

Beiträge

zur

Anatomie und Entwicklungsgeschichte von Petromyzon Planeri.

Von
Karl Nestler,
Realschuloberlehrer in Leipzig-Rendnitz.

Hierzu Tafel VI u. VII.

Litteraturverzeichnis.

1. Balfour, Handbuch der vergleichenden Embryologie. Uebersetzt von Dr. B. Vetter. 2. Band.
2. Benecke, Zur Metamorphose des Flussneunauges. Zoologischer Anzeiger von Carus. 1880.
3. Born, Ueber den inneren Bau der Lamprete. Heusingers Zeitschrift für organische Physik. 1. Band. 1827.
4. Dohrn, Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers. Mittheilungen aus der zoolog. Station zu Neapel:
 - III. Die Entstehung und Bedeutung der Hypophysis bei Petromyzon Planeri. 1883.
 - V. Zur Entstehung und Differenzirung der Visceralbogen bei Petromyzon Planeri. 1884.
- VIII. Die Thyreoidea bei Petromyzon, Amphioxus und den Tunicaten. 1885.
- XII. Thyreoidea und Hypobranchialrinne, Spritzlochsack und Pseudobranchialrinne bei Fischen, Amphioxus und Tunicaten. 1887.
- XIII. Ueber Nerven und Gefäße bei Ammocoetes und Petromyzon Planeri. 1888.
5. Dröscher, Beiträge zur Kenntniss der histologischen Struktur der Kiemen der Plagiostomen. Leipzig, 1881.
6. Fürbringer, Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Muskulatur des Kopfskelets der Cyclostomen. Jenaische Zeitschrift f. Medicin u. Naturwissensch. 9. Bd. 1875.
7. Grenacher, Beiträge zur nähern Kenntniss der Muskulatur der Cyclostomen und Leptocardier. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie v. v. Siebold und Kolliker. 17. Band. 1867.

8. Huxley, On the nature of the craniofacial apparatus of *Petromyzon*.
The Journal of anatomy and physiology. Vol. X. 1876.
9. Julin, a. Des origines de l'aorte et des carotides chez les poissons
Cyclostomes. Anatom. Anzeiger v. Bardeleben. 1887.
b. Les deux premières fentes branchiales des Poissons Cyclostomes
sont-elles homologues respectivement à l'évent et à la fente
hyobranchiale des Sélaciens? Bulletins de l'Académie Royale
des sciences de Belgique. 3. série, tome XIII. 1887.
c. Quelle est la valeur morphologique du corps thyroïde des
Vertébrés? Ebenda.
10. Langerhans, Untersuchungen über *Petromyzon Planeri*.
Freiburg, 1873.
11. Aug. Müller, Ueber die Entwicklung der Neunaugen. Ein
vorläufiger Bericht. Archiv f. Anatomie v. Joh. Müller. 1856.
12. Joh. Müller, Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. Ab-
handlungen der K. Akademie d. Wissenschaften z. Berlin.
a. Osteologie und Myologie. 1834. b. Gefässsystem. 1839.
c. Eingeweide. 1843.
13. W. Müller, a. Ueber die Hypobranchialrinne der Tunikaten etc.
Jenaische Zeitschrift f. M. 1873.
b. Ueber das Urogenitalsystem des *Amphioxus* u. der Cyclostomen.
Ebenda. 1875.
14. W. K. Parker, On the Skeleton of the Marsipobranch Fishes.
Part. II. 1883.
15. Rathke, a. Bemerkungen über den innern Bau des Querders
und des kleinen Neunauges. Schriften d. naturf. Gesellsch. zu
Danzig. 2. Bd. 1827.
b. Bemerkungen über den innern Bau der Pricke. Danzig, 1826.
c. Anatomisch-philosophische Untersuchungen über den Kiemen-
apparat und das Zungenbein der Wirbelthiere. 1832.
16. A. Riess, Der Bau der Kiemenblätter bei den Knochenfischen.
Bonn, 1881.
17. A. Schneider, a. Ueber die Entwicklungsgeschichte von
Petromyzon. Sitzungsberichte der oberhessischen Gesellsch. f.
Natur- und Heilkunde. 1873.
b. Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwick-
lungsgeschichte der Wirbelthiere. Berlin 1879.
18. Max Schultze, Die Entwicklungsgeschichte v. *P. Planeri*.
Haarlem, 1856.
19. Scott, Vorläufige Mittheilungen über die Entwicklungsgeschichte
der *Petromyzonten*. Zoolog. Anzeiger von Carus. 1880.
20. Stannius, Ueber den Bau der Muskeln bei *P. fluviatilis*. Göttinger
Nachrichten. 1851.

Angeregt durch die Arbeiten von A. Riess über den Bau der Kiemenblätter bei den Knochenfischen und von W. Dröscher über die histologische Struktur der Kiemen der Plagiostomen, stellte ich mir die Aufgabe, den Kiemenapparat der *Petromyzonten*, dieser in vielen Beziehungen so eigentümlichen Fischgruppe, näher kennen zu lernen. Es wurden zu dem Zwecke die einschlägigen Verhältnisse sowohl an erwachsenen Exemplaren von *Petromyzon Planeri* als an dessen Jugendform, dem *Ammocoetes branchialis* oder Querder, näher geprüft. Von besonderem Interesse aber waren Übergangsstadien zwischen beiden Formen, die ich nach vielen vergeblichen Bemühungen glücklicherweise in zwei verschiedenen Altersstufen — von Mitte Juli und Ende August, und zwar aus dem schlammigen Sande eines abgelassenen Mühlgrabens im sächsischen Erzgebirge — erlangte. Letzterer Umstand brachte es mit sich, dass ich im Verlaufe meiner Untersuchungen auch auf entwicklungsgeschichtliche Momente hingeführt wurde, von denen vor allem die Entstehung des bekanntlich nur den ausgebildeten *Petromyzonten* eigenen Ösophagus meine Aufmerksamkeit in Anspruch nahm.

Die Arbeiten wurden im zoologischen Institut der Universität zu Leipzig unter der Leitung meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Geheimrat Prof. Dr. Leuckart, ausgeführt, dem ich nicht bloss einen grossen Teil des benutzten Materials und der nötigen litterarischen Hilfsmittel verdanke, sondern der mir auch mit seinem Rate und seiner reichen Erfahrung stets in der freundlichsten Weise zur Seite stand. Es ist mir eine angenehme Pflicht, ihm an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Auch dem Assistenten, Herrn Dr. Looss, der mich ebenfalls mit Material von *Ammocoetes* reichlich unterstützte, fühle ich mich zu grossem Dank verpflichtet.

Die Methode der Untersuchung bestand hauptsächlich in der Anfertigung von Schnittserien nach der üblichen Weise, die nachträglich mit ammoniakalischem Karmin gefärbt und in Kanadabalsam eingeschlossen wurden. Doch habe ich auch behufs Orientierung über die gröberen Verhältnisse zu Messer und Loupe meine Zuflucht genommen. Injektionen sind nicht ausgeführt worden, da mir einerseits lebende Tiere nicht zur Verfügung standen, andernteils aber die Blutgefässe wegen ihrer prallen Füllung mit Blut verhältnismässig leicht zu verfolgen waren.

Allgemeines.

Die Kiemenhöhle von *Ammocoetes* ist ein fast cylindrischer, langgestreckter Raum, vorn durch zwei mächtige, muskulöse Schleimhautfalten, das sogenannte Mund- oder Schlundsegel (*Velum*), von der Rachenhöhle geschieden, hinten an den Herzraum grenzend. Seitlich ausgestülpte, senkrechte und etwas nach vorn gerichtete Querwände teilen denselben in jederseits sieben hinter einander liegende Kiemensäcke. Letztere stehen nach innen durch breite, hohe Spalten mit dem Bronchus oder Kiemendarm in direkter Verbindung, während sie durch kleine rundliche Öffnungen nach aussen münden.

Die innere Oberfläche der Kiemensäcke wird durch Faltenbildung bedeutend vergrössert. Auf ihrer vordern und hintern, obern und untern Seite erheben sich bandförmige Kiemenblätter, die, mit einer ihrer Langseiten angeheftet, von innen nach aussen durch den ganzen Kiemensack ziehn. Die mittleren und zugleich grössten liegen horizontal, die übrigen, nach oben wie unten an Grösse abnehmend, neigen sich mit ihrem freien Rande der Mitte des Kiemensackes zu. Die Schleimhaut der Kiemenblätter ist wiederum auf beiden Seiten in zahlreiche parallele Fältchen zusammengelegt, in denen sich das Kapillarnetz ausbreitet. Diese Falten alternieren genau, so dass immer zwischen zweien der einen Seite eine der andern steht (vergl. Fig. 4). Sie nehmen nicht die ganze Breite der Blätter ein, lassen vielmehr das der angewachsenen Kante zunächst liegende Viertel frei.

Auf der vordern und hintern Seite der Diaphragmen haben die Kiemenblätter eine verschiedene Form; auf dieser sind sie *f*-förmig, auf jener hingegen besitzen sie die Gestalt eines nach vorn offenen Halbmondes, weshalb Rathke (15a) den Horizontalschnitt durch einen Kiemenbogen (durch eine „Kieme“, wie er ihn nennt) nicht unpassend mit einem dreilappigen Pflanzenblatt verglich (Fig. 1). Die mittleren Blätter sind nicht ihrer gesamten Länge nach angewachsen; fast die ganze äussere Hälfte bleibt frei und ist etwas nach innen zurückgebogen. Dadurch entsteht zwischen diesen freien Enden und der Kiemensackwand, rings um die äussere Kiemenöffnung, ein linsenförmiger Raum, dessen grössere Durchmesser senkrecht und längs gerichtet sind, und den man als „Vorkammer“ des Kiemensacks bezeichnen könnte (Fig. 1. 5 u. 6 V). Rathke kannte jene Einrichtung auch schon und meinte, das Wasser könne auf solche Weise leichter ein- und ausströmen. Da wir jedoch diese Vorkammern später bedeutend reduziert finden, ohne dass die Atmung gehindert scheint, so wird diese Ansicht hinfällig. Ich glaube vielmehr, dass infolge des schnellen Wachstums der Larve*) sich auch die

*) Sie ist nach Benecke's Angaben und meinen eignen Beobachtungen im ausgewachsenen Zustande bedeutend grösser als das geschlechtsreife Tier.

Kiemensblätter rasch vergrössern müssen, um das Atmungsbedürfnis zu befriedigen, während die als Ansatz und Stütze dienenden Diaphragmen zurückbleiben. Mit der stärkeren Entwicklung der letzteren bei *Petromyzon* sehen wir darum auch die Vorkammern schwinden.

Vom Mundsegel bis in den Mageneingang zieht sich eine dicke Falte längs der Decke der Kiemenhöhle hin (vergl. Fig. 5 u. 7). Oben heftet sie sich an die Bindegewebsscheide der Chorda dorsalis; ihr Epithel geht in das des Bronchus und der Kiemensäcke über. Lockeres, von vielen, ziemlich weiten Blutgefässen durchzogenes Bindegewebe füllt ihr Inneres aus. Im Grunde verläuft die Aorta; der centrale Teil aber zeigt oft Anhäufungen von sternförmigen Pigmentzellen, die, wenn man Querschnitte mit blossen Auge oder nur mit der Loupe betrachtet, einen Hohlraum vortäuschen, weshalb denn wohl auch Rathke, der diese Falte entdeckte, in ihr einen Blutbehälter vermutete. Wir werden später auf dieses Organ zurückkommen.

Der ventrale Teil der Kiemenhöhle wird ebenfalls von einer Falte eingenommen, die schon in der Rachenhöhle als schmale, hohe Kante beginnt und sich, allmählich flacher werdend, bis zum Thyreoidae-Eingang zieht. Hinter demselben erhebt sie sich zu einem mächtigen, breiten Wulst, wird jedoch an der 6. inneren Kiemenspalte wieder schmal und hoch. An der hintern Wand der Kiemenhöhle steigt sie endlich senkrecht auf, sich in eine rechte und linke Lippe teilend, welche den Mageneingang bilden und oben mit dem Grunde der dorsalen Falte verschmelzen (Fig. 10. 1 u. 7 D^s).

Der mittlere, voluminöse Teil der ventralen Falte enthält eine ihrer Bedeutung nach noch rätselhafte Drüse, die Thyreoidae. Von ihrem Ausführungsgange zwischen der 3. und 4. innern Kiemenspalte an ziehen zwei parallele wimpernde Rinnen nach vorn und steigen an den innern Kanten des ersten Diaphragmenpaares, unmittelbar hinter der Anheftungslinie des Mundsegels auf. Betreffs des weiteren Verlaufs dieser „Wimpernschnüre“ verweise ich auf A. Schneider (17b, S. 84), den Entdecker derselben. Ich erwähne sie hier nur deshalb, weil W. Müller (13a) sie als Homologon der Hypobranchialrinne des *Amphioxus* und der Tunikaten ansieht, A. Dohrn aber ihren am ersten Diaphragma aufsteigenden Teil für den Rest einer ursprünglich vor der ersten bleibenden angelegten Kiemenspalte erklärt, die er Hypobranchialspalte nennt und der Spritzlochspalte der Haifische an die Seite stellt. Über diese mutmassliche achte Kiemenspalte der Cyclostomen vergleiche man besonders die Arbeiten von W. Scott (19), Huxley (8 u. a. a. O.), W. Parker (14, S. 445—46. 448) und A. Dohrn (VIII. St. S. 49 ff., XII. St., XIII. St. S. 234 u. a. a. O.) dagegen Ch. Julin (9 b u. c).

Die Kiemenhöhle von *Petromyzon* (Fig. 2) zeigt andere Einrichtungen als wie sie bisher von *Ammocoetes* beschrieben worden sind. Vor allem entwickeln sich hier die Diaphragmen zu grosser Mächtigkeit, so dass die Kiemensblätter Platz gewinnen, sich ihrer ganzen Länge nach anzuheften. Dies bringt nicht bloss die linsen-

förmigen Vorkammern der Kiemensäcke zum Verschwinden, sondern hat auch eine Formveränderung der Kiemenblätter im Gefolge, die jetzt als langgestreckte, fast gerade, an beiden Enden verjüngte Lamellen erscheinen. In jedem Kiemensack ist das in der Höhe der äusseren Kiemenöffnung stehende Kiemenblatt mit Ausnahme des innersten, dem Bronchus zugekehrten Abschnittes in zwei übereinander liegende Blätter gespalten, die nach der äusseren Kiemenöffnung zu ziemlich weit auseinander rücken und sie von oben und unten einfassen. Die zugehörige Arterie und Vene sind am innern Ende gemeinschaftlich, am äussern natürlich doppelt (Fig. 8 rechts).

Die innern, kiemenblattfreien Ränder der Diaphragmen dehnen sich ebenfalls, besonders in der Längsrichtung des Körpers, aus, ja sie wachsen oben und unten vollständig mit den vor und hinter ihnen liegenden zusammen. Auf diese Weise schliessen sich die Kiemensäcke bedeutend vollständiger vom Bronchus ab, als das bei *Ammocoetes* der Fall war. Die innern Kiemenöffnungen werden dadurch zu kleinen, senkrechten, elliptischen Spalten, der Bronchus selbst zu einem engen Kanale, dessen Boden und Decke durch die Kanten der ventralen, bezüglich dorsalen Falte gebildet sind. Besonders zu beachten ist, dass der Mageneingang sich durch gleiche Ausdehnung und Verwachsung der ihn umgebenden „Lippen“ völlig schliesst, dass ferner der Kiemenarterienstamm wie die Kiemenschlagadern in Lage und Verteilung bedeutend von den Verhältnissen bei der Jugendform abweichen und dass endlich auch das Verdauungsrohr eine völlige Umgestaltung erfährt. Doch wird von diesen Thatsachen späterhin ausführlicher die Rede sein.

Kiemenskelett.

Die *Petromyzonten* besitzen zum Schutze und zur Stütze des Kiemenapparates einen ziemlich komplizierten Kiemenkorb. Ob derselbe ein „äusseres Kiemengerüst“ darstellt, dessen Reste sich unter den Wirbeltieren in den „äusseren Kiemenbogen“ der Selachier noch vorfinden, wie Rathke (15a u.c), Cuvier¹⁾, Born (3), J. Müller und besonders Gegenbaur²⁾ und Balfour (1) annehmen, oder ob er wirklich den innern Kiemenbogen der übrigen Fische und insbesondere denen der Selachier entspricht, wie Dohrn in seiner V. Studie S. 155/56 u. a. O. nachzuweisen versucht, wage ich nicht zu entscheiden, obwohl die erstere Meinung mehr für sich zu haben scheint.

Bei *Ammocoetes* besteht der Kiemenkorb nach A. Schneider (17b S. 56) „jederseits aus sieben queren Knorpelstäben, welche von der Chorda nach der Mittellinie verlaufen. Dieselben sind durch vier Längsstäbe verbunden; der eine verbindet die unteren, der andere

¹⁾ Duvernoy, *Leçons d'Anatomie comparée de Cuvier*. Tom 7.

²⁾ *Grundriss der vergleichenden Anatomie*. 1874. S. 483.

die oberen Enden. Zwei verlaufen seitlich über und unter den Kiemenlöchern; die beiden untern sind vollständig ausgebildet. Der obere Längsstab ist immer in der Mitte zwischen zwei Querstäben unterbrochen, der folgende an der hintern Seite jedes der Querstäbe. Die beiden mittleren Längsstäbe setzen sich noch etwas nach vorn fort und vereinigen sich bogenförmig vor dem ersten Kiemenloche. Die beiden Hälften des Kiemenkorbes sind am Bauche getrennt. Am fünften und sechsten Kiemenloch berühren sie sich in der in der Figur angedeuteten Weise.“

Rathke, der diesen Apparat auch schon ziemlich ausführlich beschrieb und abbildete, (13a, S. 73), hat die obern Längsstäbe nicht gesehn, verweist aber auf Meckel, der bei *P. marinus* einen gelblichen, dreikantigen Streifen an jeder Seite des knorpeligen Rohres bemerkt habe.

Schneider erlangte seine Präparate durch längeres Kochen in Eisessig, während ich die Form des Skelettes aus Serien von Längs- und Querschnitten konstruiert habe. Obgleich ich wesentlich zu denselben Resultaten gelangt bin, weichen doch meine Beobachtungen in einigen Punkten von den seinigen ab. Ich finde den oberen Längsstab bei Individuen von 9—20 cm Länge, die ich untersucht habe, nicht regelmässig zwischen zwei Querstäben unterbrochen, sondern nur hinter dem ersten. Doch deutet sein Dünnerwerden nach jedem der folgenden Bogen darauf hin, dass die Schneidersche Darstellung jedenfalls für noch jüngere Tiere Giltigkeit hat. Damit stimmt auch die Angabe Dohrn überein (V. St. S. 156), dass die Kiemenbogenknorpel sich in der Mitte zuerst anlegen und nach beiden Seiten, ventral- und dorsalwärts, wachsen. Die Unterbrechung hinter dem ersten Querstabe, dem Glossopharyngaeusbogen Dohrn (XIII. St. S. 252), ist dagegen stets vorhanden und zwar nicht bloss bei grossen Exemplaren von *Ammocoetes*, sondern — wie ich voraus bemerken will — auch bei allen Übergangsstadien und bei *Petromyzon*. Sie findet sich da, wo der untere Ast der Vena jugularis von seiner Lage unter dem Schädelbalken aufsteigt, um sich mit dem oberen zu einem gemeinsamen Stamme zu verbinden. Der erste Querstab steigt an dieser Stelle etwas höher als die vorhergehenden aufwärts, bis er an der Seite der Chorda nach vorn umbiegt und in die Basilarknorpel des Schädels übergeht. Ich betone diesen Umstand ausdrücklich, weil W. Parker (14, Tfl. 25. Fig. 8) das Skelett einer sechs Zoll langen Larve von *P. fluviatilis* mit völlig ununterbrochenen oberen Längsstäben darstellt, was den Verhältnissen bei *P. Planeri* nicht entspricht.

Schneider berichtet ferner (l. c. S. 56): „In dem Perichondrium von *Ammocoetes* kommt ein Gewebe vor, welches ich als Schleimknorpel bezeichne und welches die Stellen andeutet, in welchen beim Übergang in *Petromyzon* der Knorpel weiter wächst oder sich neu bildet. Durch Schleimknorpel sind zunächst in der Bauchfläche die beiden Hälften des Kiemenkorbes verbunden. An seinem vorderen

Rand setzt sich der Kiemenkorb in einen Schleimknorpel fort, welcher sich mit dem der Bauchseite vereinigt. Dadurch entsteht eine rinnenförmige Platte, deren Ränder in der Gegend der Ohrkapsel sich an den Schädel anlegen . . . Der seitliche Knorpelstab liegt ebenfalls in diesem Vorknorpel. Von dem Knorpelstab an nach vorn senkt sich der Rand dieser Kiemenplatte, wie wir sie nennen wollen, nach abwärts.“ — Dass sich die Ränder der „Kiemenplatte“ am vorderen Rande der Ohrkapsel an den Schädel anlegen und hier den von Langerhans entdeckten Knorpelstab, das Hyoidstück Fürbringers, einschliessen, kann ich bestätigen. Jedoch habe ich gefunden, dass sich der Kiemenkorb nach vorn nicht unmittelbar in den Schleimknorpel fortsetzt, sondern dass vor dem ersten Querstabe und rings um die von den mittleren Längsstäben gebildete Öse ein schmaler Zwischenraum frei bleibt. Nur über der letzteren zieht sich ein Knorpelband rückwärts und setzt sich an den obern Teil des ersten Querstabes an. Rathke scheint dasselbe gesehn, aber den Vorknorpel für eigentlichen Knorpel gehalten zu haben, wenn er sagt: „Ganz vorn endlich biegt sich ein jeder dieser letzteren eine Art Brustbein vorstellenden Knorpelstäbe bogenförmig erst nach oben und dann nach hinten um und verfließt zuletzt mit der vordern Biegung des vorderen oberen Knorpelstreifens seiner Seite (15a, S. 73 und Abbildung).

Das Kiemenskelett von *Petromyzon* ist schon oft Gegenstand der Untersuchung gewesen. Es mögen vor allem die Namen Rathke, Born, J. Müller und aus neuester Zeit A. Schneider und Parker genannt sein. Darum bleibt mir nicht viel übrig, als auf die Darstellungen desselben von *P. fluviatilis* durch Schneider und besonders auch von *P. marinus* durch Born (3) und W. Parker (l. c. S. 418 ff., Th. 18. Figur 1) zu verweisen, mit denen dasjenige von *P. Planeri* ziemlich genau übereinstimmt. Jedoch sind die beiden Hälften des Kiemenkorbes nicht längs der ganzen ventralen Mittellinie verwachsen, sondern nur an drei Punkten, zwischen dem 4. und 5., 5. und 6., 6. und 7. Querstabe. Die seitlichen Fortsätze an den Querstäben beschränken sich auch auf der Vorderseite meist auf je zwei, und der obere Längsstab ist — wie ich schon oben betont habe und hier wiederholen will — hinter dem ersten Querstabe, wo sich der untere Jugularvenenast mit dem obern vereint, in derselben Weise unterbrochen wie bei *Ammocoetes*.

Die Veränderungen des Kiemenskelettes während des Überganges von *Ammocoetes* in *Petromyzon*, wie: Ausbildung des knorpeligen Herzkorbes, Auftreten von Fortsätzen an den Querstäben, Entstehung eines achten Bogens vor der ersten bleibenden Kiemenöffnung, sind bekannt, und ein Eingehen darauf erscheint überflüssig. Bezüglich des letzteren, des Zungenbeinbogens („hyoid part of the basket work“, the „extra-hyal“, Parker) will ich nur bemerken, dass er in dem hinteren, aufsteigenden Rande der von Schneider beschriebenen Vorknorpelplatte entsteht und zwar ebenso

wie nach Dohrn die übrigen Bogen, d. h. in der Mitte beginnend. Später erst verbindet sich sein unteres Ende korplig mit den untern Längsstäben und das obere lehnt sich an das inzwischen bedeutend vergrösserte Hyomandibulare (Fürbringer; epi-hyal, Parker).

Die von den mittleren Längsstäben gebildete Öse um die erste Kiemenöffnung zeigt bei *Ammocoetes* vorn eine kleine Vorknorpelspitze. Diese verlängert sich während der Metamorphose nach vorn bis zur Vereinigung mit dem Zungenbeinbogen; das oben erwähnte Knorpelband über ihr verschwindet jedoch. Schneider hat dies allerdings nur kurze Verbindungsstück wahrscheinlich nicht beachtet (vergleiche seine Tfl. 10, Fig. 1.); denn da es Born und Parker von *P. marinus* abbilden, wird es sicher auch bei *P. fluviatilis*, dessen Skelett Schneider darstellt, vorhanden sein.

Einen besonderen Knorpel von ringförmiger Gestalt um die äussern Kiemenöffnungen beschreibt Born (l. c.) bei *P. marinus*. Ein solcher findet sich auch bei *P. Planeri*. Er ist hier entweder ebenfalls ringförmig oder hat die Gestalt eines nach hinten geöffneten Hufeisens, das mit seinen Schenkeln die Kiemenöffnung oben und unten umfasst und offen hält (in Fig. 9 Rk, quer durchschnitten).

Bau der Kiemensäcke.

a. Diaphragmen.

Die Diaphragmen, welche eine Sonderung des ganzen Kiemenraumes in jederseits sieben Kiemensäcke herbeiführen, haben bei *Ammocoetes* und *Petromyzon* nicht ganz gleichen Bau.

Bei ersterem steigen starke, knorpelige Querstäbe, deren schon beim Skelett Erwähnung geschehen ist, im äusseren Rande der Diaphragmen auf und stützen sie. Dieselben sind vielfach hin und her gekrümmt, weisen aber besonders zwischen den beiden mittleren Längsstäben eine starke, nach innen gerichtete Biegung auf, zum Verschluss der äussern Kiemenöffnungen in naher Beziehung stehend. Ihr Perichondrium geht in lockeres Bindegewebe über. Derjenigen Masse des letzteren, welche sich zwischen äusserer Kiemensackwand und Körpermuskulatur von einer Kiemenöffnung bis zur nächstfolgenden hinzieht, ist der mächtig entwickelte äussere Kiemenmuskel oder Konstriktor (Fig. 1 mc) eingelagert. Er wird vom Knorpelbogen in einen vordern kleinern (mc^I) und hintern, viel grösseren Abschnitt (mc^{II}) geteilt. Nach aussen von demselben nehmen zahlreiche, dünnwandige Bluträume und grosse Fettzellen die Maschen des Bindegewebes ein; auf seiner Innenseite aber spaltet sich letzteres in zwei Lagen, die, durch einzelne Fäden und Stränge vereinigt, einen zusammenhängenden Blutraum (Blr) einschliessen. Der innern Schicht liegt das Kiemensackepithel unmittelbar auf, die äussere geht in die Fascie der Muskelbündel des Konstriktors über. Durch einen schmalen Isthmus zieht sich das Bindegewebe in den mittleren Teil des Diaphragmas hinein, den tiefen Kiemenmuskel (madd) und die

seiner Innenfläche anliegende Arteria branchialis (abr) einhüllend. Während sich nun das Bindegewebe auf der Aussenseite des eben genannten Muskels ebenfalls in zwei Lamellen sondert, denen einerseits wiederum Kiemensackepithel, andererseits die Kiemenblätter in ihrer äusseren Hälfte aufsitzen, zieht es auf der Innenseite desselben als einfache, dünne Platte bis in den faltenfreien Diaphragmensaum. Es umgiebt hier die Kiemenbogenvene (vbr), wird aber im übrigen von zahlreichen Blutgefässen durchzogen. Oben und unten geht das Bindegewebe der Diaphragmen ununterbrochen in das der dorsalen und ventralen Falte des Kiemenraumes über.

Den Diaphragmen gleichen in vielen Beziehungen die oben erwähnten Lippen, in welche sich die ventrale Falte bei ihrem Aufsteigen an der hinteren Wand des Kiemenraumes teilt (Tfl. VI Fig. 10 u. 1, Tfl. VII Fig. 7 D⁸). Sie sind im Wesentlichen ebenso gebaut. Diese Übereinstimmung wird dadurch noch grösser, dass sich auf ihren Aussenseiten Kiemenblätter entwickeln. Ja, ihre aufgeworfenen Ränder tragen sogar die von Schneider entdeckten Wimperschnüre in derselben Weise wie die übrigen Bogen (Fig. 1 w). Schneider hat das offenbar übersehen, wie aus seiner Darstellung auf Seite 84 hervorgeht. Überhaupt ist seine ganze Abbildung des Mageneinganges nicht recht klar. Er zeichnet ihn (Tfl. II Fig. 4) als enge Öffnung, während er doch in Wirklichkeit ein ziemlich hoher, senkrechter Spalt zwischen den beiden Lippen ist und allmählich erst in den engen Kanal des Magens übergeht (Tfl. VI Fig. 10 u. Tfl. VII. Fig. 7 me). Wir können demnach mit Ch. Julin (9b, S. 10 u. 9) die beiden Lippen geradezu als letztes (achtes) Diaphragmenpaar bezeichnen. — Die vorderste Wand der Kiemenhöhle, welche zugleich dem Mundsegel als Anheftungsstelle dient, auf ihrer hinteren Seite aber ebenfalls Kiemenblätter trägt, muss dann als erstes Diaphragma betrachtet werden, so dass deren im ganzen acht existieren.

Das bei *Ammocoetes* nur spärlich entwickelte Bindegewebe der Diaphragmen vermehrt sich während der Metamorphose ganz bedeutend (Fig. 2). Die Kiemenblätter, denen so eine kräftigere und flächenhafte Stütze geboten wird, heften sich fast bis zum äussersten Ende an und bringen dadurch die oben als Vorkammern bezeichneten Räume zum Verschwinden. Ferner rückt der tiefe Kiemenmuskel, sich gleichzeitig in die Breite ziehend, viel weiter nach innen. Dabei drängt er die Arteria branchialis vor sich her, bis sie neben die Kiemenbogenvene zu liegen kommt. Ebenso rückt der vordere Teil des Konstriktors weiter ins Innere des Diaphragmas, den Kiemensack jetzt von aussen und vorn umfassend. Der vor dem Knorpelbogen liegende Teil desselben aber tritt zu dem nächstvorderen Kiemensack in engere Beziehung.

b. Muskeln.

Die Muskulatur des Kiemenkorbes der *Petromyzonten* hat Rathke (15b) zuerst untersucht und beschrieben. Er unterschied sieben Paar Kiemenmuskeln, deren jeder der Länge nach in drei Abschnitte geteilt sein soll. Später sah er den Irrtum dieser Angabe ein und schloss sich (15a und c) der von Born (l. c.) vertretenen Ansicht von dem ungeteilten Verlauf der Muskeln an. J. Müller (12a) studierte die Kiemenmuskulatur der *Petromyzonten* ebenfalls, besonders, um sie mit derjenigen der *Myxinoiden* zu vergleichen. Er fand: „Bei den *Petromyzonten* kommen auch Konstriktoren der Brustfellsäcke vor, welche Rathke nicht beschrieben hat (l. c. S. 277). Die zarten Muskelfasern, welche auf die Brustfellsäcke wirken, liegen teils an der innern Wand der Brustfellsäcke und gehn von der untern Wand derselben bis zur untern Fläche der Wirbelsäule, wo sie sich inserieren; teils liegen sie zwischen den Blättern der Scheidewände und haben denselben Ursprung und Insertion. Von aussen werden die Brustfellsäcke . . . durch den sehr muskulösen Apparat des knorpligen Kiemenkorbes zusammengedrückt.“

Nachdem Stannius (20) die eigentümlichen hohlen Fasern an den Augenmuskeln von *P. fluviatilis* entdeckt und Grenacher (7) dies bestätigt hatte, wies Langerhans (10) nach, dass derartige Fasern auch in dem äussern Kiemenmuskel zu finden seien. Dieser Muskel bestehe aus zwei Lagen, einer oberflächlichen und einer tieferen. Die oberflächliche Lage setze sich aus 12—15 kleinen Bündeln zusammen, von denen jedes ungefähr ein Dutzend Elemente enthalte. Dieselben gleichen vollkommen denen der Augenmuskeln. Die tiefere Lage des Muskels bestehe aus einer kontinuierlichen Lage gewöhnlicher Primitivbündel. Darunter soll nun noch ein eigenes Muskelsystem der Kiemensäcke liegen, das von J. Müller entdeckt worden sei (vergl. oben). Über dasselbe sagt er: „Es besteht aus einem Muskel, der in der Scheidewand zwischen zwei Kiemensäcken verläuft und eine sichelförmige platte Muskelmasse darstellt, deren Elemente gewöhnliche Primitivbündel sind, ferner aus einem eignen Konstriktor eines jeden Kiemensacks, der genau wie der oben erwähnte Scheidewandmuskel in der vertikalen Richtung seiner Fasern wie in ihrem ungeteilten Verlauf vollkommen mit den Konstriktoren des Kiemenkorbes übereinstimmt, aber aus Fasern mit persistentem körnigen Cylinder besteht. Diesem Konstriktor des Kiemensackes sitzen die einzelnen transversalen Kiemenblättchen unmittelbar auf.“ „Der eben besprochene Abschnitt der Kiemenmuskulatur ist bei *Ammocoetes* und *Petromyzon* vollkommen gleich gebildet,“ fügt er hinzu.

In Dohrn's V. Studie zur Urgeschichte der Wirbeltiere finden sich auf S. 153/54 Angaben über die Muskelverhältnisse sehr junger *Ammocoeten*. Es wird eine äussere, „parietale“, hohlfaserige und eine innere, „viscerale“, aus gewöhnlichen Fasern gebildete Schicht

unterschieden, die durch den Kiemenknorpel in ein proximales und distales Stück getrennt werden. Ersteres wird später (S. 155) als Adduktor, letzteres als Konstriktor aufgefasst.

Der von allen genannten Forschern erwähnte äussere Konstriktor, sowie seine Zusammensetzung aus zwei verschiedenen Lagen sind leicht zu bemerken; zu ihm gehört wahrscheinlich der vor dem Knorpelbogen gelegene hohlfaserige, parietale Teil des Dohrn'schen Adduktors. Ebenso findet man unschwer den Scheidewandmuskel, der dem visceralen Teil des Dohrn'schen Adduktors entsprechen dürfte, da seine Elemente gewöhnliche Primitivbündel sind. Betreffs des eignen Konstriktors eines jeden Kiemensacks jedoch gehen die Angaben von J. Müller und Langerhans auseinander. Nach ersterem liegt ein Teil desselben zwischen den Blättern der Scheidewände; er ist wohl nichts anderes, als der tiefe Kiemenmuskel (madd) oder der Adduktor Dohrn's. Der andere Teil liegt an der innern Wand der Brustfellsäcke, und diesen allein bezeichnet Langerhans als „eigenen Konstriktor der Kiemensäcke“, der sowohl bei *Petromyzon* als *Ammocoetes* vorkommen soll. — Ich muss offen gestehn, dass ich diesen Muskel, wenigstens bei *Ammocoetes*, nicht finden kann. Unter den gewöhnlichen Fasern des äusseren Konstriktors ist allerdings eine aus hohlen Fasern gebildete Schicht vorhanden; aber sie findet sich nur im oberen und unteren Teil der Kiemensackwände. In der Mitte dagegen greifen die Bündel dieser Schicht durch die aus gewöhnlichen Fasern bestehende Muskellage hindurch und liegen nun aussen von ihr (Tfl. VI Fig. 5 u. 6; Tfl. VII Fig. 8 meh). Auf Horizontalschnitten findet man darum in der Höhe der Kiemenöffnung die hohlen Fasern aussen (Fig. 1 meh), über (Fig. 2 meh) und unter dem Niveau der Kiemenöffnung innen, und hier sitzen ihnen die Kiemenblätter auf. Die hohlfaserige Schicht ist also nichts anderes, als ein jedenfalls zum Verschluss der äusseren Kiemenöffnungen in Beziehung stehender Teil des äusseren Konstriktors. Die über und unter der Kiemenöffnung nach innen durchgreifenden hohlen Faserbündel (meh) sind höchst wahrscheinlich der „eigene Konstriktor der Brustfellsäcke“, welchen Langerhans gesehen hat.

Bei *Petromyzon* ist freilich unter dem äusseren Konstriktor noch eine besondere kontraktile Schicht vorhanden; ich halte sie jedoch für eine Neubildung. Da man bei Übergangsstadien, wie weiter unten noch erwähnt werden soll, vielfach beobachten kann, wie in dem Bindegewebe Muskelfasern entstehen, so glaube ich, dass auch hier derselbe Vorgang stattfindet, dass sich nämlich während der Metamorphose die Zellen der Bindegewebslamellen, welchen bei *Ammocoetes* die Kiemenblätter aufsitzen (Fig. 1, b), vermehren, samt ihren Kernen in die Länge strecken und nun bald glatten, bald hohlen Muskelfasern gleichen. Diese Schicht kann jedoch Langerhans nicht wohl gemeint haben, da sie bei *Ammocoetes* vollständig fehlt, und da andererseits die Richtung ihrer Fasern nicht überall mit der des Konstriktors übereinstimmt, sondern jene stellenweise fast rechtwinklig kreuzt (Fig. 9 mep).

Wenn Schneider (l. c. S. 60) nach der Arbeit von Langerhans behauptet, bei *Petromyzon* seien alle visceralen Muskeln solid, so hat er entschieden Unrecht. Die hohlen Fasern sind hier in derselben Menge und Anordnung vorhanden wie bei *Ammocoetes*, nur ist ihr Durchmesser bedeutend verringert.

Ausser dem eben erwähnten, nur *Petromyzon* eigenen zarten Kiemensackmuskel haben wir also bei *Petromyzon* und *Ammocoetes* einen äusseren, zweischichtigen Kiemensackmuskel (Konstriktor) und einen in der Tiefe des Diaphragmas liegenden Muskel (Adduktor, wie ihn Dohrn in Übereinstimmung mit der Bezeichnungsweise bei den Salachiern nennt) zu unterscheiden. Die Insertion derselben (Fig. 5—8) erfolgt oben an den Längsstäben des Kiemenkorbes, ausserdem aber an dem Bindegewebe, welches die Chorda und die vorderen Vertebralvenen umgiebt. Die vor dem Knorpelstabe liegende, nur aus hohlen Fasern bestehende Portion des Konstriktors (Fig. 1 u. 5mc^h) schiebt bei *Ammocoetes* zwar einen kleinen Teil ihrer Sehnenfasern nach dem oberen Längsstab, die Hauptmasse jedoch greift zwischen Chorda und Aorta hindurch und vereinigt sich mit derjenigen der andern Seite; bei *Petromyzon* ist auch dieser Teil wie die übrigen Muskeln befestigt. Nach Dohrn (V. St. S. 154) inserieren sich alle visceralen Muskeln erst sehr spät an einzelnen Stellen der Knorpelstäbe; anfänglich ziehen sie am Knorpel vorbei und verschmelzen am Bauch wie am Rücken mit denen der andern Seite, so dass grosse Schleifen zustande kommen, ähnlich wie bei den Myxinoiden.

Unten erfolgt die Insertion der Muskeln bei *Petromyzon* teils an den untern Längsstäben, teils an der Fascie der untern Kehlvene und ihrer beiden Aeste (Fig. 9). Bei *Ammocoetes* dienen ebenfalls die untern Längsstäbe, ausserdem aber im Bereich der Thyreoidea deren Fascie als Ansatzstellen (Fig. 5. u. 6); vor und hinter der Thyreoidea greifen jedoch die Sehnenfäden, bisweilen auch einige Muskelfasern über den untern Längsstäben von beiden Seiten ineinander (Fig. 7). — Erwähnt sei noch, dass die Sehnen der hohlen Muskelfasern von *Ammocoetes* aus parallelen, spindelförmige Zellen mit langgestreckten Kernen bestehn, also glatter Muskulatur sehr ähneln.

Der äussere Kiemenmuskel verläuft bogenförmig auf der Innenseite des knorpeligen Längsstabes, durch seine Bindegewebscheiden an ihn und ihre Fortsätze locker angeheftet; der Diaphragmamuskel hingegen zieht in gerader Richtung von unten nach oben (Fig. 5 u. 7 madd).

Ein besonderer kurzer Muskel befindet sich zwischen dem hufeisenförmig gebogenen Stück der Querstäbe und der äussern Kiemenöffnung (Fig. 7 u. 9 mk). Er heftet sich beiderseits an das Unterhautbindegewebe, welches letztere umgiebt, sowie an das Perichondrium des Knorpels an, und führt bei seiner Kontraktion einen Verschluss der äussern Kiemenöffnung herbei. — *Ammocoetes* besitzt einen dünnen, aber ziemlich langen Schliessmuskel der Klappe an

der äussern Kiemenöffnung (Fig. 1 mkl). Derselbe nimmt an dem nächstvordern Knorpelbogen seinen Ursprung, zieht zwischen Kiemensackepithel und Konstriktor rückwärts und verliert sich im Rande der Klappe.

Die Konstriktoren und Adduktoren des letzten Diaphragmas heften sich unten an das Perikardium an; die des ersten reichen bis zum Hyomandibulare, und die vordersten Bündel finden bei *Petromyzon* auch ihre Insertion an der Fascie desselben (vergl. Schneider l. c. S. 69). — Merkwürdig ist das Fehlen der hohlen Fasern im Konstriktor des ersten Kiemensackes von *Ammocoetes*; während sie doch bei *Petromyzon* vorhanden sind. Man muss hier eine Neubildung von Muskelfasern annehmen. Dieser Umstand, sowie die Veränderung in der obern Insertion der vordern (proximalen) Konstriktorpartie (S. 15); die Differenz im Querschnitt der hohlen Fasern bei *Ammocoetes* und *Petromyzon*; das Vorhandensein einer besonders zarten Muskelschicht unter der Kiemensackschleimhaut von *Petromyzon*; das an vielen Stellen, besonders in der dorsalen und ventralen Falte nachweisbare Hervorgehen von Muskelfasern aus Bindegewebe; das üppige Wuchern der Bindegewebszellen zwischen den Muskelbündeln und endlich das massenhafte Auftreten von Kernen in zahlreichen Muskelfasern der Übergangstadien müssen auf den Gedanken bringen, dass während der Metamorphose vielleicht die gesamte Kiemenmuskulatur einer mehr oder weniger tiefgreifenden Degeneration und Neubildung unterworfen ist.

c. Epithel.

Die Kiemensäcke nebst ihren Falten werden von einem Epithel überzogen, das einerseits in die äussere Körperhaut, andererseits in die Schleimhaut des Bronchus übergeht. An den Falten ist dasselbe, seinem Zwecke, einen Austausch der Gase zu vermitteln, entsprechend, einschichtig und aus polygonalen, plattenförmigen Zellen gebildet (Fig. 3e), die bei *Ammocoetes* etwas grösser und an ihren freien Flächen stark gewölbt sind. Auf den Kiemenblättern zwischen den Falten liegt unter dieser Schicht noch eine zweite oder dritte, aus mehr rundlichen Zellen gebildete (Fig. 4e). Ähnlich ist die Bedeckung der äusseren Kiemenblattränder beschaffen, wo jedoch die oberflächlichen, ziemlich grossen Zellen einen dicken Cuticularsaum tragen wie die Zellen der Epidermis. Der faltenfreie Teil der Kiemenblätter und der Grund zwischen ihnen wird bei *Petromyzon* von einem Epithel überzogen, an dem sich deutlich drei Schichten unterscheiden lassen (Tfl. VII Fig. 32). Die unterste besteht aus kleinen kugeligen, die mittlere aus mehr oder weniger langgestreckten und die oberste aus dünnen, plattenförmigen Zellen, die durch tiefere Furchen von oben her in Zellterritorien geschieden sind. Alle zeigen deutliche Kerne mit Kernkörperchen. Die Zellen der mittleren Schicht sind nun häufig nach oben verjüngt und in kegelförmige

Gruppen (s) zusammengestellt, an deren Spitze die oberste Schicht eine Lücke lässt. Die so entstehenden Gebilde gleichen fast genau den Organen, welche Schneider an der Innenseite der Diaphragmenkanten des *Ammocoetes* entdeckt hat und für Geschmacksknospen hält, (Fig. 1, 2 u. 6G) — was sie wahrscheinlich auch sind — während sie A. Dohrn mit den Zellen der Thyreoiden vergleicht und als Drüsen in Anspruch nimmt. In der That haben die erstgenannten Zellgruppen grosse Ähnlichkeit mit Querschnitten durch die Drüsenstränge der Thyreoiden oder durch die Hypobranchialrinne der Tunikaten, wie sie Dohrn in seiner VIII. Studie dargestellt hat. Auch findet sich an diesen Stellen immer Schleim vor. Doch lässt sich schwer sagen, ob derselbe einer allmählichen oberflächlichen Zerstörung der gesamten Oberhaut, oder nur der Absonderung gewisser Zellen seinen Ursprung verdankt.

Bei *Ammocoetes* lässt das Epithel am Grunde der Kiemenblätter nur zwei Schichten erkennen. Eine einfache oder doppelte Lage kleiner, rundlicher Zellen bildet die Basis, auf der viel grössere, kugelige bis cylindrische oder keulenförmige Zellen ruhen, die alle oben zugerundet sind und so dicht stehen, dass einzelne über die andern hervorgedrängt erscheinen. Vielfach führt dies zu papillenartigen Erhebungen des Epithels, deren Auftreten in den oben als Vorkammern bezeichneten Räumen zur Regel wird (Tf. VI Fig. 11). Hier finden wir nun auch die mittlere Schicht langgestreckter Zellen in ähnlicher Weise wieder wie bei *Petromyzon*; auch die wahrscheinlich Schleim bildenden Zellengruppen (s) treten auf, nur sind sie nicht so scharf ausgeprägt wie dort.

Das Epithel des Bronchus ist von Langerhans schon (l. c. S. 39) als zweischichtiges Plattenepithel beschrieben. Am freien Ende sind die Zellen der oberen Schicht meist gewölbt und mit Cuticularsaum versehen. Auf ihr liegt häufig eine dicke Schicht geronnenen Schleims; er enthält fast überall losgelöste Zellen und Zellreste, muss darum als Produkt einer schleimigen Zerstörung der Oberhaut angesehen werden.

Die kiemenblattfreien Diaphragmensäume von *Ammocoetes* tragen auf der Aussenseite wimperndes Cylinderepithel, dem von Schneider entdeckten System der Wimperschnüre angehörig, auf der dem Bronchus zugekehrten Seite dagegen ebenfalls geschichtetes Plattenepithel. Letzterem sind, eine Reihe längs der Kiemenbogenvene bildend, die Schneiderschen „Geschmacksknospen“ eingelagert (S. dessen Tf. II, Fig. 5). Ich habe die Zellen derselben etwas mehr zugespitzt und am freien Ende eigentümlich gefranzt gefunden, Sinneshaare dagegen nicht wahrnehmen können. Bisher unbekannt war es meines Wissens, dass derartige Organe auch bei Übergangsstadien und bei *Petromyzon* an denselben Stellen vorkommen (Fig. 2G). Sie sind hier etwas kleiner als bei *Ammocoetes* und erscheinen auf Querschnitten durch die Haut als kleine Halbmonde. Ihre Bedeutung ist oben schon berührt worden.

Gefässe des Kiemenapparates.

a) Die Kiemenarterien.

Die Verzweigung der „Kiemenschlagader“ von *Ammocoetes* finden wir schon bei Rathke (15a), allerdings wenig genau, beschrieben. Eine ausführlichere Darstellung gaben in neuerer Zeit Ch. Julin (9b) und Dohrn (VIII. Stud. Tfl. 11).

Der Kiemenarterienstamm (Artère branchiale primaire, Julin; Bulbus arteriosus, Dohrn) dringt vom Ventrikel aus in die Falte ein, welche sich auf dem Boden der Kiemenhöhle hinzieht (Tfl. VII. Fig. 7Ka). Schon in der Höhe der sechsten inneren Kiemenspalte trifft sie auf die Thyreoidea, steigt ein wenig aufwärts und läuft nun auf dem hinteren Ende dieses Organes, zwischen ihm und dem Boden der Kiemenhöhle nach vorn. An der fünften inneren Kiemenspalte stösst sie auf den spiralig aufgerollten Mittellappen der Thyreoidea und teilt sich in einen rechten und linken Ast, welche an der Seite dieses Lappens hinziehen (Tfl. VI Fig. 6Ka). An der Thyreoideaöffnung vorüber verlaufen die beiden Äste weiter nach vorn, auf dem Anfangsteil der Drüse liegend. Immer dünner geworden, rücken sie beim zweiten Diaphragma (zwischen der ersten und zweiten innern Kiemenöffnung) am Vorderende der Thyreoidea abwärts bis auf den äusseren Konstriktor, entfernen sich zugleich von einander und steigen endlich vor der ersten Kiemenspalte neben der Anheftungslinie des Mundsegels aufwärts, um sich hier zu verlieren. Auf diesem Wege giebt der Kiemenarterienstamm acht Paar Kiemenbogenarterien nach den Seiten hin ab und zwar drei Paar vor, die übrigen nach seiner Teilung. Die mittleren sechs Paare dringen in das untere Ende der entsprechenden Diaphragmen ein (Fig. 5 u. 7abr), steigen dort auf der Innenseite des tiefen Kiemenmuskels aufwärts (Fig. 1) und geben an die einzelnen Blätter der vorderen wie hinteren Kiemenblattreihe je einen besonderen Zweig ab, bis sie, dadurch immer dünner geworden, in den obersten Blättern enden. Ebenso verhalten sich die übrigen Kiemenbogenarterien dem ersten, beziehentlich letzten Bogen gegenüber; doch ist ihr Volumen entsprechend geringer, da sie nur je eine Kiemenblattreihe mit Blut zu versorgen haben.

Die aus den Kiemenbogenarterien hervorgehenden kleineren Gefässe sind die Kiemenblattarterien (*Arteriae laminarum branchialium*). Sie treten ungefähr in der Mitte der Kiemenblätter in diese ein und teilen sich sogleich in zwei Äste, deren einer für den inneren und deren anderer für den äusseren Abschnitt des Blattes bestimmt ist (Fig. 1albr). Doch lassen sich dieselben, ähnlich wie es Dröscher (l. c. S. 44) bei den Rochen und Haien beobachtete, nicht bis an die Enden der Kiemenblätter verfolgen, sondern sie verlieren sich dort in einem schwammigen Gewebe, mit dem seitlich auch der übrige Teil in Verbindung steht und zwar durch so zahlreiche Spalten, dass die Kiemenblattarterie mehr einer Rinne als einem geschlossenen

Gefäss gleicht. Aus dem cavernösen Gewebe entspringen dann erst die Arterien des Kapillarnetzes (vergl. Dröschner S. 30—33).

Das arterielle Gefässsystem von *Petromyzon* zeigt mancherlei Abweichungen von dem des *Ammocoetes*. Den Arterienstamm finden wir nicht mehr im Grunde der ventralen Falte, sondern in der obersten Kante derselben, unmittelbar unter dem Boden der Kiemenhöhle (Fig. 8 Ka). Er ist also während der Metamorphose aufwärts gerückt. Unter ihm finden wir in dem Raume, den er vorher einnahm, ein neu gebildetes weites Blutgefäss, die untere Kehlvene (*Vena jugularis inferior ju'*), weiter nach vorn ausserdem die rückgebildete Thyreoidea und den ebenfalls neu angelegten Zungenmuskelapparat (ml). Mit der Rückbildung der Thyreoidea verschmelzen ferner die beiden Äste des Arterienstammes nach vorn zu, so dass bei *Petromyzon* vier Kiemenbogenarterien aus dem ungeteilten Stamme entspringen im Gegensatz zu den drei bei *Ammocoetes*. Gleichzeitig mit der Umlagerung des Arterienstammes rücken auch die Kiemenbogenarterien von der Mitte der Diaphragmen, wo wir sie bei *Ammocoetes* fanden, in die innere Kante derselben dicht neben die Venen (Fig. 2 abr). Während sie bei *Ammocoetes* von ihrem Ursprung an in weitem Bogen seitwärts und dann erst aufwärts ziehen (Fig 7 abr), sehen wir sie hier senkrecht aufsteigen (Fig. 8 abr). Die untersten ca. fünf Kiemenblätter erhalten aber einen besonderen, gemeinschaftlichen Zweig, der seinen Ursprung dicht am Anfange der Kiemenbogenarterie hat und seinerseits an jedes Blatt ein Gefäss abgibt. Die Kiemenbogenarterie nimmt nun auch eine andere Lage gegen die Kiemenblätter ein. Sie trifft dieselben nicht mehr wie früher in der Mitte, sondern am innern Ende. Von hier aus schickt sie ein einziges Gefäss hinein, welches das Blatt seiner ganzen Länge nach durchläuft. Eine Teilung der Kiemenblattarterie in einen äussern und innern Zweig ist nicht mehr vorhanden; der letztere wird überflüssig und bildet sich zurück indessen der nach aussen ziehende eine entsprechend stärkere Entwicklung zeigt. Der schwammige Gewebekörper dagegen schliesst sich auch hier in derselben Weise an die Kiemenblattarterie an wie bei *Ammocoetes*; auch die von Dröschner (l. c. S. 33) erwähnten Häufchen von Pigmentkörnchen finden sich zahlreich vor (Fig. 2 pg).

b. Das Kapillarnetz.

Die Arterien des Kapillarnetzes (Fig. 3 apl) entspringen ähnlich wie bei Rochen und Haie aus dem cavernösen Gewebe (cv) am faltenfreien Grunde der Kiemenblätter. Jede Falte erhält ihre besondere Arterie, und diese verlaufen in der Basis derselben, oder was dasselbe ist, in der Fläche des Kiemenblattes selbst dicht neben einander bis fast an den Rand des Blattes, wo sie von der Kiemenblattvene begrenzt werden. Durch Lücken stehen sie aber sowohl mit den benachbarten Arterien, wie mit dem Kapillarnetz ihrer Falten in Verbindung (Fig. 3 u. 4). Von letzterem bekommt man

am besten auf Längs- und Querschnitten senkrecht auf die Fläche der Falten eine klare Vorstellung; in beiden Fällen erhält man dieselben strickleiterartigen Bilder (Fig. 4). Unter dem Epithel der Falte gewahrt man jederseits eine zarte Membran, die durch zahlreiche, senkrecht auf ihr stehende einzellige Säulchen (zs) mit der gegenüberliegenden verbunden ist. Dadurch wird der ganze Hohlraum der Falte in ein Labyrinth von Gängen verwandelt, weit genug, um den ca 0,08 mm (im Dauerpräparat!) messenden Blutkörperchen den Durchtritt zu gestatten. Die genannte Membran setzt sich sowohl in die Wände der Kapillarnetzarterie, als auch durch den cavernösen Gewebekörper hindurch in die Kiemenblattarterie fort, ist also nichts anderes, als das Endothel dieser Gefäße. Man kann sich vorstellen, dass die Kiemenblattarterie sich ihrer ganzen Länge nach zu einem hohlen Blatte, dem Kiemenblatte, erweitert habe, das seinerseits wieder die Falten ausstülpt. Die gegenüberliegenden Wände dieses hohlen Kiemenblattes werden durch die erwähnten Zellsäulchen, im faltenfreien Teile aber durch längere und verzweigte Bindegewebsfäden — den cavernösen Körper darstellend — verbunden und dadurch das Blatt vor dem Aufblähen durch das Blut geschützt.

c. Die Kiemenvenen.

Sehr kurze Kapillarnetzvenen (Fig. 3vpl) führen das oxydierte Blut der Kiemenblattvene zu. Letztere verläuft am freien Rande des Kiemenblattes (vlbr), nimmt von aussen nach innen an Umfang zu und ergiesst sich an der Innenseite des Diaphragmas in die Kiemenbogenvene (Fig. 1vbr). Bei *Petromyzon* biegen die Kiemenblattvenen wegen der Dicke des Diaphragmas erst spitz oder stumpfwinklig nach der Vena branchialis um, je nachdem sie von der vorderen oder hinteren Seite des Diaphragmas kommen (Fig. 2vbr). Auch münden sie nicht einzeln wie bei *Ammocoetes*; sondern auf jeder Seite des Diaphragmas vereinigen sich die oberen wie die unteren Kiemenblattvenen zu gemeinsamen Stämmen, welche in halber Höhe des Kiemenraumes zusammenfliessen, sich aber auch gleichzeitig mit denen der andern Diaphragmaseite durch einen kurzen Querstamm (Fig. 2vbr bei Diaphragma 7) verbinden. Aus diesem Verbindungsstück nimmt erst die Vena branchialis ihren Ursprung. Der weitere Verlauf der Venen ist zwar bekannt, doch will ich noch besonders hervorheben, dass sie stets von der ventralen Seite her in die Aorta einmünden. W. Müller ist also im Irrtum, wenn er (13b) in dem erklärenden Texte zu Tafel 4, Fig. 8 zwei von oben einmündende Blutgefäße (b') als das letzte Paar der Kiemenvenen bezeichnet. Die dort dargestellten Gefäße sind Zweige der Aorta, welche die dorsale Körperpartie mit Blut versorgen, habe, aber mit Kiemengefäßen gar nichts zu thun.

Eine Abweichung vom normalen Verhalten scheint es zu sein, dass die Venen der beiden Körperhälften kommunizieren; ich habe eine derartige Verbindung zwischen den beiden letzten (achten) Kiemenbogenvenen bei Übergangsstadien mehrmals beobachtet.

d. Nutritive Gefässe und Venenräume.

J. Müller bemerkt in seiner vergleichenden Anatomie der Myxinoideen (12b, S. 197/98): „Die Kiemenvenen setzen sich auch nach der ventralen Seite in Arterien fort: dies ist wohl zuerst von Monro bei den Rochen beobachtet.“ Ch. Julin (9a, S. 230) beschreibt ein derartiges paariges Gefäss von *Ammocoetes* unter dem Namen „Carotides externes“: „Au niveau de l'orifice thyroïdien, il part de l'extrémité inférieure, ventrale, c'est à dire du point d'origine de chacune des deux veines branchiales de la 4^e paire, un petit vaisseau Ce petit vaisseau court ainsi directement en avant Au niveau de la 3^e lame branchiale, ce petit vaisseau en reçoit un second, qui provient de l'origine de la veine branchial correspondante de la 3^e paire Enfin, au niveau du bord interne de la 2^e lame branchiale, ce vaisseau reçoit de nouveau une branche provenant de l'origine de la veine branchiale correspondante de la 2^e paire Les deux troncs artériels, résultant de l'union, à droite et à gauche de la ligne médiane, des branches ventrales des 2^e, 3^e et 4^e veines branchiales, constituent les deux carotides externes“. — Diese „äusseren Carotiden“ versorgen die untere Kopffregion mit Blut, ebenso wie die aus der Aorta hervorgehenden inneren Carotiden die obere. A. Dohrn (XII. Tfl. 11, Fig. 4) lässt die Gefässe nur aus der zweiten und dritten Kiemenbogenvene hervorgeln, bezweifelt aber ihren Ursprung auch aus der vierten. Man kann jedoch bei 9 und 10 cm langen *Ammocoetes* die Verbindung der äusseren Carotiden auch mit der vierten Kiemenbogenvene unzweifelhaft nachweisen, wenngleich das betreffende Gefäss kurz nach seinem Ursprunge aus derselben ziemlich dünn ist. Bei älteren Exemplaren schwindet dieser Zusammenhang; ja bei Übergangsstadien und erwachsenen *Petromyzon* ist sogar die Verbindung mit der zweiten Vene nicht regelmässig mehr vorhanden; doch empfangen die Carotiden noch Blut aus dem untern Teil des ersten Kiemensackes.

Die von Julin (9c, S. 23ff.) beschriebenen Thyreoidealarterien habe ich ebensowenig wie Dohrn gefunden, wohl aber ein Paar Arterien der Thyreoidea, von welchen der letztere berichtet. Sie entspringen aus dem untern Teil des vierten Kiemenvenenpaares, unmittelbar hinter dem Beginn der äussern Carotiden und versorgen die Thyreoidea mit Blut (Fig. 6 ath u. Dohrn, XIII. St. S. 257/58).

Über die ausgedehnten Venenräume im Brustabschnitt der *Petromyzonten* kann ich den Beschreibungen von J. Müller, Langerhans, A. Schneider u. A. kaum etwas hinzufügen. Ersterer Forscher sagt: „Neben der Aorta liegen in der Brusthöhle der *Petromyzon* ein Paar andere, von Rathke nicht beschriebene Gefässschläuche, welche unter der Aorta thoracica quer hinüber in Kommunikation treten. An ihrer Aussenseite befinden sich Öffnungen, welche mit unregelmässigen Kanälen um die Speiseröhre und mit zelligen Kanälen um den grossen Muskelkörper der Zunge zusammenhängen. Nach oben

haben diese grossen Schläuche eine regelmässige Reihe von Öffnungen. Diese führen in Kanäle, welche schief von vorn nach hinten und oben in die Vertebralvenen führen. Diese Schläuche sind wahrscheinlich Lymphbehälter“. Langerhans (l. c. S. 101) bemerkte, dass diese Behälter, die übrigens auch mit den Bluträumen der Nieren und des Kopfes in Verbindung stehen, von einem einfachen Endothel ausgekleidet und somit den Lymphräumen der Amphibien sehr ähnlich seien; doch will er die Frage nicht entscheiden. Schneider (l. c. S. 70/71) fügt hinzu — und ich kann diese Angabe bestätigen — dass auch die Kammern zwischen den Diaphragmen immer mit Venenblut gefüllt seien, so dass die Kiemenbeutel förmlich in diesen Bluträumen hängen. Der Zusammenhang aller dieser Bluträume mit den oberen und der unteren Jugularvene, von dem Schneider ebenfalls berichtet, ist leicht zu konstatieren (Fig. 9).

Die untere Kehlvene betreffend will ich noch einiges hinzufügen. Sie stimmt bei *Ammocoetes* weder in ihrem Verlauf noch in ihrer Lage mit der von *Petromyzon* überein. Bei ersterem ist sie bis kurz vor ihrer Mündung in die Vorkammer paarig und liegt unter dem Kiemenkorb (Fig. 7 ju), regelmässig mit dicken Gefässen in Verbindung stehend, welche aus dem Diaphragma und zwar an dessen Anheftungsstelle an die Körperwand herabsteigen. — Dieselben Gefässe finden sich auch bei *Petromyzon* noch vor (Fig. 8 ju), treten aber ihrem Volumen nach zurück gegen die über dem Brustbein neu angelegte Kehlvene (ju'). Vorn ist diese paarig; aber schon an der Teilungsstelle des Kiemenarterienstammes vereinigen sich die beiden Äste zu einem einzigen Gefäss, das ebenfalls in die Vorkammer mündet. Die Hauptmasse des Venenblutes fliesst nicht mehr am Grunde, sondern am Innenrande der Diaphragmen in diese Vene.

Oft sieht man sowohl bei *Ammocoetes* wie bei *Petromyzon* ein kleines Blutgefäss, nach aussen von der Kiemenblattvene gelegen, dem Rande der Kiemenblätter entlang verlaufen. Es verliert sich in den Bluträumen des Diaphragmas und dürfte nach Analogie mit den Verhältnissen bei Knochenfischen und Selachiern die Vena nutritia lamellae branchialis sein (Fig. 3 vn). Die Enge des Gefässes ist wohl der Grund, weshalb es ohne Injektion nicht überall deutlich bemerkt wird.

Verdauungsapparat.

a. Das Darmrohr.

Es ist bekannt, dass bei *Ammocoetes* der zwischen den beiderseitigen Kiemensackreihen liegende Raum, der Bronchus, an seinem hintern Ende in den von Langerhans als „Magen“ bezeichneten Darmabschnitt übergeht, also Bronchus und Oesophagus zugleich ist, bei *Petromyzon* dagegen blind endet, während hier ein besonderer, über ihm liegender Oesophagus zur Ausbildung kommt (vergl. die Querschnitte 5—7 u. Fig. 10 mit 8 u. 9). Letzterer beginnt unmittelbar

vor dem Velum als sehr enger Kanal, erweitert sich jedoch allmählich und geht am Ende des Bronchus in den Magen über (Langerhans S. 37 ff. und Schneider S. 89—91). Oesophagus und Magen („Munddarm“ oder „Vorderdarm“, Langerhans; „Oesophagus“, Rathke) sind von einer Schicht würfelförmiger Epithelzellen ausgekleidet, die sich in zahlreiche spiralig verlaufende Längsfalten erhebt. Darauf liegt nach aussen eine Schicht von Bindegewebszellen, Fibrillen und Muskelfasern, vorzugsweise in der Längsrichtung ausgestreckt und um den Magen mächtig entwickelt.

Schon Rathke, dem die grosse Ähnlichkeit im Baue von *Ammocoetes* und *Petromyzon* auffiel und der deshalb die beiden Tiere für nahe verwandt hielt, suchte sich die Entstehung jenes Gebildes zurechtzulegen. Er sah, dass der Bronchus von *Ammocoetes* ungefähr so hoch sei, wie bei *Petromyzon* Bronchus und Oesophagus zusammen; deshalb meinte er, letzterer könne durch Abschnürung aus dem ersteren entstanden sein, indem von den Seiten her zwei horizontale Längsfalten einander entgegenwüchsen und sich schliesslich in der Mittellinie vereinigten (15c, S. 66). Da ihm aber beide Tiere als verschiedene Arten galten, konnte ihn diese Frage nur in vergleichend anatomischer Hinsicht interessieren. Nachdem aber August Müller im Jahre 1856 durch Zuchtversuche nachgewiesen hatte (11a), dass *Ammocoetes* nur die Jugendform von *Petromyzon* sei, musste man auch der Frage nach der Entstehung jener sonderbaren Bildung des Oesophagus näher treten. Müller selbst wusste darüber keine Auskunft zu geben, weil er „die früheren Stadien nicht gesehn“ hatte, da die aus Eiern gezogenen Tiere vor der Metamorphose starben. Aber es fiel ihm auf, dass die „Speiseröhre“ bei *Petromyzon* gerade so gelegen sei, wie die von Rathke entdeckte dorsale Falte im Kiemenraum (Fig. 5 u. 7), und er vermutete deshalb, dass dieser „Rathkesche Faden“ es vielleicht sei, welcher das Material zu dem neuen Stücke des Verdauungsrohres liefere.

A. Schneider war bisher der Einzige, welcher an einigen in der Metamorphose begriffenen *Ammocoetes* die Entstehung des Oesophagus untersucht und darnach beschrieben hat (17a u. b). Nach ihm (17b, S. 94) entsteht der Oesophagus „als eine Neubildung, indem von dem Vorderende der Darmfalte aus eine Einstülpung nach vorn entsteht. Dieselbe folgt der Mesenterialfalte des Magens, biegt sich zuerst stark links und läuft dann geradeaus nach vorn in der dorsalen Leiste der Kiemenhöhle. Nachdem sie zuerst hohl war, wird sie bald solid und geht als ein Zellenstrang bis zum Velum. Später bilden die Zellen nicht blos das Epithel, sondern auch die gesammte Schleimhaut und Muskulatur des Oesophagus. Der Theil der Spiralfalte, an welcher die Einstülpung entsteht, trägt kein Epithel. Die Spiralfalte wird immer dicker und schliesst dadurch nach vorn den Darm ab. Gleichzeitig mit dieser Änderung erfährt auch der Darm eine vollständige Neubildung seiner Gewebe.“

Richtig ist, dass der Oesophagus (Oesophagus nebst Magen) als ein solider Zellstrang entsteht, der vom Vorderende der Darmfalte bis zum Velum reicht. Die weiteren Angaben Schneiders über das Herkommen und die Weiterentwicklung dieses Stranges sind aber bloss Vermutungen und haben sich nach meinen Untersuchungen als unrichtig herausgestellt.

Es sollen im folgenden die beiden Abschnitte des genannten Zellstranges getrennt behandelt und zunächst der Oesophagus im engeren Sinne, d. h. das Stück vom Velum bis zum Ende des Bronchus besprochen werden. Die Figuren 12—14 und 20 stellen einige Schnitte durch denselben dar. Sie unterscheiden sich von der Schneiderschen Abbildung (Tfl. III, Fig. 3) besonders dadurch, dass sich schon überall dieselbe Faltenbildung zeigt, wie sie am späteren Oesophagus zu bemerken ist. Wahrscheinlich handelt es sich hier um ein etwas späteres Entwicklungsstadium. Die bei stärkerer Vergrösserung gezeichnete Fig. 21 lässt deutlich erkennen, dass der solide Strang aus Zellen besteht und nicht bloss „aus runden, dicht aneinander liegenden, nur durch wenig Zwischensubstanz getrennten Kernen (17a, S. 4). Die peripherischen Zellen des Organes haben sich genau so gruppiert, wie die Epithelzellen des fertigen Oesophagus; die mittleren hingegen liegen fast regellos durcheinander. Ferner fällt eine eigentümliche Vakuolenbildung auf (Fig. 14 u. 21 Va), die bei verschiedenen Exemplaren mehr oder weniger weit vorgeschritten ist. Sie geht an manchen Stellen, besonders gegen das Ende des Bronchus hin, soweit, dass nur noch wenige Zellfäden, einem Netzwerk gleich, den Hohlraum durchziehn. Sicherlich ist diese Erscheinung nichts anderes, als eine fortschreitende Resorption des centralen Zellenmaterials, welche zuletzt nur die äussersten, schon vorher in Reih und Glied geordneten Zellen übrig lässt. Der Zellstrang liefert also schliesslich nur das Epithel des späteren Oesophagus, nicht zugleich „die gesammte Schleimhaut und Muskulatur“ desselben; letztere hat vielmehr einen ganz andern Ursprung, wie weiter unten berichtet werden soll. Auch beginnt das Hohlwerden des Stranges nicht dadurch, dass von vorn eine Höhle in ihn eindringt, die ihn allmählich wegsam macht“ (17a, S. 4). Denn es lässt sich beobachten, wie der Hohlraum am Ende der Neubildung beinahe fertig vorliegt, während vorn die Faltenbildung kaum beendet ist*).

Woher stammt nun aber dieser sonderbare Zellstrang? Gleich im Anfang meiner Untersuchungen fiel mir die grosse Ähnlichkeit des denselben aufbauenden Materials mit Epithelzellen auf. Diese

*) Über einen ähnlichen Vorgang, wie er sich hier abspielt, berichtet W. B. Scott (19 S. 424): „Der Mitteldarm wird von Dotterzellen ausgefüllt, welche erst bei Larven von 6—7 mm Länge resorbiert werden. Dieser Vorgang findet so statt, dass die äusserste Schicht der Dotterzellen allein übrig bleibt, indem sie sich regelmässiger anordnen und so das Epithel des Darmes bilden.“

wird dadurch noch täuschender, dass die peripherischen von ihnen in gleicher Weise angeordnet sind und schliesslich auch wirklich Epithel liefern, wie oben gezeigt wurde, dass sich aber auch ausserdem ganz gleiche Zellenbildungen massenhaft in den tieferen Oberhautschichten der Mundhöhle, der Zunge, des Enddarmes wiederfinden. Man wird so auf die Vermutung geführt, der Zellstrang entstehe als eine zapfenförmige Wucherung der Epidermis von der Gegend des Velum oder der Darmfalte aus, oder auch als eine hohle Einstülpung des Epithels, die später erst solid wird. Letztere Ansicht vertritt A. Schneider an der eben erwähnten Stelle.

Zwei Mitte Juli gefangene Exemplare von *P. Planeri*, die sich durch ihre spitze Schnauze schon als Übergangsstadien unter den gleichzeitig mitgefangenen, durch schurzfellartige, grosse Oberlippe ausgezeichneten *Ammocoetes* bemerklich machten, sollten endlich diese Frage lösen. Querschnitte durch den Oesophagus, wovon die mit Nr. 22—26 bezeichneten einem 14½ cm langen, die unter Nr. 27—31 aber einem 13 cm messenden Tiere entstammen, zeigen auf den ersten Blick: Der von Schneider entdeckte Zellstrang ist eine wulstförmige Epithelwucherung längs der untern Kante der dorsalen Falte im Kiemenraum. Schon während des *Ammocoetes*-zustandes zeichnet sich diese Stelle der Falte vor den Seitenteilen aus. Sie ist mit dickem, mehrschichtigem Plattenepithel bedeckt, während letztere Cylinderzellen, z. T. mit Flimmerhaaren, tragen (vergl. Schneider 17b, S. 84 u. dessen Tfl. 2, Fig. 4). Dieses Plattenepithel wuchert nun in der Zeit der Verwandlung ausserordentlich stark und drängt dadurch das über und neben ihm liegende Bindegewebe zurück. Bisweilen (Fig. 29 u. 30) wachsen zwei derartige Wülste nebeneinander aufwärts, eine Rinne zwischen sich lassend, die sich aber später durch Vermehrung der in ihrer Tiefe liegenden Zellen ausfüllt. Hat die Wulst eine gewisse Grösse erreicht, so wird sie durch das unter ihr zusammengreifende Bindegewebe vom Epithel der Kante abgeschnürt (Fig. 25); sie bildet nun einen völlig isolierten Zellstrang, dessen Entstehungsweise niemand zu erraten imstande ist (Fig. 24 u. 26 u. 12—14). Zwischen den gegenüberliegenden Diaphragmen erfolgt, wie es scheint, die Abschnürung am frühesten (Fig. 24); ebenso steht der vordere Teil des Stranges (Fig. 22 u. 23 u. 27 u. 28) gegen den mittlern und hintern (Fig. 25—26 u. 30—31) augenscheinlich in der Entwicklung zurück. — Der Eingang in den neugebildeten Oesophagus liegt unmittelbar vor dem Velum (Fig. 20 oe). Hier endet der Zellstrang mit einer von oben nach unten zusammengedrückten kegelförmigen Erweiterung, in welche sich später die Schlundöffnung einsenkt. Gleichzeitig damit wächst die unter ihr befindliche Hautfalte zu einem gefingerten Lappen, dem „Zwischengaumensegel“, Intervelar shelf, Huxley (8) aus (Fig. 20 Vli), welches die Nahrungsaufnahme in den engen Oesophagus in ähnlicher Weise erleichtern mag, wie in der Jugend die Lippen am Mageneingange.

Der von Langerhans als Magen bezeichnete Darmabschnitt, zwischen dem Ende des Bronchus und dem Anfange des eigentlichen Darmes, erfährt ebenfalls eine bedeutende Umwandlung seiner Gewebe. Das ihn bei *Ammocoetes* auskleidende einschichtige Cylinder-epithel (Fig. 33 u. 34 m) geht verloren und macht einem mehrschichtigen, aus rundlichen Zellen bestehenden Platz (Tf. VIII Fig. 36, 37, 39 m), dessen Wucherung endlich das Lumen im Innern vollständig erfüllt. So entsteht auch hier ein solider Zellstrang (Fig. 15—19 m) und in ihm später durch ähnliche Resorption der centralen Zellen ein neuer Hohlraum, allerdings bei weitem enger als der frühere Magen. Der Mageneingang („Schlundspalte“, A. Müller), welcher bei *Ammocoetes* am Ende der Kiemenhöhle zwischen den beiden oben beschriebenen Lippen liegt, schliesst sich völlig, indem die letzteren von unten her erst miteinander und zuletzt auch mit der dorsalen Falte verwachsen. An dieser Verwachungsstelle geht nun jedenfalls die Verbindung des Zellstranges der dorsalen Falte mit dem wuchernden Magenepithel vor sich. Doch kann ich hierüber nichts genaueres angeben, da bei den von mir untersuchten Übergangsstadien die Magenöffnung bereits geschlossen war und frühere Verwandlungsstufen mir fehlten. Auch vermag ich aus denselben Gründen nicht mit Bestimmtheit zu sagen, von welcher Stelle aus die Anregung zu der ganzen Neubildung erfolgt. Mit grosser Wahrscheinlichkeit darf man jedoch den sich abschliessenden Mageneingang als solche betrachten. Denn wir sahen oben, dass die Entwicklung des Zellstranges der dorsalen Falte am Ende weiter vorgeschritten ist als am Anfange derselben; gleichzeitig habe ich aber auch bei den Übergangsstadien von Mitte Juli den vordern Teil des Magens bereits zugewuchert, den Endabschnitt dagegen noch offen gefunden. Ein mit Zellresten angefüllter Hohlraum, der sich bei allen von mir untersuchten, in der Verwandlung begriffenen Tieren an der oben genannten Stelle im Zellstrang vorfindet, und um welchen die Zellen eigentümlich konzentrisch gruppiert, teilweise auch abgeplattet sind, dürfte die Verbindungsstelle der vordern und hintern (Magen-) Hälfte des sich neu bildenden Oesophagus sein. Die im genannten Hohlraum liegenden Zellmassen würden dann als Reste des ursprünglichen, abgelösten Magenepithels zu betrachten sein, oder den hier stattfindenden Beginn der Vakuolenbildung andeuten.

Schneider ist im Unrecht, wenn er behauptet, der Magen gehe spurlos unter und die an seine Stelle tretende Verlängerung des Oesophagus entstehe in der Mesenterialfalte des Magens von der Darmfalte aus. Denn einmal ist eine solche Mesenterialfalte an den meisten Stellen gar nicht vorhanden, sondern der Magen liegt frei, und ein andermal kann man die Entstehung eines Zellstranges — im alten Magen selbst — unmittelbar verfolgen. Dass das neue Stück vom Ende des Bronchus bis zum Anfang des Mitteldarmes eine etwas andere Lage hat, fällt dabei nicht in die Wagschale; die stärkere Entwicklung des Herzens drängt dasselbe nach oben und stark nach links.

Die weitere Angabe Schneiders aber, dass sich der Darm während der Metamorphose nach vorn verlängert, kann ich bestätigen. „Während er bei *Ammocoetes* hinter der Leber beginnt, liegt er bei *Petromyzon* der dorsalen Leberfläche an und erstreckt sich beinahe bis zum Vorderrande der Leber“ (17b, S. 94). Ich will hinzufügen, dass er dabei eine halbe Drehung nach rechts ausführt. Die Darmfalte, bei *Ammocoetes* links beginnend (Fig. 35 df), ist bei dem 13 cm langen, in der Metamorphose begriffenen Exemplare nach oben gerückt (Fig. 38), um sich schliesslich bei dem 14 cm messenden Tiere auf die rechte Seite zu wenden (Fig. 41), wo die Verwachsung des Darmes mit der Leber einer weiteren Drehung ein Ende setzt. Auf solche Weise wird allerdings das Magenstück um soviel zu lang werden, als der Darmanfang nach vorn wächst. Ein Ausgleich erfolgt aber erstens dadurch, dass infolge der oben erwähnten stärkeren Entwicklung des Herzens und des Perikardialraumes die Leber rückwärts, der Magen nach links und oben gedrängt wird, also nicht mehr geradlinig, sondern in einer Kurve verläuft, und zweitens, wie mir scheint, dadurch, dass sich das Magenende etwas in den Anfangsteil des Mitteldarmes hineinschiebt und letzteren dadurch umstülpt, oder vielmehr, dass der zum soliden Zellstrang gewordene und jetzt verhältnismässig starre Magen sich gegen das Weitervordringen des Darmes stemmt und ihn zwingt, sich beim Fortwachsen umzustülpen. Da diese Umstülpung aber nur an den dünnen Stellen des Darmes erfolgen kann, nicht da, wo die dicke Darmfalte liegt, so rückt nun das Ende des Oesophagus (Magens) scheinbar auf die Seite der Darmfalte und kann für eine Fortsetzung derselben oder für eine Einstülpung in dieselbe nach vorn gehalten werden, besonders auch, weil die Darmfalte, wie Schneider hervorheben zu müssen glaubt, an dieser Stelle kein Epithel trägt (Fig. 17—19). Das Fehlen des letzteren aber erklärt sich, wenn man an die Entstehung des Zellstranges im Magen denkt, von selbst; es war eben nie vorhanden, denn hier ging ja von Anfang an das Darmlumen in den Hohlraum des Magens über. Der Schneiderschen Ansicht entgegen glaube ich also, dass der Oesophagus (Magen) von vorn herein mit der Darmfalte gar nichts zu schaffen hat. Die Schemata unter No. 44 a u. b sollen diesen Vorgang verdeutlichen; a stellt das Verhalten bei *Ammocoetes* und jüngern Übergangsstadien, b dasjenige bei älteren Übergangsstadien und *Petromyzon* dar. Der schraffierte Teil ist die Darmfalte; sie ist der Deutlichkeit wegen, wenn auch dem oben geschilderten natürlichen Verhalten entgegen, immer auf die rechte Seite gezeichnet. Die Querlinien geben die Lage, die daneben befindlichen Ziffern die Nummern der zugehörigen Querschnitte an. Letztere sind aber in ihrer natürlichen Lage gezeichnet und müssen deshalb zum Vergleich mit dem betreffenden Schema erst so gedreht gedacht werden, dass die Darmfalte rechts zu liegen kommt. Man sieht nun (Schema a, Querschnitte 34 Tfl. VII u. 35 Tfl. VIII von *Ammocoetes* und 37 u. 38 von einem jüngeren Übergangsstadium), wie der Magen, allerdings etwas verengt, einfach in den weiten Mittel-

darm übergeht. Schema b mit den zugehörigen Querschnitten (39 u. 40 von einem $14\frac{1}{2}$ cm langen, 15—17 Tfl. VII von einem noch älteren Uebergangsstadium und 42 u. 43 von Petromyzon) zeigt dagegen, wie der Magen nach der Seite der Falte hingedrängt erscheint, weil sich der Darm bei u umgestülpt hat.

Ob auch der Mittel- und Enddarm eine ähnliche Neubildung erfahren, wie Schneider behauptet, weiss ich nicht. In den Übergangsstadien, die ich gesehen habe, ist er — im Gegensatz zu dem Verhalten bei Ammocetes — stets leer; nur der Enddarm enthält häufig Massen, die mit Epithelfetzen und ähnlichen Zellkomplexen grosse Ähnlichkeit haben und als Reste des alten Magen- und Darmepithels aufzufassen sein dürften. Der Darm hat noch fast seine alte Weite, ist auch von ähnlichem, nur niedrigerem Cylinderepithel ausgekleidet. Der Umstand jedoch, dass sich letzteres in zahlreiche Falten erhebt und dass der Darm von Petromyzon ein viel geringeres Volumen besitzt, endlich auch das Vorhandensein der ebenerwähnten Zellreste im Enddarm deuten auf Vorgänge der Neubildung auch dieses Darmabschnittes hin.

Auf einen, wenn auch vielleicht weniger bedeutenden Punkt möchte ich noch hinweisen: Rathke und nach ihm J. Müller, Schneider, Balfour u. A. geben an, dass die Darmfalte des Ammocetes an der dorsalen Seite beginne und ventral endige, also eine halbe Spiralfaltung mache. Ich habe dagegen stets gefunden, dass sie genau links ihren Anfang nimmt, dann abwärts zieht und ventral endet, demnach nur eine Vierteldrehung beschreibt. Anders ist die Sache bei den Übergangsstadien, wo dieselbe oben und später gar rechts beginnt wie früher schon erwähnt wurde, bis etwa zur Mitte des Körpers zwei volle Drehungen über oben, links u. s. f. ausführt, dann aber bis zum Anfang des Enddarmes in umgekehrter Richtung $\frac{5}{4}$ Drehung beschreibt, um ebenfalls ventral zu enden. Der Darm dreht sich dabei nicht in seiner Gesamtheit, was er auch nicht kann, da sein Vorder- und Hinterende festgewachsen ist, sondern es sieht aus, als wäre er in der Mitte angefasst und ca $1\frac{1}{2}$ mal über links nach unten herumgedreht worden. Bei Petromyzon sind die Windungen der Darmfalte noch zahlreicher. Es hängt diese Erscheinung vielleicht mit dem Engerwerden des Verdauungsrohres zusammen. Die ziemlich widerstandsfähige Darmfalte wird dadurch zu lang und zwingt den Darm, seine ursprüngliche Viertelwindung umso mehr zu vergrössern, je geringer der Durchmesser des Verdauungsrohres wird.

Bereits oben ist bemerkt worden, dass die Muskulatur des Oesophagus nicht von dem aus Epidermiszellen gebildeten Zellstrange hervorgeht, sondern aus dem umgebenden Bindegewebe. Im Ammocetes erscheint uns das letztere als ein Gewirr von zarten, blassen Fäden, in denen hie und da einzelne meist längliche Kerne angetroffen werden. Zahlreiche Bluträume durchsetzen in allen Richtungen dieses Gewebe. Während der Metamorphose sehen wir es in lebhafter

Vermehrung begriffen; seine Elemente werden viel deutlicher und geben sich als spindelförmige Bindegewebszellen, glatte Muskulatur und elastische Fasern zu erkennen, die vorzugsweise in der Längsrichtung verlaufen. Sie verdrängen die bei *Ammocoetes* so zahlreichen Blutgefässe fast vollständig. Bei *Petromyzon* dagegen wird das Gewebe wieder spärlicher und die Blutgefässe nehmen fast den ganzen Raum der Falte ein. Dieselben Erscheinungen spielen sich in den Diaphragmen und der ventralen Falte ab. In ersteren liefert das Bindegewebe die eigne Muskulatur der Kiemensäcke, erleidet aber im übrigen ebenfalls eine Rückbildung und macht grossen Bluträumen Platz. In der ventralen Falte sieht man den grossen Zungenmuskelapparat aus ihm hervorgehen.

b. Gallenblase und Gallengang.

Ein eigentümliches Schicksal erleiden Gallenblase und Gallengang während der Metamorphose der *Petromyzonten*. Den Gallengang von *Ammocoetes* kannte schon Rathke (15a, S. 92) und J. Müller entdeckte darauf die „von Lebersubstanz etwas verhüllte“ Gallenblase (12c, S. 112). Von *Petromyzon* dagegen giebt Rathke an (15b, S. 50), eine Gallenblase fehle, auch die Mündung der Gallengänge habe er nie recht gesehen. J. Müller behauptet ebenfalls (l. c.), dass den *Petromyzonten* eine Gallenblase fehle. Die vereinzelt dastehende Angabe von Ang. Müller (11): „Das kleine Neunauge besitzt eine Gallenblase, das Flussneunauge nicht, die Querder beider aber haben sie“, ist in ihrem ersten Teile unrichtig. Ich vermute, dass er Übergangsstadien untersucht hat, da er an derselben Stelle berichtet, er habe Querder in der Verwandlung getroffen, deren Augen teilweise schon völlig klar gewesen seien. A. Schneider schreibt (17b, S. 93): „Ich habe ihn (den Gallengang) bei mehreren *Spiritus*-exemplaren von *P. marinus*, bei einer grossen Anzahl frischer Exemplare von *P. fluviatilis* und *Planeri* gesucht nicht bloss mit dem Skalpell und indem ich durch Drücken der Leber einen Gallenerguss in den Darm hervorzubringen suchte, sondern auch durch sorgfältige Untersuchung mehrerer Reihen von Querschnitten, aber nie gefunden. Ich kann nicht umhin, anzunehmen, dass derselbe verschwunden ist. Dagegen findet sich in der Leber an der Stelle, wo Leber und Darm verwachsen sind, eine Anhäufung von Schläuchen oder Follikeln, die ich geneigt bin für Wucherung des obliterierten Gallenganges zu halten.“

Damit hat er das Richtige getroffen. Beginnen wir die Beschreibung bei *Ammocoetes*. Eine sehr grosse und weite, von ganz niedrigem Cylinderepithel ausgekleidete Gallenblase liegt in der vorderen rechten Leberhälfte. Aus ihr kommt der Gallengang hervor (Taf. VII Fig. 33 gg). Nachdem sich die *Arteria coeliaca* zu ihm gesellt hat, ziehen beide, zu einem gemeinsamen Strang vereint, schräg rückwärts über den Magen hinweg auf dessen linke Seite (Fig. 34 gg). Hier, fast am Leberende, mündet der Gallengang in

den Anfangsteil des Mitteldarmes, während die Coeliaca in die Darmfalte eintritt (Tfl. VIII Fig. 35gg). — Bei dem schon mehrfach genannten 13 cm langen Übergangsstadium sehen wir Coeliaca und Gallengang ebenfalls gemeinschaftlich in ähnlicher Weise entspringen; doch erfolgt ihr Eintritt in den Darm, resp. die Darmfalte auf der dorsalen Seite, ziemlich weit vor dem Ende der Leber, eine Folge der bereits erwähnten Verlängerung und Drehung des Darmes. Der weite Gallengang lässt seine Mündung noch sehr deutlich erkennen (Fig. 38gg). Doch merkwürdigerweise findet er sich kurz vor derselben eine kleine Strecke weit durch Wucherung seines Epithels fast vollkommen geschlossen (Fig. 37gg), eine Erscheinung, die lebhaft an die eben geschilderten Vorgänge im Magen erinnert. Weiter rückwärts ist er wieder offen und lässt sich unschwer bis zu seinem Ursprung aus der Gallenblase verfolgen (Fig. 36). Letztere hat aber ein bedeutend verändertes Aussehn. Ihr Volumen ist reduziert, in den Wandungen wuchert das Bindegewebe und ein viel höheres Cylinderepithel als das bei *Ammocoetes* bildet die Auskleidung. — In dem 14½ cm langen Übergangsstadium ist das Ende des Gallenganges nicht mehr aufzufinden; statt dessen sieht man nur ein Haufwerk von Zellballen oder „Follikeln“, wie sie Schneider nennt (Fig. 41f). Das Interessanteste dabei ist nun aber der Umstand, dass sich diese Follikelanhäufungen in die Lebersubstanz verfolgen lassen, hier stellenweise von intakten Gallengängen umschwärmt und mit ihnen verbunden sind (Fig. 40) und endlich — in einen weiten Gallengang übergehen, der in die Gallenblase führt (Fig. 39). Diese ist hier sehr klein und von einem ausserordentlich hohen Cylinderepithel ausgekleidet.

Es bestätigt sich somit auf das Vollständigste die Vermutung Schneiders, dass der Gallengang obliteriere und sich in ein Haufwerk von Follikeln umwandle. Die Umwandlung scheint von der Mündung in den Darm an nach rückwärts auf die kleineren Gänge fortzuschreiten; denn sogar bei im August gefangenen Übergangsstadien lassen sich noch einzelne kleine Gallengänge in der Lebersubstanz erkennen, während die grösseren längst verschwunden sind. Nur ein Schritt ist von hier aus zum Verschwinden auch der kleinsten Tubuli, welche die *Ammocoetes*-Leber aufbauen (vergl. Langerhans l. c. S. 48ff). Die Gallenblase schwindet allmählich ganz. Bei *Petromyzon* ist sie nicht mehr zu finden, höchstens deuten noch ein Bindegewebsstrang und die erwähnten Follikel den früheren Verlauf ihres Ausführungsganges an.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich noch auf zwei andere Stellen hinweisen, wo sich derartige Zellenwucherungen ebenfalls vorfinden. Es ist dies zuerst der Nasengaumengang. Bei *Ammocoetes* noch vollständig fehlend oder doch sehr kurz, beginnt er bei *Petromyzon* am Boden der Nasenhöhle, zieht über die Decke des Schlundes hin und endet als blinder Sack unter der Spitze der Chorda. Die Wände dieses bei *Petromyzon* so weiten Raumes liegen nun bei den Übergangsstadien nicht bloss ganz dicht übereinander (Tfl. VIII

Fig. 22 n), sondern sein vorderer Teil ist kurz vor der Mündung in die Nasenhöhle durch ganz dieselbe Epithelwucherung geschlossen, wie sie uns an den vorher erwähnten Stellen entgegentrat.

Ausserdem findet man bei jüngeren Übergangsstadien die in dem *Musculus basilaris* (Fürbringer l. c. S. 46) jeder Seite verborgene Speicheldrüse samt ihrem Ausführungsgang noch völlig von ähnlichen rundlichen Zellen angefüllt.

Leibeshöhle.

Die Sexualorgane der *Petromyzonten* besitzen bekanntlich keine besonderen Ausführungsgänge, sondern ihre Produkte gelangen durch Zerreißung der Wände in die Leibeshöhle, um von da durch den *Porus abdominalis* (vergl. Dohrn, XIII. Stud. Tfl. 13 u. 14) nach aussen befördert zu werden. Damit hängt jedenfalls eine eigentümliche Einrichtung der Leibeshöhle zusammen, die ich noch nirgends erwähnt gefunden habe. Während dieselbe nämlich bei *Ammocoetes* und den Übergangsstadien immer nur von Pflaster- oder sehr niedrigen Cylinderzellen überzogen ist, finde ich sie bei geschlechtsreifen, in der Laichzeit (Anfang Mai) gefangenen Tieren von einem sehr hohen, schönen Cylinderepithel ausgekleidet, welches auch die Aussenfläche des Darms (10, S. 43) und der Nieren bedeckt. Am Ende der Leibeshöhle ist es am höchsten, nach vorn zu werden die Zellen allmählich niedriger. Die Leibeshöhle ist vollgepfropft von sehr grossen Eiern resp. Samenelementen. Das hohe Epithel dient vielleicht der Vorwärtsbewegung dieser Geschlechtsprodukte; doch habe ich Flimmerhaare, wie sie bei weiblichen Fröschen zur Laichzeit in der Peritonealbekleidung der Bauchdecken gefunden werden, nicht mit Bestimmtheit nachweisen können. — Ähnliche Angaben finden sich bei J. Müller (12 c). Seite 113 heisst es: „Die Bauchhöhle von *P. marinus* und *fluviatilis* ist im Mai voll Samen“, und S. 114 sagt er: „Bei den Tieren, wo die Geschlechtsprodukte durch die Bauchhöhle abgehen, scheint diese in einem Teil ihrer Oberfläche mit Wimperbewegung versehen zu sein und dem Inhalt eine Bahn nach der Abdominalöffnung anzuweisen. So ist es wenigstens von Vogt bei den Salmonen beobachtet.“

Ueber die Zeit der Geschlechtsreife und Metamorphose

von P. Planeri stimmen die Angaben der verschiedenen Autoren nicht ganz überein. A. Müller (11 S. 333) giebt als Laichzeit im allgemeinen den Frühling an, Benecke aber (2, S. 329) verlegt sie auf März und April, Balfour (1, S. 90) auf die zweite Hälfte des April. Ich habe erst Anfang Mai die geschlechtsreifen Tiere gefunden, deren Leibes-

höhle mit Eiern, bezügl. Samenelementen angefüllt war. Daneben fanden sich gleichzeitig zusammengefallene und tote Exemplare, die offenbar das Laichgeschäft bereits besorgt hatten und darnach zu Grunde gingen, wie A. Müller ebenfalls beobachtet hat.

Die Metamorphose der erwachsenen *Ammocoetes* erfolgt nach Benecke (2, S. 329) in der Zeit vom August bis Januar oder Februar.*) Nach meinen Beobachtungen beginnt die Metamorphose mindestens Anfang Juli und dürfte im September bis Oktober beendet sein. Die Gründe, welche mich zu diesen Zeitangaben geführt haben, sind im Vorausgehenden bereits enthalten. Ich habe die Übergangsstadien Mitte Juli und Ende August gefangen. Bei den ersteren waren Oesophagus und Zungenmuskelapparat bereits angelegt, der Mageneingang ebenfalls schon völlig geschlossen. Darnach zu urteilen, muss die Metamorphose 14 Tage bis 4 Wochen früher ihren Anfang genommen haben. Andererseits ist die Entwicklung der im August gefangenen Tiere schon soweit vorgeschritten, dass 1 bis 2 Monate zu ihrem Abschluss genügen dürften.

*) Von *P. fluviatilis* hat er dagegen noch Mitte April in der Metamorphose begriffene Tiere erhalten (l. c.).

Erklärung der Abbildungen.

A Aorta.
abr Kiemenbogenarterie.
albr Kiemenblattarterie.
apl Kapillarnetzarterie.
ath Arterie d. Thyreoidea.
Bbr Bluträume.
Br Bronchus.
b Bindegewebe.
bl Blutkörperchen.
Ch Chorda.
c Arteria coeliaca.
cp Kapillaren.
cv cavernöses Gewebe.
D Diaphragma.
d Mitteldarm.
df Darmfalte.
dc Ductus Cuvieri.
e Epithel.
f Follikel, Zellhaufen.
G Geschmacksknospen.
gbl Gallenblase.
gg Gallengang.
jo Jugularvene.
ju Kehlvene von Ammocoetes.
ju' „ „ Petromyzon.
K Kiemen.
Ka Kiemenarterienstamm.
L Leber.
lm mittlerer, }
lo oberer, }
lu unterer }
m Magen, *me* Mageneingang.
madd M. adductor.

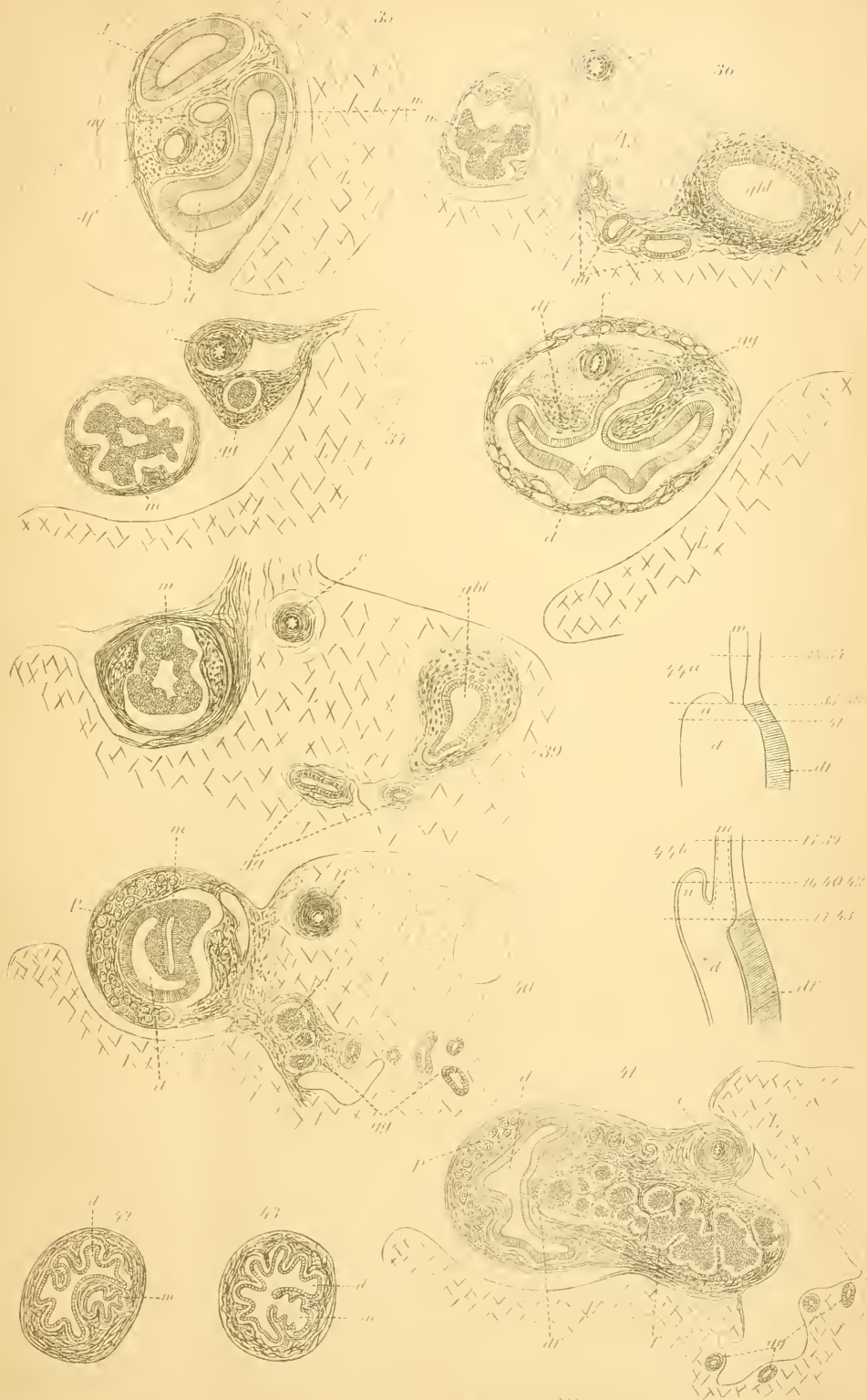
mc M. constrictor; *mc^l* vorderer, *mc^{ll}* hinterer Theil, *mch* hohlfaserige, *mcg* aus gewöhnlichen Fasern bestehende Bündel desselben.
mcp eigner Konstriktor der Kiemensäcke.
mk Muskel der Kiemenöffnung.
mkl Klappenmuskel.
ml M. longitudinalis linguae.
N Niere.
n Nasengaumengang.
oe Oesophagus.
P Pankreas.
py Pigmentkörnchen.
pz Pigmentzellen.
q quere Knorpelstäbe.
Rk Ringknorpel.
s Schleimdrüsen.
sv Sinus venosus.
th Thyreoidea.
u umgestülptes Darmstück.
V Vorkammern der Kiemensäcke.
Va Vakuolen im soliden Zellstrang.
Vk Vorknorpel.
Vl Velum.
Vli Zwischengaumensegel.
vbr Kiemenbogenvene.
vllr Kiemenblattvene.
vpl Kapillarnetzvene.
vn ernährende Vene.
w Wimperschnüre.
zs Zellsäulchen zwischen den Kapillaren.

- Fig. 1. Horizontalschnitt durch den hinteren Teil des Kiemenraumes von Ammocoetes in der Höhe der äussern Kiemenöffnungen. Seine Lage ist in Fig. 10 bei (1) angegeben. Vergr. 40.
- „ 2. Dasselbe von einem im August gefangenen Übergangsstadium, etwas über den äusseren Kiemenöffnungen. Vergr. 40.
- „ 3. Querschnitt durch die Mitte eines Kiemenblattes von P. Planeri, eine (rechte) Falte gespalten. Vergr. 150.
- „ 4. Längsschnitt durch ein Stückchen des faltentragenden Teils eines Kiemenblattes Vergr. 150.

- Fig. 5—7. Querschnitte durch den Kiemenabschnitt von *Ammocoetes* beim Ursprunge der 2., 4. und 7. Kiemenbogenarterie (von vorn gezählt). Vergr. 15.
- „ 8 u. 9. Querschnitte durch den Kiementeil von *Petromyzon Planeri* bei der 7. und in der Nähe der 8. Kiemenbogenarterie. Vergr. 15.
- „ 10. Senkrechter Längsschnitt durch die Mitte des hintern Kiemenabschnittes von *Ammocoetes*. Die eingeklammerten Zahlen geben die Lage und Nummer anderer Schnitte an.
- „ 11. Schnitt durch die Haut des Kiemensackes von *Ammocoetes*.
- „ 12—14. Querschnitte durch den Oesophagus eines im August gefangenen Übergangsstadiums. Fig. 12 u. 13 unmittelbar hinter dem Velum, 14 aus der Mitte. Vergr. 80 (Fig. 12 = 100f.).
- „ 15—18. Querschnitte, | durch das Magenende eines Übergangsstadiums
- „ 19. Horizontalschnitt | vom August. Vergr. ca. 60.
- „ 20. Sagittalschnitt durch das Vorderende des Oesophagus von demselben Tiere.
- „ 21. Teil eines Querschnitts durch den Oesophagus eines Übergangsstadiums vom August (vergl. 12—14). Vergr. 300.
- „ 22—26. Querschnitte durch den vorderen Teil der dorsalen Falte eines 14½ cm langen, im Juli gefangenen Übergangsstadiums. Vergr. 50.
- „ 27—31. Dasselbe von einem 13 cm langen, ebenfalls im Juli gefangenen Übergangsstadium. No. 30 = 100mal, die übrigen 50mal vergr.
- „ 32. Schnitt durch die Kiemensackhaut von *Petromyzon*.
- „ 33—35. Querschnitte durch das Magenende und den Darmanfang von *Ammocoetes*.
- „ 36—38. Dasselbe von dem 13 cm langen Übergangsstadium vom Juli.
- „ 39—41. Dasselbe von dem 14,5 cm langen, im Juli gefangenen Übergangsstadium.
- „ 42 u. 43. Dasselbe von *Petromyzon*.
- „ 44a und b. Schemata, die Vorstülpung des Mitteldarmes während der Metamorphose zeigend.







Nestler, Petronivzan Planorbis

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Naturgeschichte](#)

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: [56-1](#)

Autor(en)/Author(s): Nestler Karl

Artikel/Article: [Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte von Petromyzon Planeri. 81-112](#)