© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Der Bau der Kiemenblätter bei den Knochenfischen.

Von

Dr. J. Albin Riess,
Lehrer an der Charlottenschule in Potsdam.

Hierzu Taf. XVI—XVIII.

Das Thier nimmt die Stoffe, deren es zur Erhaltung seiner Masse bedarf, aus der Aussenwelt durch Flächen auf, zunächst durch diejenige, welche seine Masse von der Aussenwelt abgrenzt. Bei der Vergrösserung des Körpers wächst aber die Aussenfläche in einem geringeren Verhältnisse als die Masse. Daraus ergiebt sich für ein grösseres Thier die Nothwendigkeit, dass die resorbirende Haut zum Zwecke bedeutenderer Flächenentwicklung complicirter sich gestalte [1]). Dies wird ganz besonders da geboten sein, wo es gilt, den zum Stoffwechsel nothwendigen Sauerstoff einem Medium zu entziehen, welches denselben nur in geringem Maasse respirationsfähig enthält. Die Kiemen der Thiere und insonderheit die der Fische veranschaulichen, wie durch eine mehrfach gefaltete Haut eine zur Grösse des Thieres in directem, zu der geringen Menge des im Wasser athembar enthaltenen Sauerstoffes in indirectem Verhältnisse stehende Respirationsfläche geschaffen wird. Unter einer solchen Haut muss aber, wenn sie den Bedürfnissen des Körpers bei hohen Ansprüchen

---

1) Vergl. Leuckart, Archiv für Naturgeschichte, 1851, Th. I. S. 146.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

genügen soll, ein weit verzweigtes Blutgefässsystem ausgebreitet sein. Damit die Haut immer in guter Berührung mit dem umgebenden Medium stehe, muss sie übrigens in passender Weise gestützt werden. Die feine Zertheilung der Blutgefässe setzt einen Apparat voraus, welcher kräftig genug ist, das Blut durch die feinen Gefässe zu treiben.

Unter diesen Gesichtspunkten werde ich den Bau der Kiemen schildern, wie ich ihn durch die Untersuchungen, die ich über die Kiemen einiger Knochenfische unter der Leitung meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Geh. Hofrath Prof. Dr. Leuckart in Leipzig in dessen Laboratorium anstellte, kennen lernte.

Der Bau der Kiemen ist der Gegenstand vielfacher Untersuchung gewesen. Joh. Müller [1]) und Hyrtl [2]) haben in vorzüglichen Abhandlungen den Verlauf des Blutes durch den ganzen Kiemenapparat dargestellt. Das Capillarnetz der Kiemenblätter ist ausser diesen Forschern von Döllinger [3]), Fischer [4]), Rosenthal [5]) beschrieben und abgebildet worden. Eine Beschreibung des Skelets der Kiemenblätter enthält die schon erwähnte Arbeit von Döllinger und die Abhandlung über den Kiemenapparat von Lereboullet [6]). Letzterer hat auch die Kiemenhaut untersucht und ihre Fläche berechnet. Die Muskulatur der

---

1) „Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. Gefässsystem.“ — Academie der Wissenschaften zu Berlin 1839.

2) „Beobachtungen aus dem Gebiete der vergleichenden Gefässlehre: II. Ueber den Bau der Kiemen der Fische.“ — Med. Jahrbücher des österr. Staates. Bd. 24. 1838.

3) „Ueber die Vertheilung des Blutes in den Kiemen der Fische.“ — Abh. der Königl. Bair. Academie der Wissenschaften, 2. Bd. (1831—36) 1837.

4) „Ueber die ausserordentlich feine Vertheilung der Blutgefässe in den Kiemen der Fische.“ — Leipzig, naturhistor. Fragmente, Bd. I. 1801.

5) „Ueber die Structur der Kiemen.“ — Verhandlungen der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin. Bd. I. 1829.

6) „Anatomie comparée de l'appareil respiratoire, dans les animaux vertébrés.“ — Strasbourg et Paris, 1838.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Kiemenblätter hat Duvernoy [1]) behandelt. Bei Joh. Müller finden wir auch das nutritive Gefässsystem berücksichtigt, welches von Fohmann [2]) als Lymphgefässsystem aufgefasst wird. Ich werde auf alle die Arbeiten dieser Forscher in den einzelnen Capiteln zurückkommen.

Meine Untersuchungen haben sich nur auf wenige Fische erstreckt. Es waren dies Esox lucius, Perca fluviatilis, Leuciscus rutilus, Cyprinus carpio und auratus, Cobitis fossilis, Salmo salar, Hippocampus.

Die grösseren Fische wurden behufs der Gefässuntersuchung mit durch Carmin oder Berliner Blau gefärbter Gelatine injicirt, und zwar vom Bulbus arteriosus aus. Die Zeichnung des Capillarnetzes in Fig. 10 ist jedoch nach einem nicht injicirten Präparate gefertigt.

Allgemeines über den Kiemenapparat.

Die allgemeine Einrichtung des Kiemenapparates, die Anordnung, Zahl und Form der Kiemenblätter ist genügend bekannt. Nur über den Kiemenapparat von Hippocampus kann ich dem Bekannten Einiges hinzufügen.

Was über denselben vorliegt, findet sich fast ausschliesslich in einer Schrift aus dem Jahre 1816 von Tiedemann [3]). Er beschreibt das Herz, die Arterien, Kiemendeckel, Kiemenöffnung, auch die Bogen mit ihren Läppchen von Syngnathus acus und hippocampus, vermag aber den Bau der Blätter nicht zu erklären.

Schon das Kiemengerüst weicht in seiner Bildung von dem der übrigen Fische ab. Während bei diesen die Kiemenbogen sich meist aus vier Knochenstücken zusammensetzen, bestehen sie hier, mit Ausnahme des ersten, vordersten, aus einem einzigen Knochenbogen. Dieser besitzt zwei Schenkel, einen aufrecht stehenden, nur etwas

---

1) „Du mécanisme de la respiration dans les poissons.“ — Annales des sciences naturelles. 1839.

2) „Das Saugadersystem der Wirbelthiere.“ 1. Heft. Fische. 1827.

3) „Ueber Kiemenbildung bei den Nadelfischen.“ — Meckels Archiv für Physiologie, 2. Bd. 1816.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nach hinten sich neigenden und einen horizontal liegenden. Der letztere Theil zieht gerade nach der Mittellinie des Körpers und stösst hier mit dem des Bogens der anderen Seite gelenkig zusammen (Fig. 27). Copularstücke fehlen. Hiermit im Zusammenhang steht die Thatsache, dass auch die Zunge fehlt, was schon von Tiedemann bemerkt wird; denn die Copularstücke der Kiemenbogenknochen der anderen Fische sind die Verlängerungen des Zungenbeins nach hinten. Die beiden Schenkel des ersten Bogens sind gelenkig verbunden.

Die Kiemenblätter stehen in zwei Reihen alternirend an dem senkrechten Schenkel des Knochenbogens (Fig. 26 und 27). Die Blätter aller Bogen sind dicht gedrängt. Der ganze Kiemenapparat zeigt, aus dem Kopfe herausgenommen, eine kugelige Form und ist einer Maulbeere nicht unähnlich (Fig. 24). Die Blätter der beiden Reihen stehen von einander ab, etwa wie die Flügel des Ahornsamens (Fig. 25).

Bau der Kiemenblätter.

Jedes Kiemenblatt enthält einen Stütz- und Bewegungsapparat und wird von einer theils glatten, theils gefalteten Haut bedeckt. Unter der Haut findet sich ein sehr ausgebreitetes Gefässsystem vor.

I. Stütz- und Bewegungs-Apparat der Kiemenblätter.

Dieser Apparat setzt sich aus einem Skeletstücke, der Kiemengräte, aus Bindegewebe, welches andere Organe an die Gräte, diese selbst aber an den Kiemenbogenknochen, sowie an die Gräten benachbarter Blätter heftet, und aus Muskeln und elastischen Bändern zusammen, durch welche die Gräte bewegt wird.

1. Die Kiemengräte.

Die Kiemengräten des Seepferdchens unterscheiden sich in Bezug auf ihre Form und die Art ihrer Befestigung so merklich von denen der übrigen von mir untersuchten Knochenfische, dass es nöthig ist, sie gesondert zu betrachten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Bei den übrigen Knochenfischen habe ich eine gleichartige Bildung der Kiemengräte bemerkt. Sie besteht bei allen aus zwei Theilen: aus einem langgestreckten, säbelförmigen Körper und einem kurzen Gelenkkopfe. Der erstere Theil zieht sich, in der inneren Hälfte des Kiemenblattes gelegen, durch die ganze Länge desselben, läuft nach der Spitze des Blattes zu fein aus und verschmälert sich gegen die Basis desselben hin. Bei dem Barsch ist sie der Dicke der Kiemenblätter entsprechend sehr dick, bei dem Hechte dünn. Bei einigen Fischen, z. B. beim Lachs und Karpfen, sind die Flächen der Gräte gerippt, und ihr äusserer Rand ist mit Zähnen besetzt. An der Basis biegt sich der säbelförmige Theil der Gräte in einen kurzen Haken nach innen (Hecht, Barsch (s. Fig. 13, I), oder nach aussen (Lachs, Cyprinoiden (s. Fig. 16, I). An den beiden Seiten dieses Hakens sitzen nun als Gelenkkopf zwei ohrenförmige Körper, welche ihn nach allen Richtungen hin überragen. Bei dem Hecht und Barsch sind diese Gelenkohren wie der Haken des Kiemengrätensäbels nach innen, bei dem Lachs und den Cyprinoiden nach aussen gerichtet, so dass also bei ersteren die Gelenkohren der gegenüberliegenden Blätter einander zu-, bei letzteren von einander abgewendet sind (Fig. 31 u. 32). Mit diesem Unterschiede hängt eine besondere Anordnung der Muskulatur und eine besondere Einrichtung der Gefässe zusammen. Die Gelenkohren zweier benachbarter Kiemengräten derselben Kiemenblattreihe kehren einander Flächen zu, welche sowohl unter sich, als auch der Fläche des Kiemengrätensäbels parallel sind. Die Gelenkohren einer und derselben Kiemengräte stossen jedoch mit geneigten Flächen auf einander. Dadurch bekommt der ganze Gelenkkopf das Ansehen eines Sectors aus einer Rolle. In die Rinne finden wir die Vene des Kiemenblattes eingelegt (s. Fig. 2 und 17).

Was das Gewebe der Kiemengräten anlangt, so zählt Lereboullet eine Anzahl Fische mit knöchernen, ebenso viele mit knorpeligen und noch andere mit halb knöchernen und halb knorpeligen Kiemengräten auf. Ich habe bei den von mir untersuchten Arten überall gefunden, dass

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die Kiemengräten aus verkalktem Knorpel bestehen. Die Gelenkohren bestehen aus schaligem Knorpel mit eingestreuten halbmondförmigen Zellen und reichlicher Zwischensubstanz. Die Schalen lagern sich concentrisch um den Haken des Kiemengrätensäbels (Fig. 9).

Durch den Kiemengrätensäbel zieht sich beim Hecht und Barsch ein rundlicher, nach der Spitze der Gräte allmählich an Breite zunehmender und an der Spitze selbst die ganze Gräte bildender Strang. Derselbe besteht aus grossen, polyedrischen, dicht gedrängten Zellen. Die Zellen besitzen einen sehr grossen, kugeligen oder ellipsoidischen Kern mit deutlichem Kernkörperchen und einer körnigen Masse (Fig. 11). An dem Kern lassen sich häufig Einschnürungen bemerken, welcher Umstand deutlich auf eine Theilung der Zellen hinweist. In der Peripherie des Stranges liegen kleinere, abgeplattete Zellen, welche sich von den grösseren, centralen abgespaltet haben. An der Basis der Kiemengräte zweigt sich von dem in Rede stehenden Zellenstrange ein anderer ab, welcher gegen ihn divergirend nach dem inneren Rande der Kiemengräte zieht und sich da bald verliert (Fig. 13, II, III).

Auch beim Lachs und den Cyprinoiden finden sich zwei solcher Zellenstränge in der Kiemengräte vor; beide ziehen aber durch die ganze Gräte, der eine am inneren Rande, der andere mehr in der Mitte gelegen. Von letzterem zweigen sich unter rechtem Winkel Querstränge für die Rippen und Zähne an den Kiemengräten des Lachses ab.

Beide Zellenstränge werden nun von schaligem Knorpel mit spärlichen, halbmondförmigen Zellen eingehüllt, welcher offenbar von jenen aus gebildet wurde.

Die beiden Zellenstränge zeigen die zweifache Aufgabe der Kiemengräte an; die eine Aufgabe besteht darin, das Kiemenblatt zu stützen, die andere liegt in der Beziehung der Kiemengräte zu den Gefässen des Kiemenblattes. Beide Aufgaben werden wir bei der Betrachtung der Kiemengräten des Seepferdchens deutlicher erkennen.

Dass das Wachsthum der Kiemengräte von innen, von dem centralen Zellenstrange aus erfolgt, lehrt die Betrachtung der jüngsten Kiemenblätter. Die Gräten dieser

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bestehen nur aus dem grosszelligen Strange. Die Gräten der Pseudobranchien vom Barsch (Fig. 19) werden auch nur von dem grosszelligen Strange gebildet, welcher von einer dünnen Scheide zellenarmer Knorpelmasse umgeben ist. Die Gelenkohren sind sehr klein. Dieses, sowie die Zartheit der Kiemengräte hängt mit dem Mangel der Muskulatur zusammen.

Die Kiemengräten des Seepferdchens unterscheiden sich von denen der übrigen Knochenfische dadurch, dass die einer Kiemenblattreihe auf einem gemeinschaftlichen, ununterbrochenen Knorpelstamme aufsitzen (Fig. 27). Es liegen über dem senkrecht stehenden Theile des Kiemenknochenbogens zwei wellenförmig gebogene Knorpelstämme. Da, wo diese nach aussen biegen, sitzen auf denselben unbeweglich die Kiemengräten mit einer etwas verbreiterten Basis fest (s. auch Fig. 29). Die Kiemengräte selbst hat die Beschaffenheit derjenigen aus der Pseudobranchie vom Barsch. Eine zellenarme Knorpelscheide schliesst einen grosszelligen Strang ein. Anfangs liegt die Gräte in der Mitte des Blattes, später zieht sie sich nach dem äusseren Rande, liegt dann also der Vene des Blattes näher, als der Arterie, was bei den übrigen Knochenfischen umgekehrt der Fall ist (Fig. 28 und 30).

An der Basis der Kiemengräte zweigt sich von ihr eine kürzere Gräte ab, welche wie der kurze Zellenstrang in der Kiemengräte des Hechtes gegen jene divergirend nach dem inneren Rande des Kiemenblattes zieht und auf eine kurze Strecke die Wandung der Arterie des Kiemenblattes bildet (Fig. 28 I).

Die Kiemenblätter des Seepferdchens enthalten also eine gabelähnliche Gräte. Die lange Gräte stützt das Blatt, die kurze wirkt bei der Bewegung des Blutes durch die Kiemengefässe mit. Es wird hiervon weiter unten die Rede sein.

2. Bindegewebe.

Die Kiemenblätter einer und derselben Reihe werden durch dünne, sehr feste Bänder an einander geheftet. Diese liegen wie dünne Platten zwischen den Gelenkköpfen der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Kiemengräte und betragen etwa den fünften Theil der Dicke eines Gelenkkopfes. Sie bestehen aus sehr dicht an einander liegenden Fasern, zwischen welche spindelförmige Zellen reichlich eingelagert sind. Bei Hippocampus fehlen diese Platten selbstverständlich; sie werden hier durch entsprechend gelegene Partieen des die Kiemengräten tragenden ununterbrochenen Knorpelstammes vertreten.

Die durch die Zwischengrätenbänder (Fig. 9, Zb) gebildeten, sehr festen Reihen der Kiemenblätter werden durch lockerfaseriges Bindegewebe an den Kiemenbogenknochen und an die die Bogen bedeckenden Hautknochen befestigt. Die Verbindung der gegenüber liegenden Reihen wird im nächsten Capitel beschrieben werden.

Der säbelförmige Theil der Kiemengräte wird von einer dicht anliegenden Bindegewebsscheide vollständig eingeschlossen. Nach dem Innenrande des Blattes setzen sich die Lamellen dieser Scheide zur Bildung einer zweiten Scheide fort, durch welche die Arterie des Kiemenblattes umschlossen und an die Kiemengräte befestigt wird. Ebenso ziehen zwei Lamellen divergirend nach dem äusseren Rande des Blattes, werden durch zahlreiche Zwischenlamellen verbunden und gestützt und hüllen auch die am äusseren Rande des Blattes verlaufende Kiemenblattvene ein. In den Pseudobranchien des Barsches und in den Kiemen des Seepferdchens finden sich in diesem Bindegewebe zahlreiche Pigmentzellen (Fig. 18 und 28—30).

3. Muskeln und elastische Bänder.

Die Muskeln der Kiemenblätter sind eingehend von Duvernoy studirt worden. Er unterscheidet in Bezug auf die Anordnung der Muskulatur vier Typen. Nach seiner Abbildung ist die Muskulatur in den Kiemenblättern des Stör ähnlich angeordnet, wie ich es bei dem Lachs und den Cyprinoiden fand. Ebenso lässt sich eine Aehnlichkeit zwischen dem Klumpfisch und dem Hecht auffinden, was die Muskulatur der Kiemenblättchen anlangt. Nach einem dritten Typus soll die Muskulatur

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

beim Meeraal und Lachs [1]) eingerichtet sein, nach einem vierten bei den Selachiern und Petromyzonten.

Ich habe bei meinen Untersuchungen nur zwei Modi der Anordnung der Muskeln und elastischen Bänder gefunden, den einen bei dem Hecht, Barsch und Seepferdchen, den anderen beim Lachs und den Cyprinoiden. Bei beiden werden die Kiemenblätter durch zwei in entgegengesetztem Sinne wirkende Kräfte nach innen und aussen gedreht.

Bei dem Hecht und Barsch geht die Drehungsaxe der Kiemenblätter durch die Mitte der Gelenkohren und durch den Haken am basalen Ende des Säbels der Kiemengräte. Bei dem Seepferdchen liegt sie in dem die Kiemengräten tragenden Knorpelstamme. Die Bewegung nach innen, bei welcher also die Kiemenblätter der gegenüber liegenden Reihen einander sich nähern, geschieht durch starke Muskeln (Musculi adductores), welche von den Blättern der einen Reihe nach denen der anderen und umgekehrt ziehen. Die von der einen Seite kommenden Muskeln kreuzen sich mit denen der anderen. Sie finden sich auch an den Kiemenblättern, welche nicht am Knochenbogen sitzen, fehlen aber den Pseudobranchien. Um uns die Insertion dieser Muskeln deutlich zu machen, denken wir uns das Kiemenblatt so gestellt, dass der Kiementräger nach oben, die Spitze des Blattes nach unten zeigt, wie auch die Figuren 13, 14, 16 gezeichnet sind. Es setzt sich nun der Muskel einerseits an die untere Kante zweier, benachbarten Kiemenblättern angehörender Gelenkohren an, zieht schräg nach unten und findet seinen Ansatzpunkt andererseits an der die Gräte und Arterie desjenigen Blattes umfassenden Bindegewebsscheide, welches von jenen beiden Blättern eingeschlossen wird (Fig. 13, 14, 17, 4—7, m add).

Bei Hippocampus findet der eine Ansatz an der Ausbiegung des Knorpelstammes nach innen, der andere an der Bindegewebsscheide statt, welche die kleinere, sich

1) Ich habe sie, wie bemerkt, bei diesem Fische anders gefunden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

an die Kiemenblattarterie anlegende Kiemengräte, wie auch die Arterie selbst überzieht (Fig. 28 u. 29, m add).

Wenn diese Musculi adductores wirken, bewegen sich die beiden Kiemenblattreihen eines Bogens einander zu; das zwischen diesen enthaltene Wasser wird verdrängt. Von ihrer Bedeutung für die Bewegung des Blutes wird später die Rede sein.

Diesen eben erwähnten Muskeln wirken feine Musculi abductores entgegen. Diese setzen sich, das Kiemenblatt wieder in der vorigen Weise aufgestellt gedacht, an den oberen, äusseren Rand der Gelenkohren der Kiemengräte an (Fig. 13, m abd), ziehen sich zwischen den Bindegewebsfasern, welche die Kiemengräten an den Kiemenbogenknochen, und denjenigen, welche dieselben an die Hautknochen heften, in die Höhe und werden in der Mitte des Kiemenbogenknochens an diesen befestigt. Diese Muskeln finden sich nur an der äusseren Kiemenblattreihe eines Bogens vor; die Blätter der inneren Reihe besitzen sie nicht. Ebenso fehlen sie selbstverständlich an den Kiemenblättern, welche nicht an den Kiemenbogenknochen sitzen, und an den Blättern der Pseudobranchien. Während diese Muskeln beim Hecht nur gerade, parallel der Richtung des Kiemenblattes, in die Höhe steigen, giebt es beim Barsch ausser den geraden noch zwei Systeme schiefer Muskeln. Diese können die Blätter einer und derselben Reihe einander nähern und auch das zwischen ihnen enthaltene Wasser vertreiben. Es ist dies für den Barsch ein Vortheil, weil bei ihm die Kiemenblätter viel weiter stehen, als bei dem Hechte.

Bei Hippocampus setzen sich solche Musculi abductores nur an den Enden des die Kiemengräten tragenden Knorpelstammes an.

Bei dem Hecht und Barsch werden die Musculi abductores noch unterstützt durch ein elastisches Band, welches, an den oberen, inneren Rand der Gelenkohren der Kiemengräte sich ansetzend, die beiden gegenüberliegenden Blattreihen verbindet. Dieses Band erstreckt sich über alle, auch über die nicht am Knochenbogen gelegenen Kiemenblätter. Es besteht aus dicht gelagerten Längs-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

und Querfasern. Wenn die Musculi adductores die Kiemenblätter anziehen, wird es gespannt. Lassen jene im Zuge nach, so zieht es sich zusammen und entfernt die beiden Kiemenblattreihen wieder von einander. Dieses Band wurde von Hyrtl als eine Scheidewand in dem Kiemenbogenkanale aufgefasst (Fig. 13, 14. 3 e B).

Bei Salmo und den Cyprinoiden ist der Mechanismus der Bewegung der Kiemenblätter ein etwas anderer. Bei diesen Fischen haben die beiden Kiemenblattreihen eines Bogens eine gemeinschaftliche Drehungsaxe. Sie liegt in einem Bande, welches zwischen den beiden Kiemenblattreihen etwa in der Mitte zwischen Basis und Spitze der Blätter, an der Stelle, wo die Blätter sich vollständig von einander trennen, die ganze Länge der Kiemenblattreihen sich hindurchzieht und diese fest an einander hält. Wegen dieses letzteren Umstandes wurden die Kiemenblätter dieser Fische von den Zoologen als verwachsene bezeichnet, ja Döllinger fasste die zwei gegenüberliegenden Blätter als ein einziges, doppeltes mit zwei Gräten und zwei Spitzen auf. An jenes Band sind nun Muskeln befestigt, welche basalwärts ziehen und abwechselnd an die Blätter der beiden Reihen sich ansetzen und zwar wieder an die Bindegewebsscheide, welche die Gräte und Arterie des Kiemenblattes umschliesst. Diese Muskeln ziehen als Musculi adductores die Basalhälften der gegenüberliegenden Kiemenblätter einander an, während sich die Spitzen derselben entfernen. Sie finden ihre Gegenmuskeln an der Basis der Kiemenblätter. Es spannen sich Muskeln zwischen dem oberen und äusseren Rande der Gelenkohren der Kiemengräte und dem unteren, äusseren Rande des Kiemenbogenknochens aus. Solche Musculi abductores finden sich hier wiederum nur an der äusseren Kiemenblattreihe. Wenn sie wirken, ziehen sie die Basalhälften der gegenüberliegenden Blätter von einander ab; die Spitzen nähern sich. Verstärkt wird die Wirkung dieser Muskeln durch die Ausdehnung der Bindegewebsmassen, welche zwischen den basalen Hälften der beiden Kiemenblattreihen sich vorfinden und von Duvernoy als diaphragme branchial beschrieben wurden. Sie werden durch die in-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

folge des Zuges der Musculi adductores bewirkte Annäherung der gegenüber liegenden Kiemenblätter zusammengedrückt und dehnen sich bei dem Nachlassen des Druckes wieder aus (Fig. 16).

II. Haut der Kiemenblätter.

Die Aufgabe der Kiemen besteht darin, den im Wasser enthaltenen Sauerstoff aufzunehmen und die im Körper gebildete Kohlensäure abzugeben. Der Gasaustausch erfolgt durch die Kiemenhaut. Dieser wird um so ergiebiger sein, je grösser die Berührungsfläche zwischen Kiemen und Wasser ist. Die Vergrösserung der Kiemenfläche ist nach dem Princip der Faltelung erfolgt. Man kann sich diese Faltelung als eine dreifache in folgender Weise vorstellen, womit aber keineswegs gesagt sein soll, dass sich dieselbe in Wirklichkeit so vollziehe. Dadurch, dass an den Seiten der Kiemenspalten oder, was dasselbe ist, auf den Rändern der Kiemenbogen Hautlamellen um die ganze Kiemenspalte herum sich erheben, erhalten wir die erste Faltelung; durch Zerspaltung dieser Lamellen in einzelne Blätter kommt es zu einer zweiten und endlich durch Bildung von Falten auf diesen Blättern zu einer dritten Faltelung. Diese letzten Falten bilden nun die eigentliche Respirationsfläche.

Die Hautfalten sind bei allen Kiemen, mit Ausnahme der Pseudobranchien, eben. Die der letzteren sind aus Gründen, die nachher erörtert werden sollen, mannigfach gekrümmt. Die Kiemenblätter sind in ihrer ganzen Länge gefaltet. Alle Falten eines Blattes liegen einander parallel, die der beiden Seiten eines Blattes können gegenüber, aber auch abwechselnd gestellt sein. Bei den kammförmigen Kiemen bilden die Falten rechte Winkel mit den Rändern des Blattes; bei Hippocampus liegen sie am äusseren Rande des Kiemenblattes höher als am inneren, ziehen also schräg über das Kiemenblatt hinweg (Fig. 25).

Was die Stellung der Falten anlangt, so stehen sie alle senkrecht auf den Flächen der Kiemenblätter. Nur die ersten Falten an der Basis machen eine Ausnahme; diese

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

neigen sich unter einem spitzen Winkel nach der Spitze des Blattes zu (Fig. 17, 29).

In Bezug auf die Grösse weichen die Falten mehr von einander ab. Es soll an dieser Stelle nicht ein absolutes Maass für die Grösse der Falten angegeben werden, sondern die Breite derselben soll mit der Breite der Kiemenblätter, und ihre Höhe mit dem Abstande zweier Kiemenblätter derselben Reihe von einander verglichen werden. Die Hautfalten nehmen von der Basis der Blätter nach der Spitze zu immer mehr von der Fläche des Kiemenblattes ein. Da, wo die Blätter der gegenüberliegenden Reihen mit einander verwachsen und in einander eingeschaltet sind, ist die Haut glatt, nicht gefaltet. Die Falten finden sich hier nur auf der äusseren Hälfte der Fläche der Blätter; am freien Theile der Blätter bedecken sie aber diese ganz. In den Pseudobranchien ist die Breite der Falten beträchtlicher als die Breite der Blätter. Bei Hippocampus übertrifft auch die Breite der Falten die der Blätter bei weitem, indem sie sich sowohl über den äusseren Rand der Blätter nach aussen, als auch über den inneren nach innen erweitern (Fig. 30).

Die Höhe der Falten, d. h. ihre Erhebung über die nicht gefaltet gedachte Fläche der Kiemenblätter wechselt ebenfalls sehr. Sehr niedrig sind die Falten wegen der eng stehenden Kiemenblätter beim Hecht, höher bei dem Barsch, Lachs und den Cyprinoiden, sehr hoch bei dem Seepferdchen. Bei allen aber stossen die Falten der benachbarten Blätter derselben Reihe höchstens mit ihren Rändern an einander. Andere Verhältnisse weisen die Falten auf den Blättern der Pseudobranchien vom Barsch auf. Bedeutender noch als die Breite dieser Falten ist die Höhe derselben. Diese ist beträchtlicher als die Entfernung zweier Blätter. Die Falten benachbarter Blätter finden nicht mehr genügend Platz neben einander. Sie müssen sich vielfach krümmen und zwischen einander einschieben. Mitunter geschieht das sehr regelmässig, indem die Falten benachbarter Blätter in der Lage mit einander abwechseln, wie die Finger der gefalteten Hände. Häufig liegt ein Bündel Falten des einen Blattes zwischen zwei Falten des ande-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ren (Fig. 18, 19). Nach der Spitze und dem Rande der Blätter zu sind die Falten niedriger.

Denken wir uns, dass die Haut dieser Falten verloren ginge und nur die Blutgefässnetze erhalten blieben, dass ferner die ganze Pseudobranchie von der äusseren Haut vollständig bedeckt würde, was in der That nach Joh. Müller bei einigen Fischen der Fall ist, so bekommen wir eine Blutgefässdrüse mit wirr durch einander liegenden Blutgefässnetzen. Von aussen betrachtet mögen auch die Pseudobranchien mancher Fische den Anblick einer Drüse gewähren, weshalb auch Joh. Müller kiemen- und drüsenartige Pseudobranchien unterscheidet.

Die Menge der Falten auf einem Kiemenblatte richtet sich nach der Länge desselben. Ein 10 mm langes Kiemenblättchen vom Hecht trägt jederseits 150, ein $1^1/_2$ mm langes vom Seepferdchen 25 Falten. Bei allen Fischen sind die Falten der Kiemenblätter ziemlich gleichweit gestellt; gedrängt sind sie auf den Blättern der Pseudobranchien.

Structur der Kiemenhaut. — Obgleich die Haut der Fische einen schleimigen Charakter besitzt, so ist doch an ihr ein homologes Verhalten zu der anderer Wirbelthiere zu bemerken. An der Haut, welche die Kiemenbogen, sowie den äusseren und inneren Rand der Kiemenblätter bekleidet, lassen sich deutlich zwei Schichten erkennen, eine tiefere aus rundlichen und eine obere aus platten Zellen bestehende (Fig. 9, 10). Es wird also auch hier ein Verhornungsprocess eingeleitet. Die platten Zellen behalten jedoch ihren Zellkern. Beide Schichten haben so ziemlich dieselbe Dicke; es liegen bei beiden drei oder vier Zellen über einander. Zwischen diesen sehr kleinen Zellen finden sich noch grössere, rundliche Schleimzellen, welche mit den übrigen allmählich an die Oberfläche der Haut gelangen und dieser die schleimige Beschaffenheit ertheilen.

An den Falten ist die Haut wesentlich feiner. Sie besteht hier nur aus einer einzigen Schicht abgeplatteter, polygonaler Zellen von sehr geringen Dimensionen. Sie haben alle einen deutlichen Kern (Fig. 10, 11). Der Grund

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zwischen zwei Falten wird wieder von einer dickeren Haut gebildet. In der Tiefe liegen rundliche Zellen, welche nach oben hin sich in die Länge strecken und endlich in ein Epithel übergehen, welches Aehnlichkeit mit einem Cylinderepithel hat. Auch hier kommen Schleimzellen vor. An den Seiten geht das Cylinderepithel allmählich in das Plattenepithel der Hautfalten über (Fig. 11, 12).

Es darf als Merkwürdigkeit angesehen werden, dass die Kiemenblattfalten von einem einschichtigen Epithel gebildet werden, weil dies an der äusseren Haut der Wirbelthiere sonst nicht vorkommt. In den Präparaten von Fischkiemen war die Haut durch die Behandlung stets von dem darunter liegenden Bindegewebe abgesprungen; so ist sie auch in den Figuren gezeichnet.

III. Die Gefässe der Kiemenblätter.

Jedes Kiemenblatt enthält zwei Gefässsysteme; das eine dient der Athmung, das andere der Ernährung des Kiemenblattes.

1. Das respiratorische Gefässsystem.

a) Die Arterie des Kiemenblattes. — Die Arteria branchialis giebt für jedes Kiemenblatt ein besonderes Gefäss ab. Nie habe ich gefunden, dass die Arterien zweier gegenüberliegender Blätter einen gemeinschaftlichen Ursprung gehabt hätten, wie es Hyrtl bei Acipenser Ruthenus abbildet. Die Arterie des Kiemenblattes verläuft an dessen innerem Rande bis zur Spitze. Dieses Gefäss zeigt nun eine merkwürdige und bedeutungsvolle Einschnürung. Von seinem Austritte aus der Arteria branchialis an hat es an der Seite, welche der Kiemengräte zugekehrt ist, keine eigene Wandung, sondern diese wird von der Kiemengräte gebildet. Die Kiemengräte nimmt auch Theil an der Bildung der Wandung der Arteria branch. an der Stelle, welche über dem Austritte der Kiemenblattarterie liegt (Fig. 13 bei II). Durch die Kiemengräte wird nun dieses letztere Gefäss zusammengeschnürt. Während

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

es bei seinem Austritt aus der Art. branch. einen kreisförmigen Querschnitt besass, wird dieser dann oval, später halbmondförmig. Endlich geschieht die Zusammendrückung in einem so hohen Grade, dass sich das Gefäss seitlich ausbuchten muss. Es besteht jetzt aus zwei cylindrischen Gängen, die an den Seiten der Kiemengräte hinziehen und durch ein rinnenförmiges, von der Kiemengräte bedecktes Mittelstück communiciren (Fig. 5, 6, 22).

Diese Form hat das Gefäss beim Hecht und Barsch nur auf eine kurze Strecke von etwa 0,3 mm in 10 mm langen Blättern (Fig. 13, 14 IV). Bei dem Lachs und den Cyprinoiden dagegen findet sich die Einschnürung bis zur Mitte des Kiemenblattes (Fig. 16).

Bei dem Hecht und dem Barsch findet sich weiter da, wo die Einschnürung statt hat, an der inneren, also der Kiemengräte gegenüberliegenden Seite ein 0,3 mm dickes und 0,2 mm breites, sehniges, aus dicht aneinander liegenden, parallelen Fasern bestehendes Band, welches den ganzen Kiemenbogen in seichten Wellenlinien durchzieht (Fig. 13, 14, 6, 22). Dieses Band bildet an der Stelle der Einschnürung die Wandung der Kiemenblattarterie an der inneren Seite, was an der äusseren Seite durch die Kiemengräte bewirkt wird. Ersteres geschieht aber an den Arterien der Blätter beider Reihen eines Bogens, so dass also die Arterien der gegenüberliegenden Blätter, wie überhaupt alle Kiemenblattarterien eines Bogens, durch dasselbe verbunden werden (Fig. 14, 6, 22).

Nach der Einschnürung erweitert sich das Gefäss fast plötzlich wieder und bekommt nun ein Lumen, welches das beim Austritte aus der Arteria branch. um $^1/_3$ der Weite übertrifft. Diese Weite behält das Gefäss fast bis zur Spitze des Blattes bei. Von der Erweiterungsstelle an bekommt dasselbe eine vollständige, eigene Wandung, wird aber durch die früher erwähnte Bindegewebsscheide der Kiemengräte angeheftet. Da, wo sich die Kiemenblattarterie wieder erweitert, setzt sich an die Bindegewebsscheide der Musculus adductor an. Wenn dieser wirkt, zieht er Kiemengräte und Kiemenarterie nach innen. Die Bewegung der letzteren findet aber bald an dem

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

vorhin beschriebenen Bande ein Hinderniss; von beiden Seiten werden an dieses Band Arterien und Gräten angezogen; es wird also eine feste Lage einnehmen; die Kiemenblattarterien werden zusammengepresst.

Bei Hippocampus ist ein ähnliches Verhalten zu bemerken. Der Musculus adductor zieht auch die kürzere Kiemengräte gegen die Kiemenblattarterie (Fig. 28); ein gegenstrebendes Band fehlt jedoch, so dass die Einschnürung nicht in dem Grade erfolgt, wie bei dem Hechte.

Wie schon erwähnt, reicht bei dem Lachse und den Cyprinoiden die Zusammenschnürung der Kiemenblattarterie bis zur Mitte des Blattes. Bis hierher bildet die Kiemengräte die äussere Wandung des Gefässes. Werden beide durch die Musculi adductores gegen die zwischen den beiden Kiemenblattreihen gelegenen, von Duvernoy als Diaphragme branchial beschriebenen Bindegewebshäute gezogen, so werden die Kiemenblattarterien zusammengepresst und verschlossen.

Die Kiemenblattarterien dieser Fische zeigen aber noch eine andere vortheilhafte Einrichtung. Dieselben erweitern sich an der Stelle, wo sich die gegenüberliegenden Blätter vollständig trennen, in einer Weise, dass wir von einem Kiemenblattherzen reden dürfen. Sie bekommen jetzt wie bei dem Hechte ringsum eigene Wandungen und beginnen mit einer bulbösen Anschwellung, deren Wandung über doppelt so dick ist, als die des nachfolgenden Gefässes. Ebenso besitzt der Hohlraum der Anschwellung einen doppelt so grossen Durchmesser als der des letzteren. Hyrtl hat diese Erweiterung bei Cyprinus Brama gesehen und in derselben Weise gedeutet (Fig. 16, II).

Bei den Cyprinoiden stehen die Erweiterungen der Arterien der einen Kiemenblattreihe unter sich in Verbindung. Wir erhalten so ein perlschnurähnliches Gefäss durch die ganze Kiemenblattreihe (Fig. 21). Mitunter finden Communicationen der Gefässe beider Blattreihen eines Bogens durch enge Canäle statt (Fig. 21, b).

b) Die Capillargefässe des Kiemenblattes. — Obgleich in den verschiedenen Schriften über Kiemen von der capillaren Verzweigung der Blutgefässe in denselben

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die Rede ist, so ist doch anzunehmen, dass keiner der Forscher eine richtige Vorstellung von derselben hatte. Man injicirte und fand die Kiemenblätter gleichmässig gefärbt und erschloss hieraus die Feinheit der Gefässe.

Rosenthal's Ansicht ist falsch. Er zeichnet das Gefässsystem der Falten in einer der Längsrichtung der Kiemenblätter parallelen Fläche liegend. Was er als respiratorisches Gefässnetz zeichnet, hat Aehnlichkeit mit dem nutritiven. Joh. Müller hat auch keine richtige Vorstellung von der Vertheilung der Blutgefässe in den Kiemenblättern gehabt. Er sagt: „Solche quere, parallele Aeste über die Kiemenblätter, wie Treviranus[1]) abgebildet hat, giebt es nicht an dem respiratorischen Netz; an dem nutritiven kommen sie hie und da, aber auch baumförmige Aeste vor. Die Täuschung in Hinsicht des respiratorischen Netzes ist leicht zu erklären, da der Beobachter durch die Querfältchen der Kiemenblätter, in welche die Zweige regelmässig zur Auflösung in das allgemeine (!) Netzwerk eintreten, veranlasst werden kann, injicirte Querfältchen für quere Gefässe zu halten.“ Auf einem Längsschnitte durch die Kiemenblätter sieht man allerdings die durchschnittenen Capillarnetze als quere Gefässe (Fig. 14, 16). Ferner sagt Joh. Müller, dass sich die Gefässe in den Pseudobranchien anders als in den wahren Kiemen und zwar federartig vertheilten. Hier hat er das Richtige gesehen, aber nicht die Flächen der Capillarnetze, sondern ihre Kanten. Die wahren Kiemen zeigen ganz dasselbe Bild. Wenn man ein Kiemenblatt vom äusseren Rande aus betrachtet, so erscheinen die Falten und mithin auch die Capillarnetze wie die Strahlen an der Spuhle einer Feder. — Fischer giebt eine Abbildung von den Capillaren in den Kiemen. Ich habe ähnliche Bilder gesehen, wenn ich Kiemenblätter von der Fläche aus betrachtete, deren Falten, durch einen Druck zur Seite gelegt, einander dachziegelartig bedeckten. Seine Capillaren bilden aber viel zu weite Maschen. Döllinger bildet die Umrisse des Gefässnetzes einer Falte ab.

---

1) NB. Ich habe diese Abbildung nicht gesehen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Er weiss, dass jede Falte ein eigenes, ebenes Gefässnetz besitzt, hat es aber nicht gesehen. Er fand bei seinen Injectionspräparaten die Falten (Hülsen) gleichmässig mit Masse ausgefüllt, sagt aber: „Es ist nach allem, was wir von der Gefässvertheilung im Thierreich wissen, wahrscheinlicher und aller Analogie angemessener, sich vorzustellen, dass jede in die Hülse führende Arterie ein zartes Adernetz zwischen den beiden Blättern der Schleimhaut bilde u. s. w.“ Hyrtl hat gefunden, dass jede Falte ein eigenes Capillarnetz besitzt; doch lässt seine Abbildung nicht erkennen, ob er eine richtige Vorstellung von der Form des Netzes gehabt habe.

Die Arterie des Capillarnetzes. — Die Kiemenblattarterie giebt für jede Hautfalte des Blattes auf beiden Seiten ein Gefäss unter meist rechtem Winkel ab. Mitunter besitzen aber mehrere solcher Gefässe, besonders bei dem Lachs und den Cyprinoiden, eine gemeinschaftliche dickere Wurzel; seltener beobachtete ich es bei dem Hecht und Barsch, nie bei dem Seepferdchen. Bei dem Lachs und den anderen Kammkiemern bemerkte ich an der Basis besonders der letzten Blätter am Bogen, dass ein stärkeres Gefäss von der Kiemenblattarterie sich abzweigte und dem Verlaufe dieser entgegengesetzt basalwärts zog. Es hat dies seinen Grund darin, dass die Arteria branchialis in grösserer oder geringerer Entfernung von der Basis des Kiemenblattes verläuft und dieses noch viele Falten näher der Basis trägt. Für diese Falten an der Basis des Blattes giebt jene rücklaufende Kiemenblattarterie stets einzelne Zweige ab. Hiermit stimmt Hyrtl's Beschreibung und Abbildung des Kiemenblattes von Acipenser Ruthenus überein. Die Kiemenfaltenarterien zertheilen sich erst, wenn sie in die Kiemenfalten eintreten; sie sind demnach so lang, als der glatte Theil des Kiemenblattes breit ist. Sehr kurz sind die aus der rücklaufenden Kiemenblattarterie entspringenden an der Basis der Kiemenblätter, ebenso die am freien Theile derselben, endlich alle in den Blättern der Pseudobranchien vom Barsch und in den Kiemenblättern des Seepferdchens. Sie anastomosiren in keiner Weise mit einander. Ein solch

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dichtes Gefässnetz, wie es Hyrtl zwischen diesen Gefässen im glatten Theile des Kiemenblattes bei Acipenser Ruthenus und Sturio und noch bei anderen Fischen gefunden und von Salmo Hucho abgebildet hat, habe ich nirgends bemerkt.

Das Capillarnetz. — Die Arterien der Hautfalten lösen sich, sobald sie in diese eintreten, in das Capillarnetz auf. Die Capillaren bestehen nur aus dem Endothelrohr und erscheinen auf dem Querschnitte einfach contourirt (Fig. 11, 12). Das ganze Netz ist mit seiner Kante den Bindegewebslamellen, welche die Kiemengräte und die Hauptkiemenblattadern überziehen, angeheftet; seine Maschen werden durch homogenes Bindegewebe ausgefüllt. Was die Art der Capillarzertheilung anlangt, so ist dieselbe durch das Wort „Netz" richtig bezeichnet. Alle Capillaren liegen in einer Fläche; nie habe ich in einer Falte zwei Capillaren über einander angetroffen. Nur in den Pseudobranchien sind die Netze wie die Falten gekrümmt. Die Capillaren zertheilen sich regellos. Nur dann und wann lassen sich mehrere, eine grössere Strecke neben einander hinlaufende unterscheiden. Immer oder fast immer wird das ganze Gefässnetz von zwei stärkeren Capillaren umflossen. Und diese sind es, die bei schlecht gelungenen Injectionen allein injicirt erscheinen. Vielleicht hat Joh. Müller dasselbe gesehen, es lässt sich dies wenigstens nach den Worten vermuthen: „Das arterielle Zweigelchen eines Federchens (d. h. Blattes) der Nebenkiemen giebt nach beiden Seiten so viel Seitenästchen ab, als Blättchen (d. h. Falten) vorhanden sind, diese bilden sehr regelmässige, starke Bogen auf den Blättchen."

Die Capillaren sind so fein, dass die Blutkörperchen nur einzeln und nur parallel ihrer Längsaxe dieselben passiren können. Bei Hippocampus haben vier Blutkörperchen, die diejenigen des Hechtes um die Hälfte an Grösse übertreffen, neben- und übereinander in den Capillaren Platz; also haben die Kiemencapillaren des Seepferdchens einen etwa neunmal so grossen Querschnitt als diejenigen des Hechtes.

Die Maschen des Capillarnetzes sind so eng, dass

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die Capillaren ebenso viel von der Fläche des Netzes einnehmen, als die Zwischensubstanz. Ich habe das Adernetz der Kiemen mit dem der menschlichen Lunge verglichen und gefunden, dass jenes weit feinmaschiger war. Auf einer Fläche von 0,01 qmm finden sich etwa 80 Maschen (Fig. 10).

Die Vene des Capillarnetzes. — Die Capillaren einer Falte vereinigen sich zu einer Vene, die dicht unter der Haut am äusseren Rande des Kiemenblattes verlaufend, sehr bald in die etwas tiefer gelegene Kiemenblattvene einmündet. Die Kiemenfaltenvenen communiciren in keiner Weise mit einander, zeigen auch keine Anschwellungen. Von dem, was Hyrtl bei Salmo Hucho gefunden hat, habe ich bei Salmo salar nichts entdecken können. Er sagt: „Bei Salmo Hucho finden sich kleine Bulben an den Gefässen, die das Blut aus den Fältchen zurückführen. Diese Bulben sind durch Anastomosen verbunden und erzeugen nebstdem Aestchen, welche ein Capillarnetz erzeugen, welches die Wurzeln der aus den Bulben zurückführenden Gefässe verdecken.“ Irrthümer sind bei der Betrachtung der Kiemenblätter unter schwacher Vergrösserung sehr leicht möglich; ein mit Berliner Blau injicirtes Kiemenblatt erscheint dem blossen Auge gleichmässig blau gefärbt.

c) Die Vene des Kiemenblattes. — Sie verläuft am äusseren Rande des Kiemenblattes, hat, wie die Arterie, in der Mitte desselben den grössten Querschnitt; kurz vor der Spitze nimmt dieser ab. Da, wo sie am Grunde des Blattes der Vena branchialis zubiegt und einen Winkel von 120° bildet, um die äussere Kante des Blattes zu überschreiten, sowie da, wo sie über die Rinne der von den beiden Gelenkohren der Kiemengräte gebildeten Rolle hinwegzieht, ist sie bei allen von mir untersuchten Fischen sehr eng. Sie erweitert sich erst kurz vor dem Eintritte in die Vena branch. (Fig. 13, 16, v). Bei dem Hecht und Barsch habe ich diese Stelle nie mit Blutkörperchen und bei Injectionspräparaten selten mit Injectionsmasse gefüllt gesehen, obgleich die vorhergehenden und nachfolgenden Partieen gefüllt waren. Die Ader hat hier offenbar ein

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

starkes Contractionsvermögen, durch welches der Inhalt derselben weitergetrieben wird. Dazu drückt die Kiemengräte, wenn sie sich nach aussen bewegt, auf das Gefäss und trägt mit zur Verengerung desselben bei.

Dass die Kiemengräte zu der Kiemenblattvene in Beziehung steht, sieht man sehr deutlich an den Blättern von Hippocampus. Der Knorpelstamm, welcher die Kiemengräten trägt, bildet an der Stelle, wo er die Biegung nach aussen macht, über welche die Kiemenblattvene geleitet wird, kurz vor der Einmündung derselben in die Vena branch. die Wandung derselben an der inneren Seite. Wenn sich hier die Kiemengräte nach aussen bewegt, wird die Kiemenblattvene durch den die Gräte tragenden Stamm zusammengedrückt und verschlossen (Fig. 28, II).

Mechanismus der Bewegung des Blutes durch das respiratorische Gefässsystem.

Bei der Injection kleiner Fische geschieht es oft, dass die Arteriae branchiales bei ihrem Ursprung aus der Aorta ascendens zerspringen. Der Grund hiervon liegt in dem Widerstande, welchen die Capillaren der Kiemenblätter dem Vordringen der Injectionsmasse entgegensetzen. Auch Hyrtl sagt, dass eine Injection der Kiemengefässe vom Bulbus arteriosus aus schwierig sei. Es ist unter solchen Umständen schwer zu begreifen, wie das schwache Herz der Fische im Stande sei, die Summe aller der Widerstände zu überwinden, welche in den vielen Capillarnetzen der Kiemenblätter der Bewegung des Blutes entgegentreten, und wie auch noch ein Rest von Kraft überbleibe, um das Blut nach dem Austritt aus den Kiemen in die Körperarterien, denen doch auch wieder Capillarnetze vorliegen, weiterzubewegen. Das Räthsel löst sich, wenn man sich überzeugt, dass sich nicht bloss am Anfange der Aorta descendens bulböse Anschwellungen entwickeln, deren Aufgabe es ist, das Blut in die Körpercapillaren zu treiben, sondern auch in den Kiemenblättern Einrichtungen existiren, welche geeignet sind, das Blut durch die Gefässe derselben zu bewegen, oder doch das Herz zu unterstützen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Bewegung des Blutes durch die Kiemenblätter hindurch geschieht durch die Bewegung der Kiemengräten. Vergegenwärtigen wir uns den Moment, in welchem dieselben durch die Musculi adductores nach innen bewegt worden sind! Sie drücken jetzt auf die Kiemenblattarterien und verschliessen diese. Sobald sich nun die Gräten nach aussen bewegen, werden die Gefässe geöffnet. Durch den Druck des Herzens wird Blut aus der Arteria branch. in die Kiemenblattarterie gepresst, oder diese saugt dasselbe aus jener ein. Nun ziehen die Musculi adductores die Gräten wieder an. Die Kiemenblattarterien werden wieder verengt. Das Blut wird in denselben nach der Spitze der Kiemenblätter und aus ihnen in die Capillarnetze der Hautfalten getrieben. Da die Kiemengräte bei dem Austritte der Kiemenblattarterie aus der Arteria branchialis deren Wandung bildet, so drückt sie, wenn sie nach innen gezogen ist, auch auf diese. Ein Zurückfliessen des Blutes ist somit nicht möglich. Durch den Druck der Kiemengräte auf die Kiemenblattarterie wird das Blut vielmehr nach der Spitze zu in den erweiterten Theil derselben getrieben. Das Gefäss wird durch den Druck ausgedehnt; sobald jener nachlässt, zieht es sich zusammen und trägt zur Weiterbewegung des Blutes bei. Der Bulbus in der Kiemenblattarterie des Lachses und der Cyprinoiden ist wegen seiner dicken Wandung geeignet das Blut in die Falten am freien Theile der Kiemenblätter zu treiben, während der Kiemengräte die Aufgabe zufällt, das Blut durch die Falten an der basalen Hälfte des Kiemenblattes und in den Bulbus der Kiemenblattarterie zu pressen. Den Communicationen der Bulbi bei den Cyprinoiden dürfte eine compensatorische Bedeutung zuzuschreiben sein.

Das Blut wird durch die Kiemenblattarterie also in der Weise bewegt, dass es aus der vom Herzen aus gefüllten Kiemenarterie gesaugt und in die Kiemencapillaren gedrückt wird. Man könnte deshalb die diesbezüglichen Einrichtungen in den Kiemenblättern mit einer Saug- und Druckpumpe vergleichen.

Wenn die Kiemengräten sich nach aussen bewegen, drücken ihre Gelenkköpfe auf die Kiemenblattvenen. Da-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

durch werden diese an den Stellen, wo sie ohnedies nur einen geringen Querschnitt besitzen, noch mehr zusammengedrückt. Bei Hippocampus wird die Kiemenblattvene durch die Drehung des Knorpelstammes, welcher zur Bildung ihrer Wandung beiträgt, verschlossen. Bei allen diesen Fischen kann also, wenn die Kiemengräte sich nach aussen bewegt und den Eintritt von Blut aus der Kiemenarterie in die Kiemenblattarterie gestattet, kein Blut aus der Kiemenvene in die Kiemenblattvene und aus dieser in die Kiemencapillaren zurücktreten.

Der etwas weniger vortheilhafte Mechanismus an der Kiemenblattarterie bei Hippocampus ist in Beziehung zu bringen mit der geringen Zahl der Kiemenfalten und der Weite der Kiemengefässe. Der bessere Verschluss an der Kiemenblattvene verhindert aber sicherer den Rücktritt des Blutes in die weiteren Kiemencapillaren.

2. Das nutritive Gefässsystem.

Ausser den respiratorischen Gefässen enthalten die Kiemenblätter noch andere, mehr im Inneren gelegene. Schon Monro[1]) hat sowohl aus dem dorsalen, als auch aus dem ventralen Ende der Kiemenbogen ausser der Arteria und Vena branchialis Gefässe hervorgehen sehen, welche er für Lymphgefässe hält. Nach Fohmann[2]) tritt ein Lymphgefäss am dorsalen Ende des Bogens in diesen ein und giebt jedem Kiemenblättchen ein Aestchen ab. Das rückführende Aestchen mündet in einen Lymphstamm, welcher den Bogen am ventralen Ende verlässt und sich mit der Kehlvene vereinigt. Joh. Müller hält diese Gefässe für Venen und nach ihm leiten sie Blut sowohl dorsal-, als ventralwärts ab. Treviranus[3]) hält

---

1) Alex. Monro, „Vergleichung des Baues und der Physiologie der Fische mit dem Bau des Menschen und der übrigen Thiere," übersetzt von J. G. Schneider. 1787.

2) „Das Saugadersystem der Wirbelthiere." 1. Heft. 1827.

3) Ich habe diese Mittheilung aus Joh. Müller's Arbeit entlehnt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die Kiemengräte für hohl, und in ihrem Canale soll ein Lymphgefäss liegen. Er hat vielleicht den centralen Zellenstrang der Kiemengräte, welcher das Licht besser durchlässt, als das übrige Gewebe, für einen hohlen Raum gehalten. Diese Lymphgefässe sollen auf jeder Seite des Bogens in einen dorsalwärts führenden Stamm münden. Nach Joh. Müller giebt es am Kiemenblatte keine lymphatischen Gefässe. Er kommt zu dem Schlusse, dass die von andern Forschern für Lymphgefässe gehaltenen Gefässe Venen seien, dadurch, dass sie ihm, als er die Aorta ascendens durchschnitt, und infolgedessen die Capillaren des respiratorischen Gefässsystems sich entleerten, roth erschienen. Nach Joh. Müller's Beobachtungen wird das Blut aus dem nutritiven Gefässnetz, welches in der Tiefe der Kiemenblätter weite Maschen bildet, durch ein Gefäss abgeleitet, welches sich am äusseren Rande des Kiemenblattes bei dem viel stärkeren Aste der Kiemenblattvene meist doppelt findet, so dass zwei feinere Venen zu den Seiten der Kiemenblattvene liegen. Sie sammeln sich mit anderen Venen des Kiemenbogens zu den Gefässen, welche den Kiemenbogen sowohl am oberen, als auch am unteren Ende verlassen und in die Jugularvenen einmünden. Die Arterien zu diesen Venen kommen für den Bogen aus der Vena branchialis oder aus der Aorta descendens. Von der Vena branchialis aus sollen die Muskeln der Kiemenblätter, diese selbst aber von den Kiemenblattvenen ernährt werden. In Bezug auf die Ernährung der Kiemenblätter hat sich Joh. Müller geirrt.

Ich habe in Rücksicht dieser Gefässe nur die Kiemenblätter vom Hecht untersucht.

Die vielen Maschenräume in dem centralen Bindegewebe der Kiemenblätter können als Lymphräume angesehen werden, man trifft in denselben viele Lymph-, aber auch Blutzellen an. Es ist klar, dass durch den hohen Druck, unter dem das Blut in den Respirationscapillaren steht, viele Blutflüssigkeit, Lymphzellen und wohl auch Blutkörperchen aus den Capillaren austreten. Diese ausgetretenen Massen sammeln sich in den Bindegewebsmaschen, von welchen aus sie durch Gefässe nach der Basis geleitet

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

werden. Hier verlaufen zwischen der Arteria branchialis und dem die gegenüberliegenden Kiemengräten verbindenden Bande zwei, auch drei starke Gefässe, welche vielfach mit einander communiciren, ihrer Wandung nach den Charakter von Lymphgefässen, ihrem Inhalte nach aber den von Blutadern an sich tragen. Diese Gefässe nehmen nun auch die Venen des nutritiven Gefässsystems auf.

Die Arterien zur Ernährung des Kiemenbogens entstehen sowohl aus der Arteria, als auch der Vena branchialis, die zur Ernährung des Kiemenblattes nur aus der Arteria branch. Nie habe ich nutritive Gefässe aus der Kiemenblattvene hervorgehen sehen, was von Joh. Müller behauptet wird. Die Täuschung ist dadurch erklärlich, dass die nutritiven Gefässe an manchen Stellen der Kiemenblattvene sehr dicht anliegen.

Die Arterien des nutritiven Gefässsystems vertheilen sich nun meistens in folgender Weise: Die Arteria branchialis giebt an der der Basis des Blattes zugewendeten Fläche jederseits von Zeit zu Zeit ein stärkeres Gefäss ab. Diese Gefässe zertheilen sich vielfach und ernähren die an der Basis des Blattes gelegenen Bindegewebsmassen. Ein Ast derselben biegt um die Arteria branchialis und läuft dann an der von der Basis des Blattes abgewendeten Seite dieser hin. Dieses Gefäss ist das eigentliche Ernährungsgefäss beider Kiemenblattreihen. Nachdem es an vier oder fünf Blattpaare Zweige abgegeben hat, verschwindet es; es ist schon vorher durch ein anderes, ebenso entstandenes Gefäss unterstützt worden und wird schliesslich durch dieses ersetzt. Diese Gefässe geben abwechselnd jedem Blatte der beiden Reihen ein Gefäss ab. Aus diesem entsteht bald ein Zweig für den Musculus adductor des Kiemenblattes (Fig. 5). Dieser Muskel wird jedoch, besonders in seinen basalen Partieen, noch von anderen, auch aus Zweigen der Arteria branch. hervorgehenden Gefässen ernährt. In Bezug hierauf stimmen meine Beobachtungen mit denen Joh. Müller's überein. Nach der Abgabe des Gefässes für den Muskel theilt sich obiges Gefäss in zwei Arme, welche, die Kiemengräte umfassend, über diese hinweg nach dem äusseren Rande des Kiemenblattes fast bis

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zur Kiemenblattvene ziehen. Hier beschreiben sie einen Bogen und ziehen nun letzterer parallel bis zur Spitze des Kiemenblattes. Da, wo diese Gefässe den Bogen bilden, geben sie einen Zweig ab, welcher basalwärts zu dem am äusseren Rande des Kiemenblattes gelegenen Bindegewebe und zu dem Musculus abductor zieht. Bei dem Ueberschreiten der Kiemengräte entspringt aus demselben Gefässe ein sehr zarter Zweig, welcher sich auf der Fläche der Kiemengräte verbreitet. Die beiden bogenförmigen Gefässe hat Joh. Müller gesehen, aber für Venen gehalten.

Von den Venen des nutritiven Gefässsystems verläuft eine sehr starke zwischen den beiden zuletzt erwähnten Arterien in der Nähe der Kiemenblattvene. Sie ist doppelt so stark als die Arterien, wechselt häufig mit diesen die Lage, doch so, dass mehr die Arterien ihre Lage verändern. An der Basis des Blattes mündet sie in die anfangs erwähnten Längsgefässe.

Die Capillaren des nutritiven Gefässsystems bilden sehr weite Maschen.

Grösse der Kiemenfläche.

Da die Zahl der Kiemenblätter mit dem Alter des Fisches wenigstens später nicht wesentlich zunimmt, so wird die durch die Massenzunahme des Fisches verlangte, entsprechende Vergrösserung der Respirationsfläche dadurch erreicht, dass die Kiemenblätter in einem grösseren Masse in die Länge wachsen, als der Fisch, und dass die Kiemenblätter, welche nicht am Knochenbogen, sondern vor und hinter demselben sitzen, bei kleinen Fischen viel feiner, bei grossen aber eben so dick und breit sind, als die am Bogen. Bei einem 650 g schweren Hechte zählte ich an dem unteren Schenkel des äussersten Kiemenbogens, der eine Länge von 60 mm besass, 120 Blattpaare, bei einem grösseren Hechte, dessen entsprechendes Stück 125 mm lang war, 130 Paare. Die Kiemenblätter waren also doppelt so dick. Die vor dem Bogen sitzenden 50 Blattpaare nahmen bei dem kleineren Fische eine Linie von 10 mm, bei dem grösseren von 40 mm ein. Diese

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Blätter waren also viermal so dick. Die längsten Blätter waren bei dem kleineren Fische 10 mm, bei dem grösseren 25 mm lang. Aber selbst, wenn wir uns denken, dass die Kiemenblätter in demselben Maasse an Dicke, Breite und Länge zunehmen, wie der Fisch, wird die Respirationsfläche nicht um das Vierfache, sondern um das Achtfache wachsen. Denn ein doppelt dickes und breites Kiemenblatt hat Falten von der vierfachen Grösse und auf einem doppelt so langen Kiemenblatte können doppelt so viele Falten sitzen. Wenn ein Fisch noch einmal so lang wächst, vergrössert sich (gleichmässige Zunahme der Dicke und Höhe vorausgesetzt) seine Masse um das Achtfache. Dem entsprechend nimmt auch die Respirationsfläche um das Achtfache zu. Die Respirationsfläche obigen grossen Hechtes muss also mehr als achtmal so gross gewesen sein, als die des kleineren. Dies stimmt gut mit der Gefrässigkeit grosser Hechte zusammen.

Ich habe nun die Fläche des kleineren 650 g schweren Hechtes berechnet. Nach einer genauen Zählung fanden sich auf einer Seite an den unteren und an der Hälfte der oberen Bogen, wo die Blätter 10 mm lang waren, 486 (rund 500) Blattpaare, auf beiden Seiten also etwa 2000 Blätter. Diese repräsentiren, der Länge nach an einandergereiht, eine Linie von 20,000 mm. Vor den unteren Bogen und an der hinteren Hälfte der oberen Bogen zählte ich auf einer Seite 285 (rund 300) Paare, demnach auf beiden Seiten 1200 Blätter. Nehmen wir für diese, welche von 10 mm Länge abnehmen bis auf 0, eine mittlere Länge von 5 mm an, so ergeben sie, in gleicher Weise an einander gereiht, eine Linie von 6000 mm. Alle Blätter tragen auf einem 1 mm langen Stück jederseits 15 Falten. Demnach haben die ersteren Blätter 600,000, die letzteren 180,000 Falten. Die Kiemenfalten haben etwa die Form eines Halbkreises. Der Radius dieses Halbkreises beträgt bei den ersteren Kiemenblättern 0,2 mm, die Fläche desselben also 0,0628 qmm. Die beiden Flächen einer Hautfalte sind sonach 0,1256 qmm gross. Nehmen wir für die Falten der kürzeren, dabei dünneren und schmaleren Blät-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ter einen durchschnittlichen Radius von 0,1 mm an, so sind die beiden Flächen einer solchen Falte 0,0314 qmm gross. Dies mit der Zahl der Falten multiplicirt ergiebt für die grösseren Kiemenblätter eine Fläche von 75360 qmm, für die kleineren von 5652 qmm. Die gesammte Kiemenrespirationsfläche beträgt demnach 81012 qmm, d. i. ein Quadrat mit etwa 284 mm langen Seiten. Diese Fläche ist im Vergleiche zu der Lungenfläche der Kaltblüter sehr gross, muss es aber auch sein, da sie die Aufgabe hat, den Sauerstoff aus einem Medium aufzunehmen, in welchem er nur in geringer Menge vorhanden ist. Auf ein Gramm Körpergewicht fällt 125 qmm Kiemenfaltenfläche.

Bei dieser Berechnung ist der glatte Theil der Kiemenblatthaut nicht berücksichtigt worden. Da auch unter der glatten Haut schon ziemlich feine Blutgefässe verlaufen und dieselbe, mit der Körperhaut des Frosches, welche doch auch der Athmung dient, verglichen, sehr dünn ist, so muss auch diese als Respirationshaut betrachtet werden. Ebenso dürfen wir vermuthen, dass die Innenhaut des Kiemendeckels, unter welcher viele Blutgefässe sich verzweigen, wie die mit sehr dichten, wedelförmigen Blutgefässwundernetzen ausgestattete Schwimmblase des Hechtes der Respiration diene, so dass also die Respirationshaut in Wirklichkeit eine weit grössere Fläche darstellte.

Ein grosses Kiemenblatt des 650 g schweren Hechtes ist an der Basis 1 mm breit. Nehmen wir für dieses eine mittlere Breite von 0,5 mm, für ein kleines eine mittlere Breite von 0,25 mm an, so bilden die Kiemenblätter dieses Fisches, mit ihren Kanten zu einem Quadrat zusammengelegt, ein solches von 11500 qmm oder mit 107 mm Seitenlänge. Die beiden Seitenflächen aller Blätter betragen 23000 qmm (= 1 Quadrat mit 153 mm langen Seiten). Nehmen wir an, dass von den Falten eines Kiemenblattes die Hälfte der Fläche desselben besetzt sei, so müssen wir, um die Gesammtfläche der Kiemenblätter zu erhalten, die Hälfte des zuletzt gefundenen Werthes zu der oben angegebenen Faltenfläche addiren (81012 + 11500 = 92512). Vergleichen wir nun die Zahlen, so ersehen wir, dass durch

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die Faltelung der Kiemenblätter unseres Hechtes die Fläche derselben um das Vierfache vergrössert wird:

(92512 : 23000 = 4,02).

Stellen wir noch einmal die beiden Hechte nebeneinander! Hätten beide eine gleiche Anzahl ungefaltelter Kiemenblätter, so würde der doppelt so grosse Hecht mit doppelt so langen und breiten Kiemenblättern nur eine viermal so grosse Kiemenfläche besitzen, als der kleine. Die für ihn nothwendige achtfache Fläche könnte dadurch erreicht werden, dass die Zahl seiner Blätter sich verdoppelte. Wie wir oben sahen, wächst die Fläche der gefaltelten Kiemenblätter bei Vergrösserung des Fisches auf die doppelte Länge auf das Achtfache; daraus erhellt, dass in der Faltelung der Haut ein Mittel gegeben ist, bei dem Wachsthum eines Fisches die Kiemenfläche in gleichem Verhältnisse wie die Masse zu vergrössern. Das vergrössernde Moment liegt darin, dass mit der Längenzunahme der Kiemenblätter die Zahl der Falten wächst.

Monro berechnet die Kiemenfläche eines „sehr grossen" Rochen, dessen Grösse aber nicht angegeben ist, auf 15 Qu.-Fuss, Lereboullet die eines Petromyzon marinus von einer Länge von 71 cm und einem Umfang von 11,4 cm auf 2 qm 217600 qmm. Er vergleicht diese Fläche mit der Oberfläche des Fisches und findet, dass jene $27^1/_2$mal so gross ist, als diese. Wie Lereboullet aus den angegebenen Grössen die Oberfläche des Fisches ermittelt hat, in derselben Weise habe ich den Körperinhalt seines Fisches auf 730 ccm berechnet. Es fällt dann auf 1 ccm Masse eine Kiemenfläche von 3038 qmm. Diese Berechnung stimmt mit meiner über die Kiemenfläche des Hechtes angestellten nicht im mindesten überein. Die hohe Zahl resultirt in der Berechnung von Lereboullet daraus, dass er die Grösse der Falten sehr hoch angiebt. Er zählt nur 369600 Falten, jede 3 qmm gross. Ich wiederhole meine Zahlen: 600,000 Falten, jede 0,0628 qmm, und 180,000 Falten, jede 0,0157 qmm gross.

Um den Werth der Kiemenrespiration beurtheilen zu können, müssten übrigens weit mehr Berechnungen ausgeführt werden; es müsste auch die Schnelligkeit des Ath-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mens und der Blutbewegung, die Menge und Grösse der Blutkörperchen, der Gasgehalt des Wassers in Rücksicht gezogen werden. Sodann wäre zu vergleichen die Kiemenfläche junger und alter Fische derselben Art, sowie verschiedener Fische, wie auch deren Lebensweise, endlich die Kiemenrespiration mit der Lungenrespiration. Ein oberflächlicher Vergleich der Kiemen des Hechtes und eines Weissfisches lehrt, dass jener Raubfisch eine bedeutend grössere Respirationsfläche besitzt.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVI.

Fig. 1—8. Querschnitte durch einige Paare von Kiemenblättern eines Hechtes von 500 g Gewicht, 35mal vergr., in verschiedenen Entfernungen von der Basis. Fig. 1—4 alle Blätter noch verwachsen, 5 u. 6 die Blätter derselben Reihe frei, 7 u. 8 alle Blätter frei.

Fig. 9. Durchschnitt durch den Kopf der Kiemengräte, wie in Fig. 2, 140mal vergr.

Fig. 10. Durchschnitt durch den freien Theil eines Kiemenblattes wie Fig. 8, 175mal vergr.

Die Bezeichnung ist in allen Figuren gleich.

Kn Knochen des Kiemenbogens.
Kg Kiemengräte.
Bg Bindegewebe.
eB elastisches Band zwischen den gegenüberliegenden,
Zb Band zwischen den nebeneinanderliegenden Blättern.
Gb Band, welches die Kiemenblattarterien verbindet, und ihre Wandung bildet.
E Haut durchschnitten.
E' Haut der Falten, von der Fläche aus gesehen.
m add Musculus adductor,
m abd Musculus abductor des Kiemenblattes.
a br Kiemenarterie.
v br Kiemenvene.
a l br Kiemenblattarterie.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

v lbr Kiemenblattvene.
a pl Arterie der Kiemenblattfalten.
v pl Vene der Kiemenblattfalten.
C Capillarnetz, in Fig. 5—8 nur angedeutet und umgrenzt, in Fig. 10 theilweise ausgeführt. Das Weissgelassene stellt die Capillaren dar. Links ist in der Mitte das Capillarnetz, innen und aussen das Epithel einer etwas gekrümmten Falte gezeichnet.
v nl Ernährende, lymphatische Gefässe.
a n Ernährende Arterie.
v n Ernährende Vene.

Tafel XVII.

Fig. 11 u. 12. Längsschnitte durch ein Kiemenblatt, parallel der Richtung des Kiemenbogens. Die Falten und Capillarnetze quer, die Kiemengräte (Kg) längs durchschnitten. 350mal vergrössert.

Fig. 13—16. Längsschnitte durch Kiemenblätter, rechtwinklig auf der Richtung des Kiemenbogens, 30mal vergr.
Bezeichnung wie vorher.

Fig. 13. Vom Hecht, durch die Mittellinie eines Blattes, daher keine Falten sichtbar.

Fig. 14. Vom Barsch, durch die Seite geschnitten, daher zwei Blätter mit ihren Falten sichtbar. C die durchschnittenen Capillarnetze.

Fig. 15. Pseudobranchienblatt vom Barsch. M Muskulatur des Kiemendeckels. C die vielfach gekrümmten, durchschnittenen Falten und Capillarnetze.

Fig. 16. Von Leuciscus rutilus. Das linke Blatt durch die Mitte, das rechte durch die Seite getroffen.

Fig. 17—21. Längsschnitte durch Kiemenblätter parallel der Richtung des Kiemenbogens.

Fig. 17. Vom Hecht, 30mal vergr. C quer durchschnittene Capillarnetze in den Hautfalten.

Fig. 18. Pseudobranchie vom Barsch. 40mal vergr. Bei III nur die quer durchschnittenen Capillarnetze eines Blattes, bei II die verschlungenen zweier Blätter, bei I auch das querdurchschnittene Epithel der Hautfalten eines Blattes gezeichnet.

Fig. 19. Wie Fig. 18, II. Die starken Linien die quer durchschnittenen Capillarnetze. 80mal vergr.

Fig. 20. Zwei Blätter von Leuciscus rutilus. Das Epithel der Hautfalten ist nicht gezeichnet.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 21. Längsschnitt durch drei Kiemenblattarterien von Leuciscus rut., um deren bulböse Anschwellungen mit ihren Communicationen zu zeigen, was in

Fig. 21 b im Querschnitt, etwas schief liegend, gezeigt wird.

Tafel XVIII.

Fig. 22. Querschnitt durch Kiemenblätter vom Barsch, 80mal vergrössert. Man sieht die zusammengedrückte Kiemenblattarterie.

Fig. 23—30. Kiemen vom Seepferdchen.

Fig. 23. Kopf nat. Gr. Kiemendeckel abgenommen.

Fig. 24. Kiemenapparat, aus dem Kopfe herausgenommen, 2mal vergrössert.

Fig. 25. Ein Paar Kiemenblätter an dem quer durchschnittenen Kiemenbogen sitzend, 20mal vergr.

Fig. 26. Drei Paar Blätter (bei I ist ein Blatt abgeschnitten) am Bogen Kb.

Fig. 27. Zwei Kiemenbogenknochen, rechts mit den die Kiemengräten tragenden Knorpelstämmen. 25mal vergr.

Fig. 28. Längsschnitt durch ein Kiemenblatt, quer durch den Kiemenbogen, 40mal vergr.

Fig. 29. Längsschnitt durch drei Blätter, nicht genau parallel der Richtung des Bogens, so dass Blatt I in der Nähe des Aussenrandes, Blatt II durch die Mitte, Blatt III in der Nähe des Innenrandes durchschnitten ist. Man sieht beide Knorpelstämme, aber nur den einen mit Kiemengräten. 50mal vergrössert.

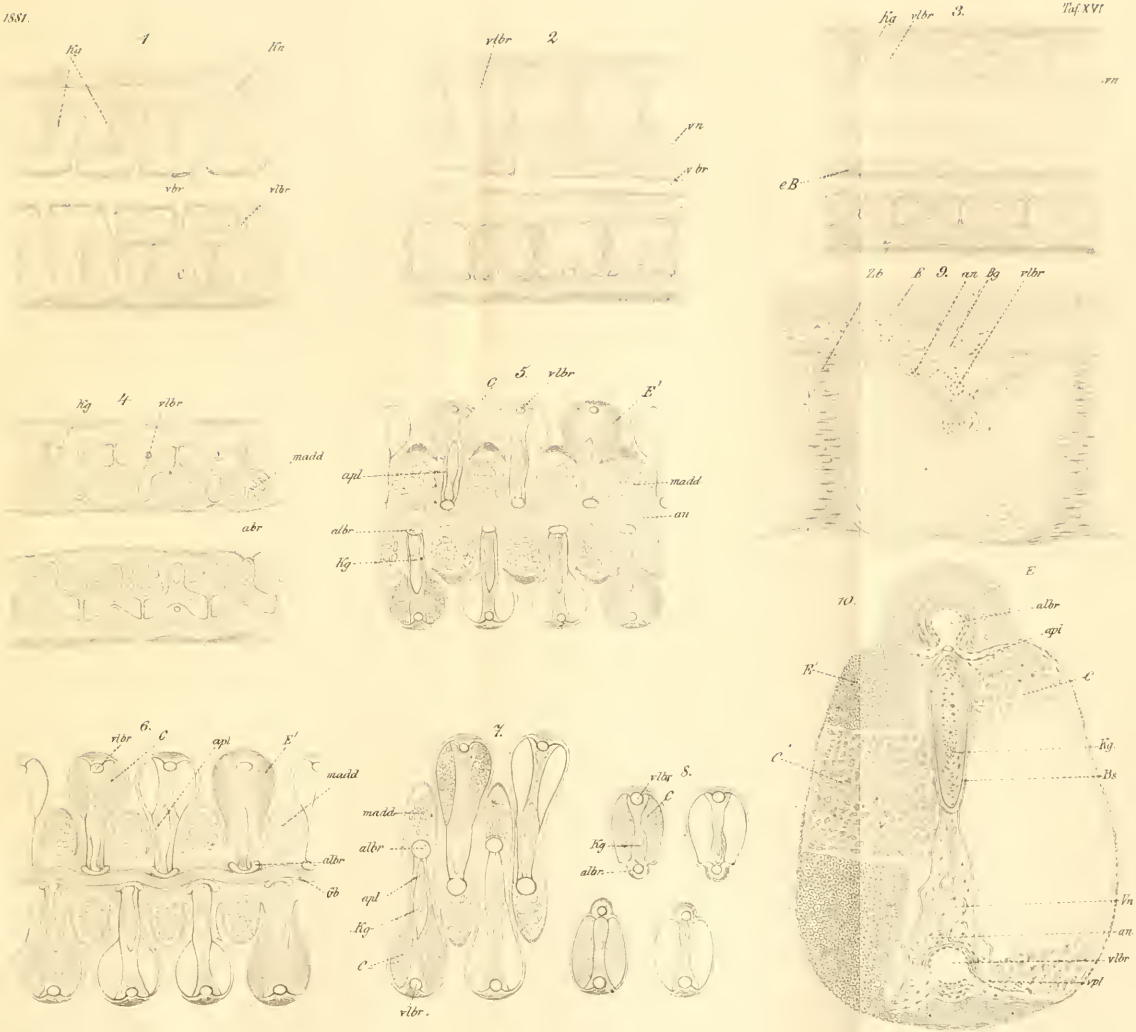
Fig. 30. Querschnitt durch ein Kiemenblatt, parallel einer Hautfalte, um die Grösse derselben zu zeigen. Das Capillarnetz ist nur umgrenzt. 60mal vergr.

Fig. 31. Kiemengräten zweier gegenüberliegender Blätter vom Lachs und

Fig. 32. vom Hecht, die verschiedene Richtung der Gelenkohren zeigend.

Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi in Bonn.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

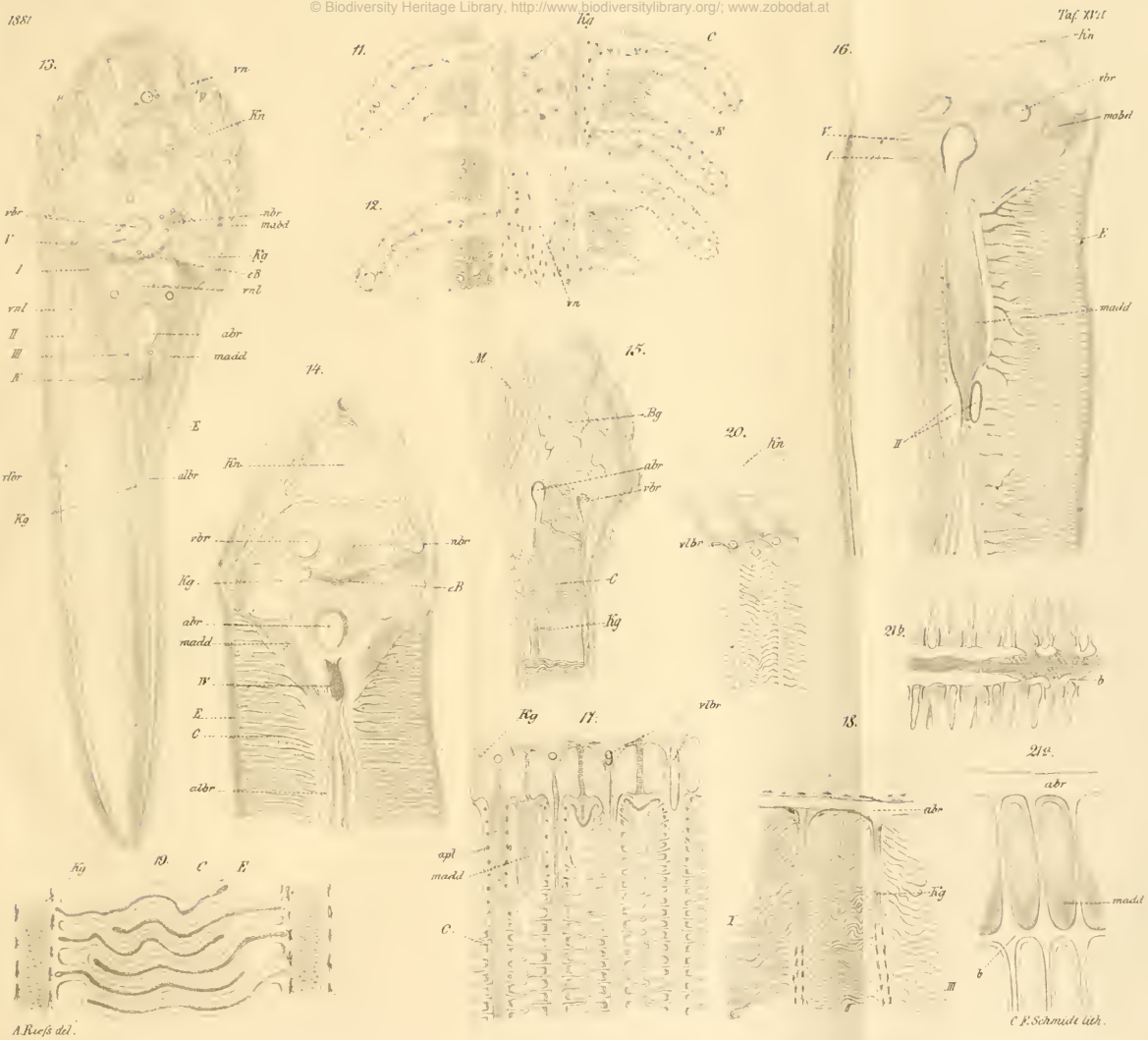


A. Ruess del.

C. F. Schmedt lith.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



A. Rueß del.

C. F. Schmidt lith.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

A. Rieß del.

C. F. Schmidt lith.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv für Naturgeschichte

Jahr/Year: 1881

Band/Volume: 47-1

Autor(en)/Author(s): Riess J. Albin

Artikel/Article: Der Bau der Kiemenblätter bei den Knochenfischen. 518-550