Blood and Vascular Endothelium in Embryos without a Circulation of the Blood and in the Normal Embryo. A. J. Anat. 18, 1915. — **Derselbe**, A Study of Wandering Mesenchymal Cells on the Living Yolk-sac and their Developmental Products: Chromatophores, Vascular Endothelium and Blood Cells. Ebenda. — **Stolz, R.**, Ematopoiesi normale e esperi-

mentale nei pesci teleostei. *Haematolog.* 9, 1928. — **Dieselbe**, Le granulazioni basofile degli eritrociti nei vertebrati inferiori. *Atti Soc. Ital. Nat. Milano*, 1928. — **Dieselbe**, Nuove ricerche sulla ematopoiesi nella carpa: saponina e colorazione intravitam. *Arch. Ital. Anat. Embr.* 28, 1931. — **Dieselbe**, Ricerche sul sistema reticolo endoteliale nei pesci teleostei. *Arch. Zool. Ital.* 15, 1931. — **Dieselbe**, Le nostre conoscenze sulla ematogenesi embrionale e larvale nei pesci. *Rend. Ist. Lomb. Sc. Lett.* 66, 1933. — **Striecht, van**, Origine des globules sanguins, de l'aorte et de l'endocarde chez les embryons des sélaciens. *C. R. Soc. Biol.* 13, 1895. — **Swaen, A.**, Étude sur le développement des feuilletés et des premiers îlots sanguins dans le blastoderme de la torpille (*Torpedo ocellata*). *Bull. Acad. Belg.* 9, 1885. — **Swaen, E. & Brachet, A.**, Étude sur le premières phases du développement des organes dérivés du mésoblaste chez les poissons téléostéens. *Arch. Biol.* 16, 1899; 17, 1901. — **Tomita, T., Kawabe, H. & Yuba, S.**, Phylogenetische und ontogenetische Untersuchungen über die feinere Struktur der Erythrocyten bei den Wirbeltieren mit Hilfe der neuen Silberimprägnationsmethode. *Fol. Anat. Jap.* 12, 1934. — **Vialti, M.**, L'organo linfomieloide mielencefalico dei ganoidei. *Arch. Biol.* 43, 1932. — **Dieselbe**, Rapporti fra connetivo reticolare e reticulum nei plessi corioidei. *Monit. Zool. Ital.* 43, 1933. — **Dieselbe**, Formazioni linfoidi meningei e perimeningee nei selaci. *Bol. Zool.* 4, 1933. — **Wenckebach, K. F.**, The Development of the Blood Corpuscles in the Embryo of *Perca fluviatilis*. *J. Anat. Phys.* 19, 1885. — **Weidenreich, F.**, Die Leukocyten und verwandte Zellformen. *Ergeb. Anatom.* 19, 1911. — **Dieselbe**, Allgemeine Morphologie des Gefäßsystems. *Bolk, Handb. vergl. Anat. Wirbeltiere* 6, 1933. — **Yoffey, J. M.**, A Contribution to the Study of the Comparative Histology and Physiology of the Spleen, with Reference Chiefly to its Cellular Constituents. *J. Anat.* 68, 1929. — **Ziegler, H. E.**, Die Entstehung des Blutes bei Knochenfischembryonen. *Arch. mikr. Anat.* 30, 1887. — **Dieselbe**, Über die embryonale Anlage des Blutes bei den Wirbeltieren. *Verh. Zool. Ges.*, 1892. — **Zwetkow, J. J.**, Zur Frage der Morphologie des Blutes der Knorpelganoiden (*Acipenser ruthenus*). *Z. mikr. anat. Forsch.* 3, 1925.

X. Kapitel.

Das Lymphgefäßsystem.

Von H. Hoyer, Krakau (Kraków).

1. Abschnitt.

Allgemeines; neuere Befunde bei Cyclostomen.

Lymphgefäße sind bei Fischen zuerst von Thomas Bartholin beobachtet worden, welcher berichtet, daß er bei *Rhombus maximus* die Chylusgefäße, welche er *venae lacteae* nennt, oftmals demonstriert habe. Eingehender untersucht wurden die Lymphgefäße bei verschiedenen Fischarten durch Hewson und Monro. An diese ersten schon sehr bemerkenswerten Arbeiten reißen sich in der Folgezeit zahlreiche weitere Untersuchungen an, die unsere Kenntnisse vom Lymphgefäßsystem der Fische schrittweise erweitert haben. Obwohl noch manche Lücken vorhanden sind, so läßt sich doch schon heute ein anschauliches Bild der Verteilung der Lymphgefäße im Körper der Fische entwerfen.

Demnach bestehen im Rumpfe der Fische mehrere längsverlaufende, paarige und unpaarige Lymphstämme, welche die Lymphe aus den Organen der Bauchhöhle, der Haut und den Muskeln aufnehmen und den Endabschnitten der *Venae cardinales* bzw. den *Ductus Cuvieri* zuführen. Die beständigsten unter diesen Stämmen sind die paarigen, längs der Wirbelsäule verlaufenden *Trunci subvertebrales*, deren thorakale Abschnitte die *Ductus thoracici* der höheren Wirbeltiere bilden. Im Kopfe treten bei erwachsenen Fischen vorwiegend Plexus und sinuöse Lymphräume auf, die ihren Abfluß ebenfalls in jene Vene haben. Diese Lymphräume entwickeln sich jedoch aus Lymphgefäßen, wie solche bei höheren Wirbeltieren als *Trunci jugulares* bekannt sind.

Außer den erwähnten Mündungen in die *Venae cardinales* gibt es bei zahlreichen Knochenfischen noch eine andere Verbindung mit Venen, und zwar in der Schwanzgegend durch Vermittlung der Lymphherzen.

Wie diese allgemein für Fische gültige Anordnung der Lymphgefäße sich im einzelnen bei den Vertretern der verschiedenen Gruppen gestaltet, soll im folgenden ausführlich dargelegt werden.

Bevor jedoch die Klasse der *Euichthyes* besprochen werden soll, sei bemerkt, daß Dubowik im Jahre 1928 dem „*Amphioxus lanceolatus*“ ein Lymphgefäßsystem zuschreibt, das bei ihm sogar stärker entwickelt sein soll

als das der Wirbeltiere. Demgegenüber behauptet Franz, und zwar sicherlich mit vollem Recht, daß bei Acraniern ein Lymphgefäßsystem nicht existiere.

Ferner haben die in den letzten Jahren an Cyclostomen ausgeführten Untersuchungen Ergebnisse geliefert, welche auf die Morphologie des Lymphgefäßsystems neues Licht werfen und daher hier in Kürze berücksichtigt werden sollen.

Bei den Cyclostomen wird das Vorhandensein eines Lymphgefäßsystems in dem im Jahre 1924 erschienenen Bande dieses Werkes von Favaro noch als „sehr unentschieden“ bezeichnet. Nur wenige Forscher beschreiben in gewissen Gebieten des Cyclostomenkörpers Lymphgefäße, die meisten sprechen sich für das Bestehen eines Haemolymphsystems aus. Indessen haben die von Grodzinski bei *Myxine* und von Hoyer bei *Lampetra fluviatilis* durchgeführten Untersuchungen die Existenz eines von den Blutgefäßen gesonderten Lymphgefäßsystems ergeben, welches mit dem Venensystem allerdings in einem weit engeren Zusammenhang steht als bei den übrigen Wirbeltieren, wie aus der folgenden Beschreibung hervorgeht.

Die Bauchhöhle der Petromyzonten nimmt ein geräumiger Sinus ein, der kranialwärts verbreitert, kaudalwärts verschmälert ist. Derselbe grenzt dorsal unmittelbar an die beiden Cardinalvenen und die zwischen ihnen liegende Aorta und ventral an die Vor- und Urniere sowie an die Geschlechtsorgane. Der mediale Innenraum des Sinus ist einheitlich, während die lateralen Teile infolge der Anwesenheit von Bälkchen einen schwammigen Charakter haben. Kaudalwärts von der Bauchhöhle läuft der Sinus in zwei die Aorta seitlich begleitende Lymphgefäße aus. In den Sinus münden die Lymphgefäße der Nieren, der Geschlechtsorgane und die wenigen Chylusgefäße vom Enddarm. Das Bemerkenswerteste ist nun, daß der Sinus durch zahlreiche mit Klappen versehene Öffnungen, die medial und lateral liegen, mit den Cardinalvenen in Verbindung tritt. Die Lymphe kann infolgedessen aus dem Sinus in die Venen übergehen, nicht aber das Blut in den Sinus. Außer diesem abdominalen Sinus sind keine weiteren Längsstämme am Rumpfe der Petromyzonten beobachtet worden. Im Gebiete des Kopfes dagegen sind nach Hoyer zahlreiche Lymphgefäße vorhanden, im Gebiete der Kiemen dagegen vorwiegend Sinus (die sog. Peribranchialräume), die ausschließlich Lymphe enthalten. Die Lymphgefäße auf der dorsalen Seite des Kopfes öffnen sich in tiefer gelegene Sinus, welche mit den Peribranchialräumen in Verbindung stehen. Letztere münden jederseits mittels 7 mit Klappen versehenen Öffnungen in die Jugularvenen, die Lymphgefäße der Haut dagegen auf der ventralen Seite in die V. jugularis ventr. Demnach würde das Lymphgefäßsystem des Kopfes und Kiemenkorbes ebenso wie das des Rumpfes zahlreiche Verbindungen mit den Venen haben und dadurch im Vergleich mit den übrigen Wirbeltieren den primitivsten Bau aufweisen*).

*) Bezüglich der Einzelheiten gibt die Arbeit von Hoyer, „Das Lymphgefäßsystem“, Auskunft.

Das Lymphgefäßsystem der Myxinoiden schließt sich zwar an das Petromyzonten an, läßt aber schon gewisse Unterschiede erkennen. In der Bauchhöhle befinden sich statt des einheitlichen Sinus zwei Stämme (Cole und Grodziński), welche vom kaudalen Ende der Bauchhöhle bis über die Kiemen reichen. Die Stämme sind nach Grodziński nicht röhrenförmig, sondern lateral mit kurzen fingerförmigen Ausbuchtungen versehen, die den Stämmen einen primitiven Charakter verleihen. Beide Stämme sind durch Anastomosen, welche die Aorta dorsal und ventral überkreuzen, vielfach miteinander verbunden. Ferner vereinigen sie sich in der Herzgegend zu einem größeren, in die Länge gestreckten Behälter, welcher als Sinus intestinalis bezeichnet wird. In die Stämme, welche als Trunci subvertebrales zu bezeichnen sind, münden Lymphgefäße aus den Körperwandungen, dem Darm und wahrscheinlich aus den übrigen Bauchorganen.

Im Kopfe und in der Kiemengegend existieren zahlreiche Sinus, darunter 6 peribranchiale, die teils untereinander, teils mit dem lingualen Sinus in Verbindung stehen. Letzterer mündet in die V. jugularis ventr., während die peribranchialen im Gegensatz zu den Petromyzonten vermittels nur einer mit Klappen versehenen Öffnung in die breite venöse Anastomose, welche die beiden vorderen Cardinalvenen verbindet, münden. Außerdem gibt es drei subkutane Lymphsäcke, nämlich zwei laterale und einen ventralen, welche sich am Kopfe miteinander verbinden. Durch die Segmentallymphgefäße stehen dieselben mit den subvertebralen Stämmen im Zusammenhang. Ferner bestehen in der Schwanzgegend Lymphherzen, welche nach Grodziński die Lymphe aus den Schwanzlakunen in die Kaudalvene überführen.

Durch die Sonderung der beiden subvertebralen Stämme und durch die sehr bedeutende Einschränkung der vielfachen Verbindungen des Lymphgefäßsystems mit den Venen, erhebt sich dasselbe im Vergleich mit den Petromyzonten auf eine höhere Entwicklungsstufe. Es werden also schon hier Verhältnisse angebahnt, wie sie bei anderen Fischen und höheren Wirbeltieren normal angetroffen werden.

2. Abschnitt.

Elasmobranchier.

Die Elasmobranchier nehmen bezüglich des Lymphgefäßsystems eine im Verhältnis zu den übrigen Fischen eigenartige Entwicklungsstufe insofern ein, als bei ihnen vorwiegend Gefäße und nicht sinuöse Räume und ferner keine Lymphherzen vorhanden sind. Trotz dieses anscheinlich einfachen Aufbaues sind die Ansichten der Forscher noch sehr geteilt, ob diese oder jene Gefäße als Lymph- oder Blutgefäße anzusehen seien und ob auch hier nicht wie bei Cyclostomen ein Haemolymphsystem vorhanden sei, wie dies letzthin noch Weidenreich und Glaser behaupten. Obwohl noch manche Lücke auszufüllen ist, so berechtigten die von Vialleton und Diamare an

Torpediniden und von Hoyer bei Selachiern ausgeführten Untersuchungen doch schon jetzt zur Annahme eines selbständigen Lymphgefäßsystems, welches die eingangs dargelegte allgemeingültige Anordnung aufweist. Demnach würden Lymphgefäße des Rumpfes und Kopfes zu unterscheiden sein, von denen die Trunci subvertebrales die wichtigsten Stämme des Rumpfes bilden würden.

a) Die Trunci subvertebrales.

Von Meckel, Robin und Sappey sind nur einzelne kurze Abschnitte der Subvertebralstämme gesehen worden. Diamare dagegen hat dieselben bei *Torpedo marmorata*, Glaser bei *T. ocellata* und Hoyer bei *Scyllium canicula* in ihrem ganzen Verlaufe beobachtet.

Die Subvertebralstämme nehmen ihren Anfang im Schwanz, wo sie im Haemalkanal zuseiten der A. und V. caudalis liegen. Dort sind dieselben bereits von P. Mayer gesehen und als Vasa vasorum und von Favaro als Vasa intermedia bezeichnet worden.

Im Gebiete der Bauchhöhle erreichen die Stämme bei *Scyllium* bereits die ansehnliche Dicke von 1 mm und verlaufen, ohne sich miteinander durch Anastomosen zu verbinden, was Diamare auch bei *Torpedo* beobachtet hat, beiderseits von der Aorta zwischen ihr und den Cardinalvenen bis in das Kiemengebiet (Fig. 32).

In die beiden Stämme münden Lymphgefäße, welche in der Leibeshöhle dorsal von den Urnieren und in dem ganzen von denselben eingenommenen Gebiete ein dichtes Netz bilden (Fig. 32). Da letzteres zu den Nieren in Beziehung steht, ist dasselbe von Diamare als Pars renalis des Lymphgefäßsystems bezeichnet worden. Am lateralen Rande der Urnieren gehen aus dem Netze Gefäße hervor, welche den

Trunci subvertebrales parallel verlaufend Kollateralgefäße dieser Stämme bilden. Am vorderen Ende der Niere sind dieselben ebenso wie das Netz der Pars renalis nur sehr schwach entwickelt, dagegen werden sie im hinteren Abschnitt der Leibeshöhle stärker und treten mit den Lymphgefäßen der

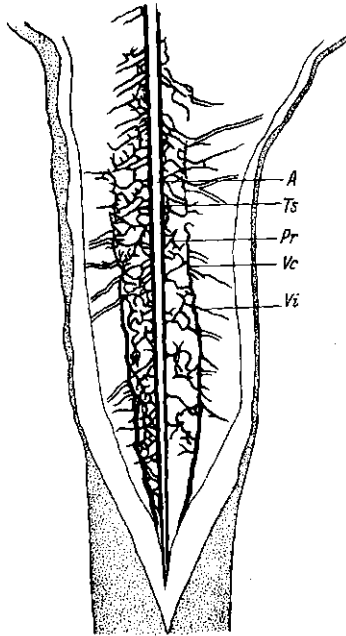


Fig. 32. Die Lymphgefäße der Bauchhöhle eines Embryo von *Scyllium canicula* von 90 mm Länge nach Entfernung der Eingeweide, der Urnieren und Cardinalvenen. A = Aorta; Ts = Trunci subvertebrales; Pr = Pars renalis der Lymphgefäße; Vc = Vasa collateralia; Vi = Vasa intercostalia.

Kloake und denen der Bauchflosse in Verbindung. In unmittelbarer Kommunikation mit den Kollateralstämmen stehen noch Lymphgefäße, welche unter dem Peritoneum in den Myosepten längs der Blutgefäße und Nerven, wie dies Robin und Diamare bei *Torpedo*, Hoyer bei *Scyllium* beschreibt, verlaufen. Zweige derselben breiten sich zwischen den Muskelbündeln aus und dringen in die Tiefe derselben.

Ferner münden in die Trunci subvertebrales noch Lymphgefäße, welche in dem zwischen Chorda und Rückenmark einerseits und den Rumpfmuskeln andererseits befindlichen Bindegewebe und in den Septen zwischen den einzelnen Muskelkomplexen ihren Ursprung nehmen (Fig. 33). Diese tiefen Lymphgefäße sind segmental angeordnet und begleiten die ebenfalls dort

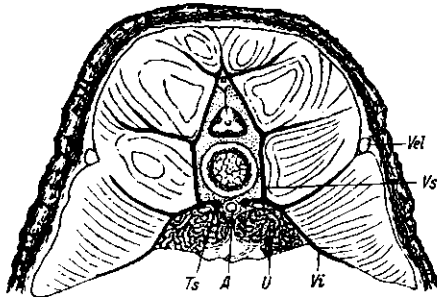


Fig. 33. Querschnitt durch einen Embryo von *Scyllium canicula* von 87 mm Länge. A = Aorta; Ts = Trunci subvertebrales; U = Urniere; Vel = Vena lateralis trunci; Vi = Vas intercostale; Vs = Vas segmentale.

verlaufenden Blutgefäße. Diese Lymphgefäße sind als segmentale zu bezeichnen.

Schließlich münden in die Subvertebralstämme, wie dies Vialleton, Diamare, Weidenreich und Glaser bei Torpediniden dargetan haben, noch die Lymphgefäße der Speiseröhre, des Magens und des Darmes*) und wahrscheinlich der Organe der Bauchhöhle durch Vermittlung eines im Mesenterium sich ausbreitenden lymphatischen Plexus mesentericus.

Was die Mündungen der Trunci subvertebrales in die Venen anbetrifft, so befinden sich dieselben fast auf der gleichen Höhe, in welcher sich die Aa. subclaviae von der Aorta abzweigen. Zwar setzen sich die Aorta und mit ihr auch die Subvertebralstämme noch weiter kranialwärts fort, wo dieselben auch noch Lymphgefäße aus den Muskeln des Kiemengebietes aufnehmen, doch sind die Stämme dort wesentlich schwächer als in der Bauchhöhle. Die Aa. subclaviae entspringen aus der Aorta unter einem spitzen, kaudalwärts offenen Winkel, dringen von der medialen Seite in den venösen Sinus

*) In dem Darmtraktus sind Lymphgefäße nur bei Torpediniden (Vialleton, Diamare, Glaser) mit Sicherheit gefunden worden und wurden bei Rajiden nur als wahrscheinlich vorhanden angenommen (Weidenreich, Glaser). Alle Versuche, die Lymphgefäße bei Selachiern wie *Acanthias*, *Pristiurus*, *Scyllium* und *Spinax* durch Einstichinjektionen in die Darmwand sichtbar zu machen, sind gescheitert. Es ist kaum anzunehmen, daß die Torpediniden allein unter den Elasmobranchiern Darmlymphgefäße besitzen sollen. Hoyer ist daher der Meinung, daß auch bei anderen Vertretern dieser Ordnung durch Injektion von den Subvertebralstämmen aus bei Abbindung ihres vorderen Endes Lymphgefäße, wenn auch nur in schwacher Entwicklung, sich nachweisen lassen.

cardinalis der betreffenden Seite und verlassen denselben wieder auf dessen dorsaler Seite (Fig. 34). Auf dem gleichen Wege verläuft der rechte resp. linke Truncus subvertebralis, indem derselbe mit der Arterie zugleich in den Cardinalesinus eindringt, aber daselbst zwischen zwei halbmondförmigen Klappen (Fig. 34**) mündet, welche sich in dem Winkel zwischen der A. subclavia und dem von ihr entspringenden und zum ersten Suprarenalkörper verlaufendem Ast ausspannt.

Monro war der erste, der beobachtet hatte, daß das in die Lymphgefäße eingeführte Quecksilber in die Cardinalesinus gelangte. In der Folgezeit haben noch andere Forscher diese Beobachtungen gemacht, ohne jedoch genauer anzugeben, wo und wie dies geschieht. Erst Hoyer hat bei *Scyllium* eine eingehende Beschreibung der Mündungen der Subvertebralstämme gegeben, welche wohl auch bei anderen Elasmobranchiern nicht wesentlich von diesem Typus abweichen werden.

Die für Ganoiden und Teleosteer so charakteristischen Trunci longitudinales laterales der Seitenlinie, welche auch die Lymphgefäße der Haut aufnehmen, sind bei Elasmobranchiern bisher nicht aufgefunden worden. Statt dessen ist eine Seitenvene vorhanden, was Hochstetter bereits 1888 festgestellt hatte und was später Daniel, Stoker, Hoyer, Grodziński und Weidenreich bestätigt haben. Die Elasmobranchier würden also bezüglich des Fehlens des lymphatischen Seitenstammes eine Ausnahmestellung einnehmen ebenso wie die Krokodile unter den Reptilien. In der Haut sind wohl zweifellos Lymphgefäße vorhanden, die aber wie bei jenen andere Abflüsse haben müssen.

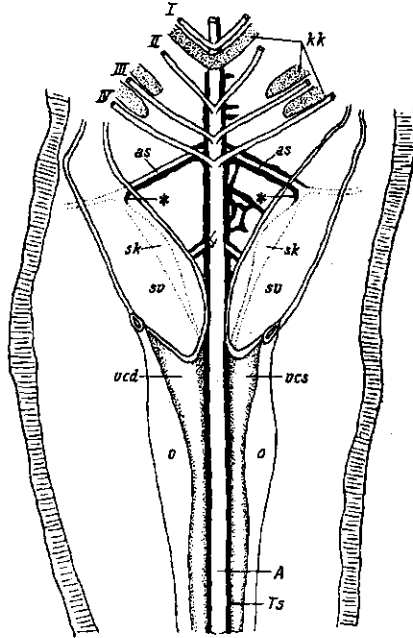


Fig. 34. Bauchhöhle eines Embryos von *Scyllium canicula* von 90 mm Länge nach Entfernung der Eingeweide, der Urnieren und des Herzens. Die Sinus cardinales sind eröffnet und die Eileiter schräg durchschnitten. A = Aorta; as, as = Arteriae subclaviae; I, II, III, IV = Arteriae branchiales I—IV; kk = Kiemenknorpel; o, o = Oviductus; vcd = Vena cardinalis dextra; Vcs = Vena cardinalis sinistra; sv, sv = Sinus venosi; sk, sk = Suprarenalkörper; ** = Mündungen der Trunci subvertebrales in die Sinus cardinales.

b) Die Lymphgefäße des Kopfes.

Die Verteilung der Lymphgefäße im Kopfe und der Kiemengegend erfordert noch weitere Untersuchungen. Die Subvertebralstämme setzen sich, wie bereits erwähnt, noch weiter nach vorn fort, werden aber immer schwächer und schwinden schließlich. Außer diesen verlaufen zu beiden Seiten der Muskeln des Kiemengebietes größere Stämme, welche die Vv. jugulares und die Nervenstämme begleiten. Dieselben nehmen wahrscheinlich die Lymphe des Kopf- und Kiemengebietes auf. Ob dieselben sich mit den Subvertebralstämmen vereinigen und mit diesen zusammen oder auch gesondert in die Cardinalsinus münden, ist bis jetzt nicht festgestellt.

Bezüglich der Entwicklung der Lymphgefäße konnte bei Embryonen von *Scyllium canicula* von 26–31 mm Länge, also in einem Stadium, welches dem Stadium Q von Balfour entspricht, festgestellt werden, daß auf der Strecke, welche zwischen der Mündung der IV. Kiemenarterie und dem Ursprung der A. lieno-gastrica liegt, ein von vielen Blutgefäßen durchsetztes spongiöses Gewebe besteht. Daß sich dieses Gewebe in voller Proliferation befindet, davon zeugen die zahlreichen in den Wänden der Gefäße vorhandenen Mitosen. Dieses spongiöse Gewebe ist wohl als erste Anlage des Lymphgefäßsystems anzusehen. Wie sich dieselbe weiter gestaltet, wäre noch zu ermitteln. Bei jüngeren Embryonen, welche die Länge von 26 mm noch nicht erreicht haben, ist noch keine Spur einer solchen Proliferation nachzuweisen.

3. Abschnitt.

Ganoiden und Dipnoer.

Über das Lymphgefäßsystem der Ganoiden liegen nur drei größere Arbeiten vor, und zwar eine von Hopkins (1893) und zwei von Allen (1907, 1908). Wie wir weiter unten sehen werden, ergänzen sich die Angaben der beiden Forscher, geben aber trotzdem noch keine vollkommene Übersicht über das System. Daß die Gefäße, welche von den beiden Forschern beschrieben worden sind, Lymphgefäße sind, unterliegt keinem Zweifel, da Hopkins den Lymphsinus des Kopfes mit klarer Flüssigkeit angefüllt sah, während die Venen voll Blut waren und das Herz noch schlug, und Allen beobachtet hatte, daß neben Arterien und Venen Gefäße verliefen, die eine klare Flüssigkeit führten. Nur die Gefäße im Kiemengebiet würden nach Allen eine Ausnahme bilden und Lymphe und Blut führen, doch müßten diese Verhältnisse noch eingehender geprüft werden. Auch wird von Hyrtl (1852) behauptet, daß bei *Lepidosteus* „sämtliche arteriellen Gefäße (nur den Aortenstamm ausgenommen) in dem Lumen der Lymphgefäße eingeschlossen liegen“. Von anderen Forschern, welche nur kurze Bemerkungen über gewisse Teile des Lymphgefäßsystems machen, wären noch Hyrtl (1843, 1852), Favaro, McClure und Tretjakoff zu nennen.

a) Die Lymphgefäße des Rumpfes.

Die Existenz der Subvertebralstämme ist bei Ganoiden noch nicht sicher festgestellt. Statt der Stämme scheint ein einheitlicher Sinus vorhanden zu sein, worauf die Angaben von Hyrtl und Allen hinweisen. Hyrtl beschreibt, daß es ihm gelungen ist, bei *Polypterus* einen großen über dem Magen befindlichen Lymphraum mit Quecksilber zu füllen, und Allen berichtet, daß im Haemalkanal von *Lepidosteus* zwei lymphatische Längsstämme liegen, welche zu beiden Seiten der A. caudalis und über der Vene verlaufen und sich nach vorn in den zwischen den Nieren und der Wirbelsäule liegenden Abdominalsinus fortsetzen. Nach Angaben von Hopkins sollen bei *Amia calva* in der Bauchhöhle drei Lymphsinus bestehen, welche die Lymphe aus den Wänden des Magens, der Schwimmblase und dem Darm aufnehmen und jederseits den Ductus Cuvieri zuführen.

Bezüglich der Seitenstämme lauten die Angaben der Forscher übereinstimmend. Dieselben sind von Hyrtl und Hoyer bei *Acipenser ruthenus*, von Hopkins bei *Amia* und von Allen bei *Polyodon* und *Lepidosteus* beschrieben worden. In die Seitenstämme münden die oberflächlich in den Myosepten verlaufenden Lymphgefäße der dorsalen und ventralen Rumpfwand und ferner noch der von Hopkins bei *Amia* beschriebene Lymphsinus an der Basis jeder der Brustflossen. Die Seitenstämme verbinden sich bei *Amia* noch mit dem Kopfsinus.

Außer den Seitenstämmen beschreibt Hopkins bei *Amia* und Allen bei *Polyodon* und *Lepidosteus* noch einen dorsalen und ventralen Längsstamm. Ersterer erstreckt sich in der dorsalen Mittellinie vom Schwanz bis zum Schädel, wo er direkt in den Kopfsinus mündet. Derselbe nimmt auf seinem Verlaufe die Lymphgefäße der Dorsalflosse auf. Der ventrale Längsstamm beginnt als breites Gefäß längs des Ansatzes der Schwanzflossenstrahlen und verläuft auf der Bauchseite des Körpers bis zur Höhe des Herzens, wo er sich in zwei in die Tiefe dringende Arme spaltet, welche in den Pericardialsinus münden. Der Stamm nimmt auf seinem Verlaufe die Lymphe aus der Anal- und Brustflosse auf.

Alle genannten Längsstämme stehen miteinander in Verbindung durch die erwähnten Lymphgefäße, welche in den Myosepten verlaufen. Im Schwanzabschnitte von *Lepidosteus* findet Allen ähnliche Verhältnisse, wie sie Hopkins bei *Amia* beschrieben hat, nämlich beiderseits einen Kaudalsinus, welcher ausdrücklich als ein nicht kontraktiler Behälter bezeichnet wird und welcher nicht nur mit den vier erwähnten subkutanen Längsstämmen, sondern auch mit den im Haemalkanal verlaufenden Stämmen durch Vermittlung des von Allen als Sinus α bezeichneten Gefäßes im Zusammenhang steht und in die Kaudalvene mündet.

b) Die Lymphgefäße des Kopfes.

Im Kopfe existieren nach Hopkins und Allen paarige lateral gelegene Kopfsinus, welche bei *Amia* sich bis zum Auge, bei *Lepidosteus* nur bis zur

Ohrkapsel erstrecken. Bei *Polyodon* sind dieselben in kaudaler Richtung verschoben und daher vorn durch ein starkes in den Kopfsinus mündendes Gefäß ersetzt. Die Kopfsinus nehmen vom Kopf herkommende Lymphgefäße bezugswise bei *Lepidosteus* die Hyooperkular- und Branchialsinus auf und münden mit einer Klappe versehen in die Vv. jugulares*).

Außerdem wird noch ein Perikardialsinus (*Amia*, *Lepidosteus*) unterschieden (bei *Polyodon* nur Perikardiallymphgefäße), der bei *Lepidosteus* noch den Pektoral- und Occipitalsinus aufnimmt und mit dem Kopfsinus in Verbindung steht. Das Vorhandensein eines Orbitalsinus, der seine Lage am Grunde der Augenhöhle hätte, ist nicht sichergestellt**).

Auf Grund der Beschreibungen der Forscher sind also im Kopfe der Ganoiden sowohl Lymphgefäße als auch Sinus vorhanden, deren Anzahl und Ausdehnung sowie ihr Verhältnis zueinander je nach der Species ziemlich großen Schwankungen unterliegt. Die größte Bedeutung kommt dem Kopfsinus zu, da derselbe die Lymphe sowohl aus den Lymphgefäßen wie auch den anderen Sinus aufnimmt und der Vena jugularis zuführt. Derselbe entspricht daher dem Truncus jugularis anderer Wirbeltiere und dürfte auch aus einem röhrenförmigen Lymphgefäß entstanden sein. Auch die anderen beschriebenen Lymphsinus sind aus mehr oder weniger größeren Erweiterungen von Lymphgefäßen hervorgegangen, wie dies von McClure an verschiedenen Entwicklungsstadien von *Amia* und *Lepidosteus* beobachtet worden ist.

c) Dipnoi.

Parker führt in seiner Arbeit über *Protopterus annectens* nur an, daß er zwar lakunäre Räume gefunden hat, aber im übrigen nichts über das Lymphgefäßsystem aussagen kann.

4. Abschnitt.

Teleostei.

Die Lymphgefäße der Teleosteer sind von zahlreichen Forschern untersucht und daher auch besser erkannt worden als die der übrigen Fische.

*) Den Kopfsinus dürfte auch der von Ostroumoff bei frisch geschlüpften Exemplaren von *Acipenser ruthenus* beschriebene Basilar sinus entsprechen. Derselbe nimmt von der kaudalen Seite noch den paarigen Sinus subvertebralis auf und mündet in die vordere Cardinalvene.

**) Ein Orbitalsinus wird weder von Hopkins noch von Allen erwähnt. Ostroumoff beschreibt dagegen den Sinus bei *Acipenser* und McClure in Jugendstadien von *Amia* und *Lepidosteus* einen solchen, welcher sich unmittelbar aus der V. jugularis entwickelt, sich aber später von derselben absondert und zu keinem Lymphgefäß in Beziehung tritt. Tretjakoff findet bei *Acipenser stellatus*, daß die von der kaudalen Seite in die Augenhöhle eintretende Jugularvene sich unter dem Augapfel zu einem umfangreichen Sinus erweitert, der als Sinus subocularis bezeichnet wird. Durch einen Fortsatz steht dieser Sinus mit dem den Sehnerven umgebenden Sinus suprascleralis in Verbindung. Demnach würden bei *Acipenser* zwei, und zwar venöse Sinus in der Orbita vorhanden sein.

Der eingangs entworfene Grundplan der Anordnung des Lymphgefäßsystems besteht bei ihnen in seinem vollen Umfange und schließt sich unmittelbar an denjenigen der höheren Wirbeltiere an.

Wenn trotzdem noch in neuerer Zeit gewisse Gefäße als gesonderte Gebilde aufgefaßt und außer Lymphgefäßen noch Weißadern (P. Mayer) oder besonders feine Gefäße (Burne) beschrieben werden, und wenn es G. M. Jossifow nicht gelungen ist, die Lymphgefäße der Fische mit Ausnahme von *Conger* und *Anguilla* durch Injektion zur Darstellung zu bringen, so darf man sich durch solche Beobachtungen den vielen positiven Befunden gegenüber nicht irreleiten lassen. Auch darf aus dem Befunde von roten Blutkörperchen in Gefäßen und Räumen, die bei anderen Fischarten für lymphatische gelten, nicht sogleich geschlossen werden, daß die Räume dem Blutgefäßsystem angehören, zumal da gerade bei Fischen ein Übertritt von roten Blutkörperchen aus Blutgefäßen in Lymphgefäße sehr häufig beobachtet werden kann.

a) Die Trunci subvertebrales.

Die Hauptlymphstämme im Fischkörper bilden die paarigen Trunci subvertebrales. Dieselben beginnen im Schwanze und verlaufen weiterhin zu beiden Seiten der Aorta bis in die Kopfgegend. Paarige Stämme sind bereits von Hewson beim Schellfisch, Kabeljau, der Scholle und Steinbutte beobachtet worden und ferner von Monro bei zwei Gadusarten, von Fohmann bei *Esox lucius* und bei *Muraena anguilla*, von Agassiz & Vogt bei Salmoniden, von Jourdain bei *Conger*, von Trois bei *Lophius* und bei *Motella*, von Jossifow bei *Conger* und *Anguilla*, von Hoyer und Michalski bei *Salmo fario*, von Dunajewski und Florkowski bei *Anguilla anguilla*, von Weidenreich und Glaser bei *Anarrhichas lupus*, *Cottus scorpio*, *Gadus morrhua*, *Gadus pollachius*, *Labrus mixtus*, *Cyclopterus lumpus*, *Pleuronectes limanda* und *Zeugopterus megastoma*. Diese Stämme nehmen kleine, meist paarige an der inneren Bauchwand unter dem Peritoneum verlaufende interkostale Äste (Trois, Allen) auf, die bei erwachsenen Fischen nach Glaser sich mit den Vasa pararenalia verbinden. Ferner münden in die Subvertebralstämme die Rami intersegmentales profundi, welche zu beiden Seiten der Chorda resp. der Wirbelsäule aufsteigen und von Jourdain, Trois, Favaro, Allen, Dunajewski, Weidenreich und Glaser beobachtet worden sind.

Im Schwanzabschnitte bildet sich nach den Angaben von Hoyer & Michalski bei Forellenembryonen sowie von Dunajewski beim Aal noch ein unpaariger Truncus accessorius aus, welcher auf der ventralen Seite der Vena caudalis verläuft und mit den Subvertebralstämmen durch metamere Anastomosen in Verbindung tritt. Derselbe steht auf seinem ganzen Verlaufe mit den ventralen Flossenstrahlen in Kommunikation und ist stärker als die Subvertebralstämme in diesem Gebiete. Beim Eintritt in die Bauchhöhle gabelt er sich und vereinigt sich beiderseits mit den Subvertebralstämmen und ferner noch mit den zirkumanalen Lymphgefäßen. Glaser sieht bei erwachsenen Fischen den unpaarigen Stamm als Wurzel der beiden Sub-

vertebralstämme an, welche Stromänderung möglicherweise erst während des Wachstums vor sich geht.

Wie Hoyer & Michalski bei Forellenembryonen festgestellt haben, setzen sich die Ausläufer der Trunci subvertebrales nach vorn zu längs der Aorta bis auf den Circulus arteriosus allerdings unter sehr bedeutender Verschnälerung fort und münden mit den später noch zu besprechenden Seitenstämmen und den Lymphstämmen des Kopfes verbunden jederseits in die Venae cardinales posteriores*).

Bezüglich der Lage, des Verlaufe und der Mündung (entweder direkt in die Venen oder durch Vermittlung eines Sinus) lassen die Trunci subvertebrales ein im allgemeinen gleiches Verhalten erkennen, wie die betreffenden Stämme von anderen Wirbeltieren. Doch unterscheiden sie sich von denen der letzteren sehr wesentlich dadurch, daß sie die Lymphgefäße des Darmes und der anderen Organe der Leibeshöhle nicht aufnehmen. Es ist dies durch den Körperbau der Teleosteer bedingt, bei denen die axialen Gefäßstämme von der Leibeshöhle durch das Peritoneum abgeschieden sind. Infolgedessen bilden sich hier eigentümliche Verhältnisse aus, die von früheren Forschern wie Jourdain und Kilborn zwar beobachtet, aber nicht genügend berücksichtigt worden sind. Erst Glaser hat festgestellt, daß bei allen von ihm untersuchten Knochenfischen in dem Winkel, den der ventrale und laterale Nierenrand mit der Körperwand bildet, d. h. dort, wo das Peritoneum von der Nierenoberfläche auf die laterale Wand der Abdominalhöhle übergeht, paarige Gefäße, welche er als Vasa lymphatica pararenalia bezeichnet, ver-

*) In ähnlicher Weise schildert die Verhältnisse Hewson und ferner Monro. der die Stämme an der Vereinigungsstelle der unteren Hohlader und der Drosselader münden läßt. Fohmann bildet bei *Muraena* und *Esox* die Mündung des Ductus in die Vena jugularis ab. Jourdain beschreibt bei *Gadus* in der Höhe des Schultergürtels einen Sinus communis, welcher sämtliche Lymphgefäße des Kopfes und des Rumpfes aufnimmt und dann selbst in die V. cardinalis ant. mündet. Bei *Conger* haben die von ihm ausführlich beschriebenen Subvertebralstämme ihren Abfluß in die Kopfsinus und diese münden in die Venae cardinales anteriores. In der gleichen Weise äußert sich Jossifow über die Stämme, die er Perivertebralstämme nennt. Allen beschreibt bei *Scorpaenichthys* einen unpaarigen abdominalen Sinus, den er mit den subvertebralen Stämmen anderer Autoren homologisiert und in einigen Fällen verdoppelt gefunden hat. Glaser vermutet, daß es sich in diesen Fällen nicht um die Subvertebralstämme handelt, sondern um die noch zu besprechenden Vasa lymphatica pararenalia. Florkowski bezeichnet beim Aal die sich in den Kopf fortsetzenden Abschnitte der Subvertebralstämme als Trunci lymphatici jugulares, und zwar mediales und laterales. Überdies beschreibt er noch Rami collaterales ductus thoracici, welche auf einer kurzen Strecke zwischen Kopf und Rumpf den Subvertebralstämmen parallel verlaufen und in die Sinus cephalici münden. Sowohl die aus den Kopfsinus hervorgehenden lateralen Jugularstämme sowie die medialen münden weit vorn etwa in der Mitte der Strecke zwischen Auge und Ohrbläschen beiderseits in die Venae cardinales anteriores. Nach Glaser ergeben sich die Subvertebralstämme bei *Anarrhichas lupus* kranial in den von den Vasa lymphatica pararenalia gebildeten Sinus, bei anderen Arten, insbesondere bei *Cottus scorpio* und *Cyclopterus lumpus* mehr oder weniger direkt in die Kopfsinus.

laufen. An seinem hinteren Ende biegt jedes Vas l. pararenale entsprechend der Wölbung der Abdominalhöhle ventralwärts um und verbindet sich am Anus mit den oberflächlichen Hauptgefäßen. Kranialwärts nehmen die Pararenalgefäße das Vas lymphaticum intestinale und Lymphgefäße des Oesophagus auf. Infolgedessen kommt es hier zur Ausbildung eines Sinus, welcher dorsal vom Oesophagus und ventral vom Vorderende der Kopfniere liegt und von Glaser mit dem Abdominalsinus von Allen homologisiert wird. Die Vasa lymphatica pararenalia erfahren ihre mächtigste Ausbildung bei den Fischen mit Schwimmblase, wie dies bereits von Jourdain bei *Gadus* beobachtet ist. Bei diesen verlaufen die beiden Stämme in dem Winkel, den die laterale Leibeshöhlenwand links und rechts mit der Schwimmblase bildet.

In die Pararenalgefäße münden die Lymphgefäße der Harnblase, diejenigen der Geschlechtsorgane und der Schwimmblase, ferner bei erwachsenen Fischen die subperitonealen, die Blutgefäße begleitenden Lymphgefäße der Bauchwand, die Vasa intercostalia von Trois, Allen, Weidenreich, Glaser (Vasa segmentalia ventralia Dunajewski) und noch die Darmlymphgefäße.

Es geschieht dies allerdings nicht unmittelbar, sondern nach Glaser fast ausschließlich durch das Vas lymphaticum mesentericum, das sich mit dem Vas lymphaticum coeliacum in der Gegend der Kardialia zum Vas lymphaticum intestinale vereinigt. Dieser Sammelstamm ist bei *Anarrhichas lupus* sehr kräftig, bei anderen Arten erweitert er sich sogar zu einem geräumigen Mesenterialsinus (*Cottus scorpio*, *Gadus morrhua*). Das Vas lymphaticum intestinale mündet in das rechte Vas lymphaticum pararenale.

Während Trois angibt, daß in allen visceralen Organen der Leibeshöhle Lymphgefäße vorkommen, behauptet Glaser, daß im Parenchym der Leber und der Milz Lymphgefäße fehlen. Dieselben lassen sich nur an der Oberfläche der Organe und an der Gallenblase darstellen.

Kranialwärts, wo aus den Pararenalgefäßen der Sinus entsteht, verbindet er sich jederseits mit dem Perikardialsinus und dem Abflußgefäß des Pektoralsinus und ferner mit dem Kopf- und Occipitalsinus. In seinem kranialsten Abschnitt ergießen sich nach Glaser die beiden Subvertebralsämme.

b) Die Trunci lymphatici longitudinales laterales.

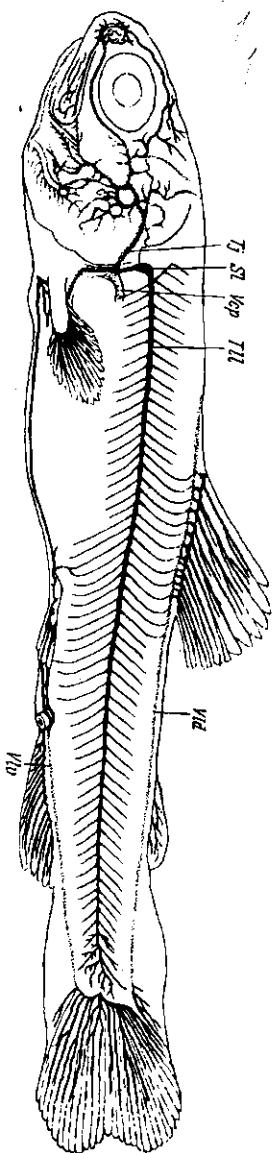
Die Seitenstämme stellen die Hauptstämme der Rumpfoberfläche dar. Sie verlaufen unmittelbar unter der Haut und nehmen die Lymphgefäße der Haut und die der oberflächlichen Muskelschicht des Körpers auf (Fig. 35). Sie beginnen am Schwanz jederseits mit unregelmäßig angeordneten Ästen, bei erwachsenen Fischen als einzelnes dünnes Gefäß. In seinem weiteren Verlaufe folgt der Seitenstamm der Seitenlinie bis zum Kopfe, nach vorn zu an Stärke zunehmend. Nur die Pleuronectiden machen nach der Angabe von Trois davon eine Ausnahme insofern, als bei ihnen die Seitenlinie näher am Kopfe einen dorsalwärts gewölbten Bogen beschreibt, dessen Sehne von dem Seitenstamm gebildet wird.

Auf seinem ganzen Verlaufe nimmt der Seitenstamm von der dorsalen und ventralen Seite Äste auf, deren Anzahl derjenigen der Myosepten entspricht. Dieselben treten auf der Dorsalseite wie auch auf der Ventralseite mit den Lymphgefäßen der Flossen, aber auch mit dem noch zu besprechenden dorsalen und ventralen Längsstamm zwischen den Flossen in Verbindung. Überdies vereinigen sich mit dem Seitenstamm in jedem Myoseptum noch Lymphgefäße, welche zwischen der ep- und hypaxonischen Muskulatur gelegen sind und sich an den Wirbeln mit den tiefen segmentalen Lymphgefäßen verbinden. Ferner nehmen die Seitenstämme und ihre Äste die Lymphgefäße der Haut auf. Hyrtl und Trois geben an, daß bei beschuppten Fischen jede Schuppe von Netzmaschen umgeben ist. Weidenreich beschreibt, daß in der Kutis und an der Grenze von Kutis und Subkutis ein tiefgelegenes dichtes Netz von Lymphgefäßen besteht, das besonders bei Nacktfischen, wie *Anarrhichas* gut darstellbar ist. Butawa bestätigt diese Befunde und fügt noch hinzu, daß bei Nacktfischen wie *Cottus microstomus* ein unregelmäßiges Netz von Lymphgefäßen besteht, während bei *Alburnus lucidus* unter jeder Schuppe sich ein bogenförmiges Lymphgefäß befindet, von dem blind endigende Lymphgefäße bis zum Schuppenrande radial auslaufen. Beim Spiegelkarpfen *Cyprinus macrolepidotus* sind beide Typen von Hautlymphgefäßen vorhanden.

Die Seitenstämme samt ihren Ästen gehören zu den am frühesten und am besten erkannten Lymphgefäßen des Fischkörpers und sind von

folgenden Forschern beschrieben worden: Hewson, Monro, Hyrtl, Robin, Agassiz & Vogt, Stannius, Jourdain, Trois, Sappey, Nusbaum,

Fig. 36. Lymphgefäße an der Seitenfläche des Kopfes und Rumpfes eines Embryo von *Salmo fario* von 26 mm Länge. *Tll* = Truncus lateralis; *Tj* = Truncus jugularis; *Sl* = Sinus lateralis; *Vcp* = Vena cardinalis posterior; *Vld* = Vas longitudoinale dorsale; *Vlv* = Vas longitudoinale ventrale.



Favaro, Jossifow, Allen, Hoyer & Michalski, Dunajewski, Weidenreich, Glaser und Buława.

Hinsichtlich der Mündung des Stammes lauten die Ansichten der Forscher verschieden. Schon Hyrtl hatte bereits darauf hingewiesen, daß sich die Fische in dieser Hinsicht 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 Ende des Seitenstammes direkt in den Ductus Cuvieri mündet, wie dies auch Hoyer & Michalski festgestellt haben*).

Außer dem Seitenstamm können an den Seiten des Fischkörpers noch kollaterale oder akzessorische Längsgefäße auftreten, welche dorsal und ventral dem Seitenstamme parallel verlaufen. Solche Kollateralgefäße beschreibt Hyrtl bei *Silurus* und Stannius bei *Silurus* und *Cottus*. Auch Sappey scheint dieselben gesehen zu haben. Nach der Angabe von Trois treten dieselben am deutlichsten bei *Uranoscopus scaber*, bei Pleuronectiden und Gadiden zutage. Allen hat solche akzessorische Gefäße am Rumpf von *Scorpaenichthys* nur in der Nähe des Kopfes gesehen. Weidenreich beschreibt bei *Anarrhichas lupus* zwischen den dorsalen und ventralen intermyomeren Ästen des Seitenstammes nur Queranastomosen. Dieselben bilden jedoch keine so einheitliche Nebenstämme wie bei *Uranoscopus* u. a. Wie es scheint bilden sich die akzessorischen Stämme erst im späteren Wachstum, und zwar nicht bei allen Species aus.

c) Unpaarige Längsgefäße des Rumpfes.

Außer den paarigen Trunci longitudinales laterales sind noch folgende unpaarige Längsgefäße vorhanden: das Vas lymphaticum superficiale dorsale, das Vas lymphaticum superficiale ventrale (Fig. 35 u. 36) und das Vas lymphaticum spinale (neutrale).

Das Vas lymphaticum superficiale dorsale, welches von zahlreichen Forschern und neuerdings von Weidenreich ausführlich beschrieben worden ist, beginnt am Schwanz und verläuft in der dorsalen Mittellinie bis zum Kopfe. An der Basis der Schwanzflosse geht es in das sogleich zu besprechende Ventralgefäß über. Auf seinem Verlaufe über den Rücken teilt es sich im Ansatzgebiete der Flossen in drei Äste, von denen zwei lateral die Basis der Flosse umgreifen und das dritte die Flossenstrahlen durchbohrt. Am

*) Monro läßt bei *Gadus*, Stannius bei *Silurus* und *Cottus*, Jourdain bei *Gadus* und *Conger*, Trois bei *Lophius*, *Uranoscopus*, *Pleuronectes*, *Motella*, Jossifow bei *Conger* und *Anguilla* den Seitenstamm in den Kopfsinus übergehen, Robin bei *Labrax*, Agassiz & Vogt bei Salmoniden in den Ductus Cuvieri der entsprechenden Seite, Sappey bei verschiedenen Knochenfischen in die V. jugularis, Hewson beim Schellfisch, Kabeljau, der Scholle und bei Gadiden und Pleuronectiden ebenso wie Allen bei *Scorpaenichthys* in einen Lymphstamm des Kopfes, Florkowski bei *Anguilla* in den Truncus lymphaticus jugularis lateralis und Weidenreich bei *Anarrhichas* jederseits in den Sinus subcapularis.

vorderen Ende der Flosse vereinigen sich die drei Äste wieder zu einem Gefäß. In der Occipitalregion des Kopfes erschöpft sich das Gefäß nach Weidenreich in einem kleinen Ast, der mit den Gesichtsgefäßen anastomosiert.

Das Dorsalgefäß verbindet sich durch metamer angeordnete Seitenäste mit den eben beschriebenen Seitenästen des Truncus long. lateralis, und zwar bei jungen Fischen nur im Bereiche des Flossenansatzes, bei erwachsenen Fischen auch auf der Strecke zwischen den Flossen. Außerdem dringen gleichfalls in metamerer Anordnung stärkere Äste in der Medianebene in die Tiefe, die mit den dorsalen Ästen des Spinalgefäßes in Verbindung treten (Weidenreich).

Dem Dorsalgefäß entsprechend verläuft in der ventralen Mittellinie das Vas lymphaticum superficiale ventrale. Es beginnt an der Schwanzflosse, wo es mit dem dorsalen in Verbindung tritt. Dasselbe erstreckt sich bis in die Gegend der Brustflossen, woselbst es nach Weidenreich mittels feiner Äste mit den Lymphgefäßen des Kopfes in Verbindung tritt und sich dann in die Tiefe senkt, um sich in den Perikardialsinus zu ergießen. Durch ebenfalls metamer angeordnete Äste steht dasselbe mit den entsprechenden Ästen des Seitenstammes in Verbindung, teilt sich am Ansatz der Flossen in der gleichen Weise wie auf der Dorsalseite und bildet um die Analöffnung ein Ringgefäß, welches, wie schon erwähnt, mit dem Truncus accessorius der Subvertebralstämme und mit dem Vas lymphaticum pararenale in Verbindung tritt. Nach Glaser sind um die Anal- und Genitalöffnung mehrere Sinus ringförmig angeordnet, so daß der Anus gewissermaßen ein Zentrum bildet, von dem nach allen Seiten hin Lymphgefäße ausstrahlen.

Von den meisten Forschern wie Hewson, Monro, Stannius, Jourdain, Trois, Favaro, Allen, Florkowski und Dunajewski wird das ventrale Längsgefäß als ein einheitliches Gefäß beschrieben. Indessen haben die Untersuchungen von Hoyer & Michalski erwiesen, daß sich an demselben während der Entwicklung vier Abschnitte unterscheiden lassen, von denen sich die einen früher, die anderen später ausbilden. So z. B. entwickelt sich der zwischen Anus und Schultergürtel liegende Abschnitt erst nach Rückbildung des Dottersackes und ist anfangs paarig. Solche paarige Abschnitte sind auch von Sappey, Trois und Weidenreich bei erwachsenen Fischen beobachtet worden. Anhangsweise sei noch bemerkt, daß Allen bei *Scorpaenichtys* noch ein ventrales tiefes Lymphgefäß beschreibt, das median an der Innenseite der Bauchwand verläuft und in den Sinus pericardialis mündet.

In den Flossen selbst sind ebenfalls Lymphgefäße vorhanden, die aber durch Injektion nicht leicht darzustellen sind und daher nur von wenigen Forschern beobachtet worden sind. Dieselben münden in das dorsale resp. ventrale, unpaarige Längsgefäß. Nach den Beobachtungen von Jourdain und Hoyer & Michalski verläuft ein Gefäß längs des vorderen, eines längs des hinteren Randes eines jenen Flossenstrahles und je eins an dessen

Seitenrändern. Allen beschreibt bei *Scorpaenichthys* nur zwei Gefäße. Mayer gelangte zu keinen sicheren Ergebnissen und Weidenreich hat an den unpaarigen Rumpfflossen vergeblich nach Lymphgefäßen gesucht, wohl aber solche in der Schwanzflosse und in den Brustflossen gefunden. An der Flossenbasis entstehen aus dem Zusammenfluß der Gefäße meistens sinusartige Räume (Allen), welche bei *Anarrhichas* nach Weidenreich an der Basis der Brustflossen besonders stark ausgeprägt sind. Diese letzteren stehen sowohl mit dem ventralen Längsgefäß als auch mit dem Seitenstamm und ferner auch mit den Kopfsinus in Kommunikation.

Was schließlich das letzte Längsgefäß, das Vas lymphaticum spinale, anbetrifft, so ist dasselbe bereits Hawson, Hyrtl, Jourdain, Sappey, Favaro und Allen bekannt gewesen. Dasselbe wird auch von Hoyer & Michalski, von Dunajewski und Glaser beiläufig erwähnt, wird aber erst ausführlich von Weidenreich beschrieben. Es ist insofern von praktischer Bedeutung, als es sich zur Injektion nicht nur der oberflächlichen, sondern auch der tiefen Lymphgefäße, ja selbst der viszeralen besonders gut eignet. Es liegt innerhalb des Spinalkanals, dorsal von Rückenmark und von diesem durch ein Querseptum getrennt. Das Gefäß beginnt am Schwanzende, wo es mit den oberflächlichen Lymphgefäßen in Verbindung tritt, und läuft bis zum Kopfe, woselbst es sich in zwei die Wirbelsäule umfassende Äste gabelt, die in den Sinus occipitalis bzw. in den Sinus cephalicus münden. Auf seinem Verlaufe gibt das Gefäß in jedem Segment zwischen den Dornfortsätzen je einen unpaarigen dorsalen Ast ab und paarige ventrale. Die dorsalen Äste verlaufen nach oben und vereinigen sich mit dem dorsalen Längsgefäß, während die ventralen an den Seiten der Wirbelsäule abwärts verlaufen und in die segmentalen von den Subvertebraltstämmen aufsteigenden Äste übergehen. Laterale Abzweigungen verbinden diese tiefen segmentalen Lymphgefäße mit dem Truncus longitudinalis lateralis. Wie Weidenreich beschreibt, fehlt das Spinalggefäß bei manchen Fischen und kann durch paarige Längsgefäße, die die Dornfortsätze umgreifen, ersetzt werden.

d) Die Lymphgefäße des Kopfes.

Die Lymphgefäße des Kopfes sind am ausführlichsten von Jourdain, Allen, McClure, Hoyer & Michalski und Weidenreich beschrieben worden. Wie letzterer richtig hervorhebt, läßt sich in der Anordnung und Form der Lymphgefäße des Kopfes bei den einzelnen Fischarten eine große Mannigfaltigkeit beobachten, die auf die verschiedenen Formen und auf den Bau des Kopfes zurückzuführen ist. Während an der Oberfläche des Kopfes die Lymphgefäße röhrenförmig sind, finden sich in der Tiefe Plexus, größere Erweiterungen der Gefäße und vollkommen ausgebildete Sinus. Falls man sich bei der morphologischen Beurteilung der einzelnen Gefäßbildungen nur auf erwachsene Exemplare beschränken wollte, wäre es nicht leicht, die anderen Wirbeltieren homologen Gefäße oder Sinus ausfindig zu machen. In jugendlichen Stadien, wo die Verhältnisse einfacher liegen, ist dies sehr wohl möglich.

Es wurde bereits oben erwähnt, daß die Subvertebralstämme bei Teleostern sich auf das Kopfgebiet fortsetzen, indem sie die Ausläufer und Äste der Aorta begleiten. Auf dieser Strecke treten diese Lymphgefäße miteinander und noch mit anderen dort verlaufenden Lymphgefäßen in Verbindung.

Außer diesen, die Arterien begleitenden Lymphgefäßen lassen sich nämlich bei Forellenembryonen jederseits noch Lymphgefäße unterscheiden, von denen die einen eine mehr laterale, die anderen eine mehr mediale Anordnung haben. Während des weiteren Wachstums wird das mediale Gefäß, das der V. jugularis anliegt, zwar stärker, geht aber dann mit den benachbarten Lymphgefäßen zahlreiche Verbindungen, darunter auch mit dem lateralen Lymphgefäß ein und schwindet infolgedessen als gesondertes Gefäß. McClure hat diese Gefäße als *Truncus lymphaticus pharyngeus lateralis* bezugsweise *medialis* bezeichnet. Obwohl das mediale Pharyngealgefäß, das sich auch verdoppeln kann, in allernächster Nachbarschaft der V. jugularis verläuft, sehen Hoyer & Michalski es nicht als den Hauptstamm des Kopfes an, sondern das laterale, weil sich das letztere nach den Angaben von McClure und von Hoyer & Michalski zeitiger entwickelt als das mediale und ferner weil es sich weiter nach vorn erstreckt und mit dem subocularen Lymphsack in Beziehung steht. Aus diesem Grunde wird es auch den Kopf- und Halsstämmen der anderen Wirbeltiere entsprechend von Hoyer nicht einfach als *Vas jugulare* (Weidenreich), sondern als *Truncus lymphaticus jugularis* bezeichnet. Dieser Stamm verläuft lateral von der V. jugularis, an den Seiten des Kopfes. Sein distalstes Ursprungsgebiet befindet sich bei Forellenembryonen in der Umgebung der Nasengrube und am vorderen Mundrand. Weiterhin verläuft es zur Augenhöhle, wo es sich an der Bildung des subocularen Lymphsackes beteiligt*).

Nach seinem Austritt aus der Augenhöhle nimmt der Jugularstamm verschiedene Äste auf, und zwar einen Ast, welcher längs des oberen Randes

*) Dieser Lymphsack ist bereits J. Müller wohl bekannt gewesen, da er in seiner Arbeit vom J. 1841 denselben vom Hecht empfiehlt, wenn man eine größere Quantität Lymphe erhalten will. Auch Harman (1900) hat denselben beobachtet und behauptet, daß der Sack bei verschiedenen Fischen verschiedene Dimensionen hat, bei *Lophius piscatorius* klein, bei Salmoniden und *Lota vulgaris* größer und bei Pleuronectiden am größten ist. Am eingehendsten hat sich mit demselben McClure beschäftigt, der ihn ganz selbständig aus Lymphspalten entstehen und erst nachträglich mit dem *Truncus pharyng. lateralis*, d. i. mit dem Jugularstamm in Verbindung treten läßt. Hoyer & Michalski haben nur festgestellt, daß der Lymphsack bei Forellenembryonen vorhanden ist, nicht aber, in welcher Weise sich derselbe mit den Lymphgefäßen verbindet. Dies hat erst später Hajgetan, indem er schon bei 8 mm langen Embryonen die Verbindung des subocularen Lymphsackes mit dem Jugularstamm durch Injektion in unzweifelhafter Weise nachgewiesen hat. Trois findet am Auge von verschiedenen Fischen einen ringförmigen Sinus. Weidenreich hat diesen Sinus bei *Gadus polachius* dargestellt und benennt denselben Orbitalsinus ebenso wie Tretjakoff, der ihn bei *Atherina pontica* abbildet, aber zu den Blutsinus zählt und dabei die Bemerkung macht: „Das Blut im orbitalen Sinus der Teleostee zeichnet sich, wie bei anderen Fischen durch seine Armut an roten Blutkörperchen aus.“

der Orbita verläuft, ferner Äste aus der Ohrgegend und den Gesichtsstamm (Vas lymphaticum faciale von Weidenreich). Letzterer umfaßt mit einem Ramus maxillaris den oberen und mit einem Ramus mandibularis den unteren Mundrand und verbindet sich ferner noch mit den zahlreichen an der Innenseite des Operculum und in der Branchiostegalmembran sich ausbreitenden Lymphgefäßen. Kurz vor seiner Mündung vereinigen sich mit dem Jugularstamm noch die oben genannten medialen Pharyngealgefäße. Der Truncus mündet mit einem Aste in das erweiterte vordere Ende des Seitenstammes, welches von Hoyer & Michalski als Sinus lateralis, von Weidenreich als Sinus subscapularis bezeichnet worden ist, und mit einem zweiten größeren, wenigstens bei Salmoniden in die V. cardinalis post. dicht an deren Mündung in die Ductus Cuvieri, bei anderen Arten in die V. cardinalis ant.

Bei erwachsenen Teleosteern kann der Truncus einen plexusartigen Charakter annehmen oder sich zu umfangreichen Sinus ausdehnen, die miteinander in Kommunikation stehen. Den wichtigsten Behälter, welcher die Lymphe aus den anderen aufnimmt und der Vene zuführt, bildet der Sinus cephalicus. Derselbe liegt zwischen dem Hyomandibulare und der lateralen Schädelwand im Raume zwischen der Orbita und den Kiemen. Mit diesem Kopfsinus steht in Verbindung der Sinus occipitalis, der zwischen der Kopfniere, der hinteren Schädelwand und den Kiemen liegt. In den Occipitalsinus mündet zuseiten der Wirbelsäule das oben erwähnte Vas lymphaticum spinale. Nach Weidenreich steht der Occipitalsinus auch mit dem Sinus subscapularis in Verbindung. Fehlt der Sinus occipitalis, dann wird derselbe vom Sinus cephalicus vertreten. Schließlich wäre noch der unpaarige, aber dreiteilige Sinus pericardialis (von Allen bei *Scorpaenichthys* beschrieben) zu erwähnen, welcher vor dem Herzen liegt und sich längs des Truncus arteriosus nach vorn erstreckt. Derselbe nimmt Lymphgefäße aus den Kiemen auf und steht mit dem Vas lymphaticum ventrale, dem Abdominalsinus und vor allem mit dem Sinus cephalicus in Verbindung. Höchst bemerkenswert ist die von Burne gemachte Beobachtung, daß bei *Lophius piscatorius* die Thyreoidea sich in einem Lymphsinus befindet, der nach seiner Meinung der vorderen Partie des ventralen Perikardialsinus von *Scorpaenichthys* entspricht. Die Drüsenbläschen ragen frei in den Lymphsinus hinein und werden von der Lymphe nur durch die den Sinus auskleidenden Endothelzellen abgegrenzt. Ähnliche Verhältnisse hat Hoyer auch bei Eidechsen gefunden.

Auf der ventralen Seite des Unterkiefers breitet sich zwischen der äußeren Haut und der Schleimhaut des Mundes ein ziemlich enges Netz von Lymphgefäßen aus, welche in einem einheitlichen, medianen, ventral von der Copula liegenden und sich weiter nach hinten birnförmig erweiternden Gefäß zusammenfließen. Wo dies Gefäß mündet, konnte mit Sicherheit nicht ermittelt werden. Dasselbe wird von Jourdain und Allen bereits erwähnt. Es scheint als Sammelgefäß für die Lymphgefäße dieser Gegend zu dienen. Dieses Gefäß tritt mit den Lymphgefäßen der Branchiostegalmembran in Verbindung und vielleicht auch noch mit dem von Weidenreich beschriebenen

Vas hyoideum, welches in der Gegend der Kopula beginnt und zwischen Praeoperculare und Operculum dorsalwärts verläuft.

e) Lymphherzen.

Die Lymphherzen sind im Jahre 1831 von Marshall Hall entdeckt worden*). Von den späteren Forschern ist an erster Stelle Favaro zu nennen, welcher die umfassendsten Studien über die Lymphherzen angestellt hat.

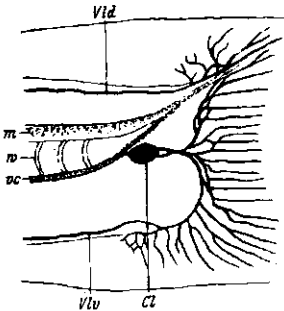


Fig. 36. Lymphgefäße und Lymphherz im Schwanzabschnitt eines Forellenembryos von 26 mm Länge. *Cl* = Cor lymphaticum; *vc* = Vena caudalis; *w* = Ende der Wirbelsäule; *m* = Medulla spinalis; *Vld* = Vas longitudinale dorsale; *Vlv* = Vas longitudinale ventrale.

Knochenplatten umgebildeten Hae-malbögen, den Hypuralplatten, aufliegen. Da die Herzen von Muskeln und der Haut bedeckt sind, ist ihre Lage bei erwachsenen Fischen selbst durch Präparation nur schwer zu ermitteln. Wohl aber ist dies möglich nach Injektion der regionalen Lymphgefäße und in jugendlichen Stadien, bei denen ihre Lage bei geeigneter Beleuchtung durch das Heben und Senken der Haut festgestellt werden kann.

*) Während Marshall Hall das Lymphherz als ein einheitliches Blut führendes kontraktiles Bläschen bezeichnet, stellt J. Müller fest, daß zwei Herzen vorhanden sind, die Blut führen. Dieselbe Meinung vertritt später noch P. Mayer.

Hyrtl reiht die Lymphherzen als nicht kontraktile Lymphsinus (Kaudalsinus) in das Lymphgefäßsystem ein, desgleichen auch Wharton Jones, der aber von einem einzigen kontraktilen Lymphherz spricht. Robin beschreibt zwei Lymphherzen bei *Anguilla*, *Conger* und *Leptocephalus Morrisii*, welche in die Vena caudalis münden.

Bezüglich des Vorkommens der Lymphherzen gibt Favaro an, daß dieselben vorwiegend bei Physostomen auftreten, aber auch, wie bei *Cyprinodon calaritanus*, fehlen können. Andererseits sind dieselben auch bei anderen Ordnungen wie *Ammodytes tobianus* anzutreffen.

Die Lymphherzen stellen kleine abgeflachte Bläschen von schwach rosa Farbe dar, welche ventral von den letzten Wirbeln den zu breiten

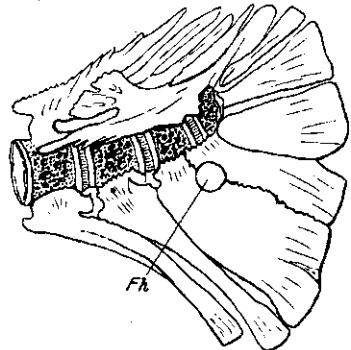


Fig. 37. Anordnung der Skeletteile im Schwanzende eines erwachsenen *Salmo salar*. *Fh* = Foramen hypurale.

Im Skelet vieler Knochenfische ist die Lage der Herzen durch eine kreisrunde Öffnung, welche Favaro Foramen hypurale nennt, zwischen den Hypuralplatten gekennzeichnet. Bei anderen Arten bestehen zwischen den Hypuralplatten nur breitere Spalten, welche die Kommunikation zwischen den beiderseitigen Herzen ermöglichen.

Favaro hat die Lymphherzen hauptsächlich an Querschnitten durch die Schwanzgegend studiert, und gefunden, daß ihre Wand von innen nach außen aus Endothel, fibrös-elastischen Fasern und einer aus zwei Lagen bestehenden Schicht von quergestreiften Muskeln besteht. Die beiderseitigen Bläschen stehen durch eine Öffnung in der Mitte ihrer medialen Wände miteinander in Verbindung. Liegen die Herzen nicht dicht aneinander, so bildet sich zwischen ihnen ein sie verbindender Kanal aus.

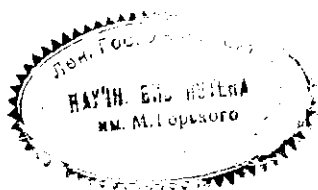
Die Lymphherzen nehmen vorwiegend die Lymphe aus den Lymphgefäßen der Schwanzflosse auf. Da dieselben aber besonders bei erwachsenen Fischen mit den Lymphgefäßen des Körpers in Verbindung treten, so finden dort mittelbar auch das dorsale und ventrale Längsgefäß, das Spinalgefäß, die Seitenstämme und die Subvertebralstämme wenigstens zu einem geringen Teil ihre Abflüsse. Nach den Angaben von Favaro geschieht dies auch unmittelbar. Die Lymphherzen münden mittels eines kürzeren oder längeren Ausführungsganges in die Vena caudalis. Sowohl die Zuflüsse wie Abflüsse werden durch Klappen abgeschlossen, welche die Tätigkeit der Herzen regulieren.

Während die geschilderten Verhältnisse als gesicherte Tatsachen angenommen werden können, bestehen über die Art und Weise der Funktion der Herzen Meinungsverschiedenheiten. Aus der obigen Beschreibung müßte man schließen, daß die beiderseitigen Herzen als gleichwertige Gebilde die Lymphe aufnehmen und den Kaudalvenen zuführen. Dieser alten schon von Hyrtl vertretenen Auffassung schließen sich auch Hoyer & Michalski an. Favaro hingegen sieht die beiden Herzen als ungleichwertige Gebilde an, indem er das eine Herz als einen die Lymphe aufnehmenden Vorhof und das andere als Herzkammer bezeichnet. Er beschreibt nämlich in der Verbindungsöffnung im Foramen hypurale eine Klappe, welche den Rückfluß der Lymphe aus dem Ventrikel verhindert und ferner mit Klappen versehene Zuflüsse nur in das Atrium und einen durch eine Klappe verschlossenen Abfluß aus dem Ventrikel. Das Atrium soll bei einer Species auf der linken, bei anderen auf der rechten Seite liegen. So haben unter den Scopelini *Chauliodus*, *Paralepsis*, *Scopelus*, *Coccia* das Atrium auf der linken Seite und *Argyropelecus*, *Saurus*, *Chlorophthalmus* auf der rechten.

Die Aufgabe der Lymphherzen bei Fischen dürfte wohl eine ähnliche sein wie bei den Reptilien, bei denen Spanner dargetan hat, daß dieselben den Blutkreislauf in den Venen wesentlich fördern. Doch scheint die Anwesenheit der Herzen für das Leben der Fische nicht unbedingt notwendig zu sein, da wenigstens Aale nach der Amputation des Schwanzes samt den Herzen lange Zeit fortleben (Robin) und ferner zahlreiche Fische kein Lymphherz besitzen.

f) Die Entwicklung der Lymphgefäße.

Wie bei den übrigen Wirbeltieren handelt es sich auch bei Fischen grundsätzlich um die Frage, ob die Lymphgefäße aus Lymphspalten im Körpergewebe entstehen und sich sekundär mit den Venen verbinden, oder ob dieselben sich aus Venen an den Stellen, wo sie in letztere einmünden, entwickeln. Die erstere Ansicht vertritt McClure auf Grund seiner hauptsächlich an Forellen ausgeführten Untersuchungen. Über die zweite Art der Entwicklung aus Venen liegen bisher nur vereinzelte Beobachtungen vor. So die an Embryonen von *Belone acus* und *Squalius caledanus* ausgeführten Untersuchungen von Favaro, nach welchem die Lymphherzen von der Vena caudalis ihren Ursprung nehmen. Ferner sind die Beobachtungen an 8 mm langen Forellenembryonen von Haj anzuführen, welcher behauptet, daß der Subocularsack durch den Truncus jugularis mit den Venen in Zusammenhang steht. Schließlich ist noch zu bemerken, daß Hoyer bei *Scyllium*-Embryonen von einem bestimmten Alter in der Gegend des Überganges des Rumpfes in den Kopf ein schwammiges in voller Proliferation befindliches Gewebe angetroffen hat, wie ein solches für die erste Anlage des Lymphgefäßsystems bei anderen Wirbeltieren charakteristisch ist (vgl. oben S. 84). Trotz dieser wenigen Anhaltspunkte darf aus den besonders an Säugern zuerst von Sabin gemachten Beobachtungen geschlossen werden, daß eine direkte Ableitung der Lymphgefäße vom Venensystem auch bei Fischen ihre Berechtigung hat.



Literatur.

- Agassiz, L. & Vogt, C., Anatomie des Salmones. Mém. Soc. Sc. nat. Neuchatel 3, 1845. — Agassiz, L., Über das Wassergefäßsystem der Mollusken. Z. wiss. Zool. 7, 1856. — Allen, W. F., Distribution of the lymphatics in the head, and in the dorsal pectoral and ventral fins of *Scorpaenichthys marmoratus*. Proc. Washington Ac. Sc. 5, 1906. — Derselbe, Distribution of the subcutaneous vessels in the head region of the Ganoids *Polyodon* and *Lepisosteus*. Proc. Washington Ac. Sc. 5, 1907. — Derselbe, Distribution of the subcutaneous vessels in the tail region of *Lepisosteus*. Am. J. Anat. 8, 1908. — Derselbe, Distribution of the lymphatics in the tail region of *Scorpaenichthys marmoratus*. Am. J. Anat. 11, 1910. — Derselbe, Studies on the development of the venolymphatics in the tail-region of *Polistotrema (Bdellostoma) stouti*. Quart. J. Micr. Sc. 59, 1913. — Bartholini, Thomae, Anatomie Lugduni Batavorum 1686, ferner De lacteis thoracis in homine brutisque nuperrime observatis historia anatomica 1652 und De lacteis venis sententia 1665. — Bulawa, M., Die Lymphgefäße der Haut von Knochenfischen. Bull. Ac. Pol. Sc. B., 1936. — Burne, R. H., A contribution to the anatomy of the ductless glands and lymphatic system of the Angler Fish (*Lophius piscatorius*). Phil. Trans. London B. 215, 1927. — Derselbe, A system of „fine“ vessels associated with the lymphatics in the Cod (*Gadus morrhua*). Phil. Trans. London B. 217, 1929. — Cole, J. F., A monograph on the general morphology of the myxinoïd fishes, based on a study of Myxine. P. VI. The morphology of the vascular system. Trans. R. Soc. Edinburgh 54, 1925. — Cori, C., Das Blutgefäßsystem des jungen *Ammocoetes*. Arb. zool. Inst. Wien 16, 1905. — Daniel, J. F., The lateral blood supply of primitive Elasmobranch Fishes. Univ. California Publ. Zool. 29, 1926. — Daniel, J. F. & Stoker, Edith, The relations and nature of the cutaneous vessels in Selachian Fishes. Univ. California Publ. Zool. 31, 1927. — Daniel, J. F., The Elasmobranch Fishes. Berkeley California 1928. — Diamare, V., Contributo all'anatomia comparata del sistema linfatico. I linfatici splanenici in *Torpedo marmorata*. Intern. Mon. Anat. Phys. 30, 1913. — Dohrn, A., Studien zur Urgeschichte des Wirbeltierkörpers. XLII. Über Nerven und Gefäße bei *Ammocoetes* und *Petromyzon Planeri*. Mitt. Zool. Stat. Neapel 8, 1888. — Dubowik, P. A., Zur Frage der Entstehung des Blutgefäßsystems der Wirbeltiere. Z. Anat. Entw.gesch. 85, 1925. — Dücker, M., Über die Augen der Cyclostomen. Jen. Z. Naturw. 60, 1924. — Dunajewski, A., Die Lymphgefäße im Rumpfe des Aales (*Anguilla anguilla* L.). Bull. Ac. Pol. Sc. B., 1930. — Duvernoy, G. L., Note sur le sinus veineux genital des Lamproies et le reservoir analogue qui fait partie du système veineux abdominal des Raies. C. R. Acad. Sci. Paris 22, 1846. — Ewart, J. C., On vascular peribranchial spaces in the lamprey. J. Anat. Phys. 12, 1878. — Favaro, G., Contributi all'angiologia dei Petromyzonti. Atti Ac. sc. ven. trent.-istr., 1905. — Derselbe, Note fisiologiche intorno al cuore caudale dei Murenoidi (tipo *Anguilla vulgaris*). Arch. di Fisiol. 2, 1905. — Derselbe, Il cuore ed seni caudali dei Teleostei. Anat. Anz. 27, 1905. — Derselbe, Ricerche intorno alla morfologia ed allo sviluppo dei vasi, seni e cuori caudali nei ciclostomi e nei pesci. R. Ist. Venet. Sc. Lettr. ed Arti 65, 1905—1906. — Derselbe, Über die Arbeit von S. M. Jossifow: Sur les voies principales et les organes de propulsion de la lymphé chez certains poissons. Anat. Anz. 28, 1906. — Derselbe, Ricerche intorno al sistema circolatorio degli *Scopelini* (Müller). R. Istit. centr. Biol. Mar. in Messina. 108, 1913. — Derselbe, Il cuore caudale degli *Scopelini* (Müller). Atti R. Ac. Peloritana 30, 1923. — Derselbe, Cyclostomi. Gefäßsystem. Bronns. Kl. u. Ord. Tierr. Leipzig 1924. —

Florkowski, W., Die Verteilung der Lymphgefäße im Kopfe des Aales (*Anguilla anguilla* L.). Bull. Ac. Pol. Sc. B., 1930. — **Fobmann, V.**, Das Saugadersystem der Wirbeltiere. Heidelberg u. Leipzig 1827. — **Franz, V.**, Das Gefäßsystem der Acanthier. Handb. vergl. Anat. B. 6, 1933. — **Glaser, G.**, Beiträge zur Kenntnis des Lymphgefäßsystems der Fische. Z. Anat. Entw.gesch. 100, 1933. — **Grodziński, Z.**, Über das Blutgefäßsystem von *Myzine glutinosa* L. Bul. Ac. Pol. Sc. B., 1926. — **Derselbe**, Entwicklung der Blutgefäße bei *Scyllium canicula*. Ebenda 1929. — **Derselbe**, Bemerkungen über das Lymphgefäßsystem von *Myzine glutinosa* L. Ebenda 1932. — **Grynfeltt, E.**, Recherches anatomiques et histologiques sur les organes surrénaux des Plagiostomes. Bull. Sci. France Belgique 37, 1903. — **Haj, J.**, Untersuchungen über die Entwicklung des subocularen Lymphsackes bei Salmoniden. Bull. Ac. Pol. Sc. B., 1925. — **Hall, Marshall**, A critical and experimental Essay on the Circulation of the Blood. London 1831. — **Harman, N. B.**, The Palpebral and Oculomotor Apparatus in Fishes. Observations on Morphology and Development. J. Anat. Phys. 34, 1899. — **Hatta, S.**, Über die Entwicklung des Gefäßsystems des Neunauges *Lampetra mitsukuri*. Zool. Jahrb. Abt. Anat. Ontog. 44, 1922. — **Hewson, W.**, An Account of the lymphatic system in fishes. Phil. Transact. 50, 1769. — **Hochstetter, F.**, Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Amphibien und der Fische. Morph. Jahrb. 13, 1868. — **Hopkins, G. S.**, The lymphatics and enteric epithelium of *Amia Calva*. The Wilder Quarter-Century Book Ithaca 1893. — **Hoyer, H. & Michalski, W.**, Das Lymphgefäßsystem der Forellenembryonen (*Salmo fario* L.). Bull. Ac. Sc. Cracovic 1915. — **Dieselben**, Das Lymphgefäßsystem der Forellenembryonen nebst Bemerkungen über die Verteilung der Blutgefäße. Morph. Jahrb. 51, 1920. — **Hoyer, H.**, Recherches sur les vaisseaux lymphatiques des Sélaciens. Bull. Ac. Pol. Sc. B., 1928. — **Derselbe**, Das Lymphgefäßsystem der Wirbeltiere vom Standpunkte der vergleichenden Anatomie. Mém. Ac. Pol. Sc. Cl. de Méd., 1894. — **Hyrll, J.**, Über Kaudal- und Kopfsinuse der Fische und das damit zusammenhängende Seitengefäßsystem. Müllers Arch. Anat. Phys., 1843. — **Derselbe**, Über die Pori abdominales, die Kiemen-Arterien und die Glandula thyreoidea der Ganoiden. Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien Mat.-naturwiss. Kl. 8, 1852. — **Derselbe**, Über das Arterien-System bei *Lepidosteus*. Ebenda 8, 1852. — **Jackson, C. M.**, An investigation of the vascular system of *Bdelostoma dombeyi*. J. Cincinnati Soc. Nat. Hist. 20, 1901. — **Jones, T. Wharton**, Microscopical characters of the rhythmically contractile Muscular Coat of the Veins of the Bat's Wing, of the Lymphatic Hearts of the Frog, and of the Caudal Heart of the Eel. Proc. Roy. Soc. London 16, 1868. — **Derselbe**, The Caudal Heart of the Eel a Lymphatic Heart. Phil. Trans. Roy. Soc. London 158, 1869. — **Jossifow, G.**, Sur les voies principales et les organes de propulsion de la lymphe chez certains poissons osseux. C. R. Soc. Biol. 1905; Arch. Anat. microsc. 8, 1906. — **Derselbe**, Ein vergleichend-anatomischer Abriss des Lymphgefäßsystems und seine phylogenetische Entwicklung. Anat. Anz. 71, 1931. — **Derselbe**, Zur Untersuchungs-methodik des Lymphgefäßsystems bei Fischen. Arch. russ. Anat. Hist. Embr. 8, 1929 refer. in Zool. Ber. 28, 1931/32. — **Jourdain, S.**, Note sur le système lymphatique du *Gadus morrhua*. Annal. sc. nat. Zool. V, 8, 1867. — **Derselbe**, Recherches sur le système lymphatique du Congre. C. R. Acad. Sci. Paris 67, 1868. — **Derselbe**, Sur l'existence d'une circulation lymphatique chez les Pleuronectes. Ebenda 90, 1880. — **Jullin, Ch.**, Des origines de l'aorte et des carotides chez les poissons Cyclostomes. Anat. Anz. 2, 1887. — **Derselbe**, Recherches sur l'appareil vasculaire et le système nerveux périphérique de l'Ammocoetes (*Petromyzon Planeri*). Arch. Biol. 7, 1887. — **Kilborne, F. L.**, Preliminary note on the lymphatics of the common bullhead *Amiurus catus* L. Proc. am. Assoc. Adv. Sc. 33, 1884. — **Klinkowström, A.**, Über die blutführenden Lymphräume bei *Myzine glutinosa*. Biol. Fören. Forhandl. Stockholm 4, 1891 bis 1892. — **Langer, C.**, Über Lymphgefäße des Darmes einiger Süßwasserfische. Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien I. 1870. — **Langerhans, P.**, Untersuchungen über *Petromyzon*

Planeri. Ber. Verh. Naturf. Ges. Freiburg i. B. 6, 1876. — Mayer, P., Über Eigentümlichkeiten in den Kreislauforganen der Selachier. Mitt. Zool. Stat. Neapel 8, 1888. — Derselbe, Über die Lymphgefäße der Fische und ihre mutmaßliche Rolle bei der Verdauung. Jen. Z. Naturw. 25, 1917. — McClure, C. F. W., The development of the lymphatic system in the trout. Proc. An. Ass. Anat. 1913; Anat. Rec. 8, 1914. — Derselbe, The development of the lymphatic system in fishes with especial reference to its development in the trout. Mem. Wistar Instit., 1915. — Meckel, J. F., System der vergleichenden Anatomie. Halle 1821. — Monro, A., Vergleichung des Baues und der Physiologie der Fische mit dem Baue des Menschen und der übrigen Tiere. Leipzig 1787. — Mozejko, B., Étude sur le système circuloire de la Lamproie (*Petromyzon fluviatilis*). Anat. Anz. 36, 1910. — Derselbe, Untersuchungen über das Vaskularsystem von *Petromyzon fluviatilis* II. Ebenda 40, 1911. — Derselbe, Untersuchungen über das Vaskularsystem von *Petromyzon fluviatilis* III. Ebenda 40, 1912. — Derselbe, Über das Lymphgefäßsystem der Fische. Ebenda 45, 1913. — Müller, J., Vergleichende Anatomie der Myxinoïden. Über das Gefäßsystem. Abh. K. Akad. Wiss. Berlin 1841. — Derselbe, Bemerkungen über eigentümliche Herzen des Arterien- und Venensystems. Müllers Arch. Anat. Phys., 1842. — Derselbe, Handbuch der Physiologie des Menschen. Coblenz 1844. — Nestler, K., Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte von *Petromyzon Planeri*. Arch. Naturgesch. 56, 1890; Zool. Anz. 13, 1890. — Neuville, H., Contribution à l'étude de la vascularisation intestinale chez les Cyclostomes et Sélaciens. Ann. Sc. Nat. 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. Anz. 23, 1903. — Ostroumoff, A., Z. Zur Entwicklungsgeschichte des Sterlets (*Acipenser ruthenus*). IV. Das Gefäßsystem des Kopfes. Zool. Anz. 32, 1908. — Parker, W. N., On the Anatomy and Physiology of *Protopterus annectens*. Trans. R. Irish Ac. 30, 1892. — Pensa, A., Studio sulla morfologia e sullo sviluppo dell'Arteria intercostalis suprema e delle aa. intercostales. Ric. lab. anat. norm. Roma 11, 1905. — Rathke, H., Bemerkungen über den inneren Bau der Pricke oder des *Petromyzon fluviatilis* des Linneus. Danzig 1825. — Derselbe, Bemerkungen über den inneren Bau des Querders (*Ammocoetes branchialis*) und des kleinen Neunauges (*Petromyzon Planeri*). Neueste Schr. natf. Ges. Danzig 2, 1827. — Retzius, G., Ein s. g. Caudalherz bei *Myxine glutinosa*. Biol. Unters. Stockholm 1890. — Robin, Ch., Note sur un appareil particulier de vaisseaux lymphatiques chez les Poissons. Rev. zool. 8, 1845. — Derselbe, Nouvelles études sur le système sanguin et lymphatique des Raies et des Sqaes. L'Institut 1845. — Derselbe, Note sur quelques particularités du système veineux du *Petromyzon marinus*. Soc. Phil. Extr. Proc. verb. 1846; L'Institut 14, 1846; Frorieps Not. 38, 1846. — Derselbe, Sur l'anatomie des lymphatiques des Torpilles comparée à celle des autres Plagiostomes. J. Anat. Phys. 4, 1867. — Derselbe, Note sur quelques caractères et sur le cœur caudal des Anguilles, des Congres et des Leptocephales. J. Anat. Phys. 16, 1880. — Sappey, Ph. C., Études sur l'appareil mucipare et sur le système lymphatique des poissons. Paris 1880. — Schneider, A., Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere. Berlin 1879. — Stannius, H., Handbuch der Anatomie der Wirbeltiere, II. Aufl. Berlin 1854. — Tretjakoff, D., Die orbitalen Venensinusse der niederen Wirbeltiere. Morph. Jahrb. 56, 1926. — Derselbe, Das Gefäßsystem im Kiemengebiet des Neunauges. Morph. Jahrb. 58, 1927. — Trois, F., Nuovi fatti riguardanti lo storia del sistema limfatico dei Teleostei. Atti R. Istit. Veneto. Ser. 5, 4, 1877—1878. — Derselbe, Contribuzione allo studio del sistema limfatico dei Teleostei. I. Ricerche sul sistema limfatico del *Lophius piscatorius*. Ebenda 1, 1877—1878. — Derselbe, Ricerche sul sistema limfatico del *Uranoscopus scaber*. Ebenda 6, 1879—1880. — Derselbe, Ricerche sul sistema limfatico dei Pleuronettidi. 1. Rhombus maximus e Rhombus laevis. 2. Psettini, Platessini, Pleuronectini e Solcidi. Ebenda 7, 1880—1881. —

Derselbe, Contributione allo studio del sistema linfatico dei Gadoidei. Ebenda 8, 1882. — **Vialleton, L.**, Caractères lymphatiques de certaines veines chez quelques Squales. C. R. Soc. Biol. 1902. — **Derselbe**, Les lymphatiques du tube digestif de la Torpille (*Torpedo marmorata* Risso). Arch. Anat. microsc. 5, 1902. — **Derselbe**, Etude sur le cœur des lamproies, *Petromyzon marinus* L., *P. Planeri* Bloch. *Ammocoetes branchialis* L., avec quelques remarques sur l'anatomie comparée du cœur des Cyclostomes. Arch. Anat. microsc. 6. 1903. — **Vogt, C.**, Über die Schleimgänge der Fische. Amtl. Ber. 20. Vers. Ges. dtsch. Natf. u. Ärzte Mainz 1843. — **Derselbe**, Über die Schleimkanäle der Fische. Z. wiss. Zool. 7, 1856. — **Weidenreich, F.**, Lymphgefäßsystem. Handb. vergl. Anat. Berlin 6, 1933.

170