

Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Bern

Band: - (1912)

Artikel: Über das Haftorgang von Gobius fluviatilis

Autor: Reicher, Eleonora

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-319234>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Eleonora Reicher.

Über das Haftorgan von *Gobius fluviatilis*.

Haft- und Saugapparate finden wir bei Fischen, speziell bei Teleostiern in grosser Verbreitung und zwar in den verschiedensten Familien, so z. B. unter den Gobiidae: bei *Gobius*, *Periophthalmus* und *Boleophthalmus*, bei den *Scleroparei*, den *Cyclopterus*, bei den *Jugulares Lepadogaster*. An der Erzeugung dieser Haftapparate können sich verschiedene Teile des Körpers beteiligen. Vorwiegend sind es aber bei Teleostiern paarige und unpaarige Flossen, welche sich zu einem solchen Organe umgestalten. So ist es bei *Echeneis remora* (*Discocephali*) die vordere Rückenflosse, welche sich in eine Saugscheibe verwandelt, bei *Lepadogaster* vereinigen sich zu demselben Zweck die Brust- und Bauchflossen. Am häufigsten aber, so bei den Gobiidae, bei *Cyclopterus*, entsteht die Saugscheibe durch Verschmelzung der Bauchflossen in der Medianlinie, wobei dieselben zu gleicher Zeit ihre Lage zwischen den Brustflossen einnehmen.

Es muss nun von Interesse sein, zu verfolgen, in welcher Weise die paarigen Flossen sich in ein unpaares Organ verwandeln und in welcher Weise dieses als Saugscheibe wirken kann.

Einstweilen, da das embryonale Material noch fehlt, konnte dasselbe nur auf phylogenetischem Wege verfolgt werden.

Die Idee, dieses Ziel zu verfolgen, ist nicht neu. Abgesehen von den klassischen Werken von Cuvier, Günther u. a. sind speziell die Haftflossen von *Cyclopterus lumpus* untersucht worden von Rathke (3). Diejenigen von *Lepadogaster* hat Guitel in seinen vorzüglichen Arbeiten ausführlich beschrieben (6). Die Bauchflossen von *Gobius* untersuchte Fiebiger (8).

Hier wurde als Untersuchungsobjekt der kleine, Süßwasser bewohnende *Gobius fluviatilis* benutzt, der ein häufiger und attraktiver Bewohner der Seen am Südfuss der Alpen ist. Zugleich wurde ein anderer Gobiide, der überall an der Küste der tropischen Meere verbreitete *Periophthalmus*, untersucht, bei dem die paarigen

Bauchflossen sich erst im ersten Stadium einer Verwachsung befinden, die dann bei *Boleophthalmus* und *Gobius fluviatilis* vollkommen geworden ist.

Es musste sich so, gewissermassen phylogenetisch, die allmähliche Umbildung der Bauchflossen von *Periophthalmus* zu *Boleophthalmus* und schliesslich zu der vollendeten Saugscheibe bei *Gobius fluviatilis* verfolgen lassen.

Zum Vergleich mit den oben erwähnten Gattungen wurden andere Fischarten mit konkreszenten Bauchflossen zugezogen und zwar die von Fiebiger und Guitel genau untersuchten Gobiidae des Meeres, sowie *Lepadogaster Gouanii* und *Cyclopterus lumpus*.

Um die Veränderungen, welche die Bauchflossen infolge ihrer Konkreszenz erleiden, und zwar Veränderungen nicht nur des Skelettes, aber auch der Muskulatur, genauer beachten zu können, werde ich zuerst die einfach gebaute Bauchflosse von *Perca fluviatilis* zu beschreiben versuchen.

Wie bekannt, setzen sich die Gliedmassen der Fische, wie auch aller Wirbeltiere als kleine flossenartige Auswüchse zu beiden Seiten des Körpers an. In diese Auswüchse wachsen von den Ursegmenten aus Muskelknospen hinein, die sich in eine dorsale und ventrale Hälfte teilen. Die dorsale Hälfte entspricht der Streck-, die ventrale der Beugemuskulatur.

Die Bauchflosse von *Perca fluviatilis* setzt sich etwas hinter der Brustflosse an. Das Skelett dieser Bauchflosse besteht aus einem Basale, das mit Fortsätzen versehen ist und kranialwärts mit dem Cleithrum artikuliert. Distal setzen sich an den Knochen die Flossenstrahlen an, von denen 5 knorpelig, der Randstrahl aber als Dornstrahl ausgebildet ist. Die Knorpelstrahlen sind Doppelstrahlen. In der Mitte des Körpers vereinigen sich die beiden Basalia und senden je einen Fortsatz nach vorn und hinten zwischen die beiden Flossen.

Was die Muskeln der Bauchflosse von *Perca* anbetrifft, so findet man dorsal und ventral von dem Skelett je zwei Muskelschichten: auf der Unterseite die Flexoren, auf der Oberseite die Extensoren. Die Muskeln jeder dieser Schichten teilen sich in so viele Bündel, als Strahlen vorhanden sind (Cuvier).

Diese durchsichtigen morphologischen Verhältnisse der Flosse bei *Perca fluviatilis* erleiden bei den Fischarten mit kon-

kreszenten Bauchflossen beträchtliche Differenzierungen und Veränderungen, welche den veränderten Funktionen dieser Organe entsprechen.

Was die physiologische Funktion der Flosse von *Perca* anbetrifft, so ist sie ein ruderartiges Organ. Sie kann nach oben und unten und nach vorn und hinten bewegt werden. Die Strahlen werden auseinander gespreizt und wieder einander genähert. Die Flosse erfüllt die Funktion eines Ruders, indem sie den Körper des Fisches in dem Wasser stützend hält und durch verschiedene Stellung beim Schwimmen die Steuerung besorgt.

Anders ist es bei konkreszenten Bauchflossen, die als Haftorgane fungieren. Man kann hier zweierlei Arten unterscheiden. Bei der einen, wie bei *Gob. fluv.*, *Periophthalmus* und *Boleophthalmus*, sind die Flossenstrahlen selbst zu einem Haftorgan ausgebildet. Bei den andern, wie *Lepadogaster* und *Cyclopterus*, beteiligt sich ausser den Strahlen die gesamte Bauchflosse nebst Teilen des Schultergürtels am Aufbau des Haftorgans, bei *Gastromyzon* endlich sind daran Brust- und Bauchflosse nebst der Bauchhaut beteiligt.

Physikalisch lässt sich die Funktion der Haftflosse folgendermassen erklären: wenn der Fisch sich anheften will, legt er sich mit der abgeflachten Flosse dicht an die Unterlage. Sodann werden die Strahlen von der Haftfläche abgehoben in ihren proximalen und mittleren Partien, indessen die Ränder anhaften. Auf diese Weise wird in der flachen Flosse ein kuppelartiger Raum geschaffen, mit verdünntem Luftinhalt. Der Druck in der Flossenkuppel ist somit niedriger als der Druck des umgebenden Wassers, der die Flosse an die Unterlage anpresst. Dieser Mechanismus entspricht ungefähr allen Haftflossen. Es sei nur erwähnt, dass manche Haftscheiben, wie z. B. die hintere Haftscheibe von *Lepadogaster*, von sich selbst auch an getöteten Tieren an der Unterlage haften bleiben, ähnlich wie aufgezogenes Leimpapier. Dieser Umstand ist starker Sekretion der in der Flosse befindlichen Schleimdrüsen zu verdanken.

Die oben erwähnten Fischarten gehören den Malacoptyergiern und den Acanthopterygiern an. Es hat Linnaeus von allen Acanthopterygiern mit vorwärts gerückten Bauchflossen diejenigen Gattungen abgetrennt, deren Flossen vorne gerückt und konkres-

zent sind. Er hat alle diese Gattungen in der Gattung *Gobius* vereinigt.

Cuvier und Valenciennes behalten die Einteilung von Linnaeus, gehen aber weiter, indem sie von den Gobiidae als selbständige Gattungen *Periophthalmus* und *Boleophthalmus* abtrennen.

Günther in seinem Catalogue of fishes gibt den hier bearbeiteten Gattungen folgende systematische Stellung.

Acanthopterygier: I. Gobiiformes:

- a. Discoboli — *Cyclopterus*, *Liparis*.
- b. Gobiidae — *Gobius*, *Periophthalmus*.
Boleophthalmus.

II. Gobie sociformes — *Lepadogaster*.

Endlich Boulanger in der Cambridge Natural history (vol. 7) teilt sie folgendermassen ein:

Acanthopterygier: 1. Gobiiformes, Gobiidae, Sicyases.
2. Discocephali: *Echeneis remora*.
3. Scleroparei: *Cyclopteridae*.
4. Jugulares: *Gobiesocidae*, *Lepadogaster*,

Ich gebe zuerst die Beschreibung der Fischarten, bei welchen Bauchflossen und Strahlen zum Haftorgan ausgebildet sind, also *Cyclopterus* und *Lepadogaster*. Im zweiten Teil werden *Gobius fluviatilis*, *Periophthalmus* und *Boleophthalmus* beschrieben werden, deren Haftorgan nur aus Flossenstrahlen gebildet ist.

Die Flosse von *Cyclopterus lumpus* ist als ein rundlicher Haftapparat ausgebildet, der sich am vorderen Ende des Körpers befindet.

Die Mitte der Flosse wird von einem knorpeligen Skelett eingenommen. Es sind je 6 Flossenstrahlen vorhanden, die durch eine Membran vereinigt sind. Diese Membran umgibt das Zentrum der Flosse und fungiert wahrscheinlich wie ein Velum, das die Aufgabe hat, die Haftfläche der Flosse zu vergrössern und auf diese Weise eine vollkommenere Haftung zu stande zu bringen.

Lepadogaster.

Die zweite Gattung, bei der die Bauchflossen als Saugapparat fungieren, ist *Lepadogaster*. Man kann in seinem Haftapparat zwei Saugnäpfe unterscheiden, einen vorderen und einen

hinteren. Dieser Apparat ist nicht nur deshalb kompliziert, weil er aus zwei Saugnäpfen besteht, sondern auch weil die Brustflossen an seinem Aufbau teilnehmen.

Der Schultergürtel von *Lepadogaster* ist morphologisch ähnlich gebaut wie derjenige von *Perca fluviatilis*. Die einzelnen Bestandteile sind nur miteinander beweglicher verbunden. Hinter jeder Brustflosse befindet sich eine schmale Knochenlamelle, welche sich mittelst Sehnengewebe an die Carpalknochen ansetzt. Der hintere Rand dieses Knochens ist zerschlitzt und bildet eine Art von Strahlen. Es ist die sog. petite pectorale, die Guitel als ein os coracoideum ant. bezeichnet. Zwischen diesen beiden Knochen befinden sich zwei platt, länglich rechteckige Knochen, die auf ihrer Innenseite ausgeschnitten sind und einen kleinen Raum zwischen sich lassen. Diese beiden Knochen stellen das Skelett des hinteren Saugnapfes dar und Guitel hat sie als ossa coracoidea post. bezeichnet. In dem Raum zwischen diesen beiden Knochen befindet sich der musculus adductor der ossa coracoidea post. Nach vorn sind die coracoidea post. mit zwei Knochen von sehr kompliziertem Bau verbunden, die das Skelett des vorderen Saugnapfes darstellen und von Guitel als Bauchflosse betrachtet werden.

Jeder dieser vorderen Knochen besteht aus zwei Pyramiden, die an ihrer Basis mittelst einer Knochenlamelle verbunden sind und vorn mit dem Humerus artikulieren. Beide Pyramiden sind hohl. Das Ende der hinteren Pyramide läuft in einem Fortsatz aus und auf ihrer oberen, inneren und unteren Seite findet sich je eine Oeffnung. Ihr Inneres wird vom m. flexor der Strahlen eingenommen, der durch die Oeffnung auf der unteren Pyramidenseite hervortritt. Der hintere Fortsatz dieser Pyramide ist fibrös mit der Sehnenscheibe des m. adductor der ossa coracoidea post. verbunden. Die untere und ein Teil der Oberseite dieses Fortsatzes gilt als Ursprung für die Muskeln, die sich an der Haut zwischen beiden Saugnäpfen ansetzen. Ausserdem entspringt von der oberen Seite dieses Fortsatzes ein Muskel, der den vorderen mit dem hinteren Saugnapf verbindet. An der Oeffnung in der oberen Pyramidenseite entspringt der m. levator des 2. und 3. Strahles. Die vordere, an ihren beiden Rändern stumpfe Pyramide ist ebenso an der inneren und unteren Seite von einer

Oeffnung durchbohrt. Im Innern dieser vorderen Pyramide entspringt der m. flexor der vorderen Strahlen, der durch die Oeffnung in der unteren Seite nach aussen tritt. An der oberen Seite der Pyramide entspringt der m. levator des 4. und 5 Strahles. Die äussere Seite dieser Pyramide ist stark verdickt und abgerundet; es sitzen an ihr die Flossenstrahlen. Oberhalb dieser Verdickung befindet sich eine Vertiefung, in der sich der Humerus befindet. Die Bauchflosse trägt 5 Strahlen, von denen der äusserste ein Knochenstrahl ist.

Wie aus dem obigen hervorgeht, ist die Bauchflosse mit dem Schultergürtel an zwei Stellen verbunden: einesteils mit dem Cleithrum, anderseits mit der kleinen Nebenbrustflosse. Es folgt daraus, dass die Saugnäpfe fast alle Bewegungen des Schultergürtels mitmachen und eine für diesen Apparat ausserordentliche Beweglichkeit zeigen.

Muskulatur.

I. Körpermuskeln, die von Einfluss auf die Bewegungen des Haftapparates sind und deren Bündel sich zum Teil an den Haftapparat ansetzen. Dazu gehören:

- a. m. lateralis, Grele inf. du tronc, ziehen den Haftapparat von unten nach oben und von vorn nach hinten.
- b. m. sternohyoideus zieht den Haftapparat nach vorn, also Antagonist der vorigen.

Ausserdem sind noch von Einfluss der

- c. m. humero-mastoideus, und
- d. humero-occipitalis.

II. Eigene Muskulatur der Saugnäpfe. Man unterscheidet fünf Gruppen:

1. a. m. flexor der Bauchflossenstrahlen entspringt vom Inneren und von den Rändern des Bauchflossenskeletts und setzt sich an der Basis der vier unteren Strahlen, er zieht die Strahlen nach unten.

b. m. adductor des ersten Strahles. Entspringt zum Teil von dem inneren Fortsatz des Humerus, setzt sich also an den knöchernen Strahl und adducierte ihn.

c. m. levator superficialis. Entspringt von der oberen Wand der Pyramiden, geht an den knöchernen und zwei nächste Knorpelstrahlen. Dieser Muskel hebt die Strahlen, zieht also den Saugnapf von der Unterlage ab.

d. m. levator profundus. Entspringt unter dem letzten und hat dieselbe Funktion. Setzt sich an den 4. und 5. Strahl.

e. Ein Muskel, der von dem langen Fortsatz der Bauchflossenpyramide zum inneren Fortsatz des Humerus geht. Er verbindet also die Brust mit der Bauchflosse.

2. m. adductor der ossa coracoidea post. Liegt in dem Ausschnitt zwischen beiden coracoidea post. Er nähert bei seiner Kontraktion beide Knochen, wodurch die Ränder des hinteren Saugnapfes gefaltet werden. Es bildet sich in demselben ein Spalt, durch welchen das Wasser in die Napfhöhle einfließen kann. Durch die Nivellierung des Druckes in und ausser der Bauchflossen wird dieselbe von der Unterlage abgehoben.

3. Zwei Muskeln, die alle beide vom hinteren Fortsatz des Beckenknochens entspringen. Der erste setzt sich an der oberen Seite der coracoidea post. an. Bei Kontraktion zieht er den hinteren Saugnapf nach oben, wodurch, wenn der Saugnapf angeheftet ist, seine Haftung vermehrt wird. Der zweite Muskel setzt sich an der fibrösen Scheide des m. adductor der ossa coracoidea post.

4. Ein Muskel, der in dem Raume zwischen beiden Saugnäpfen liegt. Er entsteht von der äusseren lateralen und oberen Seite des hinteren Pyramidenfortsatzes und strahlt in die Haut aus. Er zieht nach oben die Haut zwischen beiden Saugnäpfen, vergrößert den Innenraum des vorderen Saugnapfes, dessen Haftung dadurch verstärkt wird.

5. Ein Muskel, der zwischen dem vorderen Teil des hinteren Saugnapfes und der Brustflosse liegt. Er nähert beide Saugnäpfe. Ein zweiter Muskel sitzt an der Innenseite der ossa coracoidea ant. und setzt sich am äusseren Fortsatz des Humerus an. Durch seine Zusammenziehung nähert dieser Muskel beide Saugnäpfe ganz ähnlich wie der vorher genannte, ausserdem sollen diese beiden Muskeln die gleitende Bewegung des Lepadogastern ermöglichen.

Aussere Gestaltung des Haftapparates.

Wie oben schon erwähnt, besteht der Haftapparat aus zwei Saugnäpfen, einem vorderen und einem hinteren. Der vordere Saugnapf ist vorn abgerundet. Er öffnet sich nach hinten, so dass er

einen Halbkreis bildet. Die Mitte dieses Kreises ist eingenommen von dem m. flexor der Bauchflossenstrahlen und dem m. adductor der beiden Knochenstrahlen. Um diese zentrale Partie sind die beweglichen Teile des vorderen Saugnapfes gelagert, gebildet vorn durch einen schmalen Rand, der eine Fortsetzung der fibrösen Scheide der Adductoren der Knochenstrahlen ist, und seitlich durch die mittels einer Membran verbundenen Flossenstrahlen. Der innerste Bauchflossenstrahl ist durch eine Membran mit dem 3. Brustflossenstrahl verbunden.

Der hintere Saugnapf ist vollständig ausgebildet, kreisrund. Auf seiner Unterseite sieht man zwei zusammenfliessende Kreise. Es sind die beiden hinteren Coracoidknochen, die direkt von der Haut bedeckt sind. An diesen zentralen Teil schliessen sich vorn die Adductoren der beiden Coracoidea, seitlich und hinten eine fibrocartilaginöse Lamelle, die die Fläche der beiden ossa coracoidea vergrössert. Diese Lamelle ist an den Seiten schmal und hinten breiter und es sitzen in ihr kleine Stäbchen oder Pseudostrahlen.

An der lateralen vorderen Kante des hinteren Saugnapfes zieht von dieser Lamelle ein Fortsatz nach vorn, der sich mit den unteren Strahlen der Brustflosse verbindet. Guitel nennt diesen Fortsatz fibro-cartilage inter-ventousaire. Mittels dieses Fortsatzes ist der hintere Saugnapf mit der kleinen Brustflosse verbunden, die ausserdem, wie schon oben erwähnt wurde, mit der dorsalen Seite der ossa coracoidea post. verbunden ist.

Physiologie der Saugnäpfe.

Die Saugnäpfe von Lepadogaster dienen nicht nur der Fixation, sondern auch der Bewegung, wobei gemäss den Verschiedenheiten des Baues die beiden Saugnäpfe ein abweichendes Verhalten zeigen.

Der vordere Saugnapf ist breit nach hinten eröffnet, aber die Mitte des hinteren Randes wird durch den vorderen Rand des hinteren Saugnapfes geschlossen, so dass nur lateral der vordere Saugnapf offen bleibt. Dieser laterale Schlitz wird auf folgende Weise geschlossen. Durch Verkürzung der Muskeln, die die kleine Brustflosse mit dem hinteren Saugnapf verbinden, legt sich dieselbe in den lateralen Schlitz des vorderen Saug-

napfes. Durch Kontraktion ihrer Adductoren folgt ihr die Brustflosse, durch welche der Schlitz ganz gedeckt wird. Da der innerste Strahl der Bauchflosse mit dem Strahl der Brustflosse mittels einer Membran verbunden ist, wird er gezwungen, diese Bewegung mitzumachen, indem er sich ebenso in den oben erwähnten Schlitz legt. Auf diese Weise, indem die laterale Oeffnung verschlossen wird, ist das Zustandekommen des negativen Druckes im vorderen Saugnapf ermöglicht, was zur Folge ein vollkommenes Haften der Flosse hat.

Eine grosse Rolle im Haftmechanismus des vorderen Saugnapfes spielen die Flexoren der Bauchflosse, die die Tiefe der Saugnäpfe zu modifizieren vermögen. Guitel hat experimentell erwiesen, dass die grösste Rolle im Haftapparat des vorderen Saugnapfes der Brustflosse zukommt, indem man nämlich ihre Strahlen abschneidet, ist die Benutzung des vorderen Saugnapfes zugrunde gerichtet. Er haftet nicht mehr. Dies tritt nicht ein, wenn die Membran, welche die Bauchflosse mit der Brustflosse verbindet, durchschnitten wird, also wenn der innerste Bauchflossenstrahl nicht in den Schlitz zwischen hinterem Saugnapf und petite pectorale gelangt. Das Haften des vorderen Saugnapfs wird ebenso durch Zerschneiden der Membran des cartilage interventousaire nicht gestört. Es ist also klar, dass die Brustflosse das Haften des vorderen Saugnapfes ermöglicht, indem sie sich einfach über die seitliche Oeffnung desselben legt und einen vollständigen Verschluss zustande bringt.

Der hintere Saugnapf haftet von sich selbst auf jeder Fläche. Dies kann bewiesen werden, indem man den Saugnapf eines toten Lepadogasters in Kontakt mit einer glatten Fläche bringt. Er haftet sofort.

Um die Saugnäpfe von der Haftfläche abzutrennen, wirken in dem vorderen Saugnapf die Adductoren der Brustflosse, indem sie dieselben von der petite pectorale entfernen, ferner der m. levator des 5. Bauchflossenstrahles. Im allgemeinen alle Levatoren der Bauchflosse, die dieselbe von der Haftfläche zu entfernen suchen. Das Haften des hinteren Saugnapfes wird durch die Kontraktion des m. adductor der ossa coracoidea post. verwirkt. Durch Verkürzung dieses Muskels wird der Rand des hinteren Saugnapfes gefaltet, und das Wasser fliesst in die Napfhöhle ein.

Man sieht, dass die Tiere, wenn sie Fluchtversuche machen, imstande sind, den ganzen Haftapparat nach vorn, hinten und seitlich zu bewegen. Diese grosse Beweglichkeit seines Saugapparates verdankt Lepadogaster den beweglichen Verbindungen sämtlicher Knochen des Schultergürtels, besonders der Verbindung des Humerus mit der Scapula. Man kann sagen, dass der Humerus in allen seinen Bewegungen den ganzen Saugapparat nach sich zieht.

Was die Muskeln anbetrifft, die diese grosse Beweglichkeit gestatten, so kommen hier in Betracht die Körpermuskeln, deren eine Ansatzstelle sich am Saugapparat befindet. Diese Muskeln, die schon oben beschrieben wurden, sind imstande, den Haftapparat nach vorn, hinten und seitlich zu bewegen.

Bauchflosse von *Gobius fluviatilis*.

Die Haftapparate von *Gobius fluviatilis*, *Periophthalmus Schlosseri* und *Boleophthalmus Sculptus* unterscheiden sich wesentlich von den oben beschriebenen Formen dadurch, dass hier nicht die ganzen Bauchflossen, sondern nur deren Strahlen sich zum Haftapparat ausgebildet haben. Dank diesem Umstand, hat die Muskulatur der Bauchflosse eine grosse Differenzierung erfahren, da alle Strahlen an dem Haft- und Ablösungsprozess der Saugscheibe teilnehmen und durch einen komplizierten Muskelapparat bewegt werden. Der äussere Habitus der Flosse aber wurde weniger verändert als bei *Cyclopterus* oder *Lepadogaster*. Es rücken bei *Gob. fluv.* und *Boleophthalmus* die beiden Bauchflossen in der Medianlinie des Körpers zusammen, so dass äusserlich die Verschmelzung vollkommen ausgebildet erscheint. Es wird aber nirgends der Raum zwischen beiden Innenstrahlen kleiner als zwischen irgend zwei beliebigen Strahlen. Anders bei *Periophthalmus Schlosseri*, wo die Bauchflossen erst auf dem Wege der Verschmelzung begriffen sind. Die beiden Bauchflossen sind zwar eng aneinander gerückt, aber die beiderseitigen Strahlenplatten sind voneinander durch einen beträchtlichen Raum geschieden und spannt sich keine Membran von Innenstrahl zu Innenstrahl. Aber auch bei den Formen mit vollständiger Verschmelzung der beiden Flossen, wie *Gob. fluv.*, konnte nirgends die innere Verschmelzung

der Muskeln nachgewiesen werden, die überall rechts und links ihre Selbständigkeit bewahren.

Das Skelett der Bauchflosse von *Gob. fluv.* besteht aus zwei verkalkten Knorpelplatten, den Basalia, die in der Mitte durch fibröses Bindegewebe zusammengehalten werden. Das Bauchflossenskelett von *Periophthalmus* und *Boleophthalmus* besteht ebenso aus den Basalia, die in der Mitte durch dünne Knochenlamellen zusammengehalten werden. Bei allen erwähnten Formen artikulieren die Beckenknochen unmittelbar mit der Symphyse der Cleithra. Es hat aber das letztere nicht so grossen Einfluss auf die Bewegungen der Saugnäpfe, wie bei *Lepadogaster*, was damit zusammenhangt, dass diese Verbindung unbeweglich ist. Ausserdem ist der Schultergürtel selbst weniger beweglich als bei *Lepadogaster*.

Die Umwandlung der Bauchflossen zu Saugnäpfen bei *Gob. fluv.*, *Periophthalmus* und *Boleophthalmus* ist in erster Linie durch biologische Tatsachen bedingt. Bei den Gobiidae, die Bodenfische sind, ist die Bauchflosse ihrer Funktion als Schweb- und Schwimmapparat enthoben. Sie hat sich, den veränderten Verhältnissen anpassend, zu einem Stütz- und Haftapparat ausgebildet.

Bei *Periophthalmus* hat die Bauchflosse eine mehr extremitätenähnliche Anpassung erfahren, indem sie den lebhaften Tieren als Stütze dient und eigentlich mehr als freie Extremität, denn als Flosse benutzt wird.

Gobius fluviatilis ist der Repräsentant der Gobiidae des Süßwassers. Er lebt in Flüssen, in Seen, in nicht zu grossen Tiefen am Grunde des Wassers zwischen den Steinen des Bodens. Er ist von kleiner Gestalt, denn die grössten Exemplare, die ich zur Verfügung hatte, waren nicht mehr als 7 cm lang. Im Mittelmaß aber sind sie gewöhnlich 5—6 cm lang. Diese zierliche, kleine Gestalt macht auch die Präparation und Untersuchung seiner Bauchflosse sehr mühevoll und schwierig. Die Bauchflosse ist nach vorn gerückt und ist in grössten Exemplaren 1,5 cm lang und ungefähr 1 cm breit. Die Untersuchung wurde durchwegs mit Hilfe der Lupe ausgeführt. (Leitz 10.)

Die Dissektion selbst wurde mit kleinen Stahlnadeln, die an ihren Enden umgebogen waren, ausgeführt. Trotz der Lupe war es aber manchmal recht schwierig, Bindegewebe von Muskel-

fasern zu unterscheiden, weshalb Schnitte gemacht werden mussten. Mikroskopisch wurde auch untersucht, ob sich vielleicht am Rande der Strahlen und der sie verbindenden Membran nicht Muskelfibrillen finden, die beim Ausbreiten und Falten der Flosse, sowie an ihrem Anpressen an die Unterlage behülflich wären. Es wurden deshalb Schnitte durch die Bauchflossen in horizontaler und vertikaler Richtung gemacht und mit Haemalaun gefärbt. Es konnten aber nirgends in den Flossenstrahlen Muskelfibrillen mit Sicherheit nachgewiesen werden.

Das Skelett der Bauchflosse besteht aus zwei Basalia. Sie sind in der Mitte zusammengewachsen und bestehen histologisch aus verkalktem Knorpel. Cranial laufen sie jederseits in einen knorpeligen Fortsatz aus, zwischen denen eine Grube sich bildet, in welche ein knorpeliger Fortsatz der Cleithrumsymphyse gelenkartig hineinpasst. Caudal endigen sie mit einer Rolle, die in der Mitte dick ist und sich nach den Seiten verschmälert. Auf dieser Rolle reiten die Flossenstrahlen. Etwas oberhalb des lateralen Endes dieser Rolle findet sich ein Höcker, an dem sich der *m. protractor* ansetzt. Ventral bilden die beiden Basalia eine Rinne oder Grube, die durch eine feine Längslamelle, an der sich Muskeln ansetzen, in zwei Hälften geteilt ist. Dorsal in der Mitte entsprechend der ventralen Rinne stossen die beiden Basalia unter Bildung einer Kante zusammen. Beiderseits von dieser Kante sind die lateralen Ränder beider Basalia umgebogen und bilden wiederum zwei Rinnen, in denen Muskeln eingelagert sind. An die Rolle des Basale setzen sich, wie schon gesagt, die Strahlen an. Jedes Basale trägt 6 Strahlen. Der Randstrahl ist kürzer als die übrigen Strahlen und knochig ausgebildet. Fiebiger teilt mit, dass der Randstrahl bei den Gobiidae des Meeres mit der Rolle des Basale beweglich verbunden ist. Bei *Gob. fluv.* konnte dies nicht nachgewiesen werden. Proximal trägt der Randstrahl zwei Fortsätze, einen lateral und einen median gerichteten. Der laterale Fortsatz ist stark ausgebildet und dorsal gekrümmt. Er trägt Gruben, an denen sich Muskelbündel befestigen. Der medial gerichtete Fortsatz bleibt an der ventralen Seite der Flosse. Alle Strahlen, der Randstrahl inbegriffen, sind Doppelstrahlen. Die mittleren Strahlen sind länger als der Randstrahl, bestehen aus knorpelig

weichem Gewebe und sind dichotomisch geteilt. Der vordere Teil jedes dieser Doppelstrahlen läuft in einen ventralen, median gerichteten Fortsatz aus, an dem sich die Flexoren befestigen. Der dorsale Strahlenteil läuft in einen seitlich umgebogenen Fortsatz aus, auf dessen innerer Fläche sich eine Vertiefung befindet. Der Mittelstrahl endigt wie der Randstrahl, ist aber etwas anders wie die übrigen Strahlen aus gebildet. Ventral besitzt er keinen namhaft ausgebildeten Fortsatz, dorsal dagegen trägt er einen grossen, lateral gerichteten Fortsatz, der an seiner Wurzel einen Höcker besitzt. An diesem langen Fortsatz des Mittelstrahles setzen sich Muskeln an, zuerst der *m. abductor*, der von dem oberen dorsalen und lateralnen Ende des Basale und seiner Artikulation mit dem Schultergürtel zieht, und ausserdem starke Muskeln, die vom proximalen Ende des Beckens entspringen, sich an dem queren Fortsatz ansetzen, ihn adduzieren und heben.

Im grossen ganzen ist kein grosser Unterschied zwischen den Strahlen von *Gob. fluv.* und denen der Gobiidae des Meeres. Der Unterschied schwindet aber gänzlich, wenn man die Beckenknochen beider Arten betrachtet. Die Basalia sind vollkommen gleich bei *Gob. fluv.* und den Meeresgobiis ausgebildet. Die Fortsätze aller Strahlen, der dorsalen ebenso wie der ventralen, decken sich dachziegelartig.

Die Verbindung der Strahlen mit den Basalia geschieht folgendermassen: Zwischen den beiden Fortsätzen jedes Strahles liegt ein Ausschnitt und mittelst dieses Ausschnittes reiten die Strahlen auf der Beckenrolle, die sie sozusagen umfassen. Ausserdem gehen besonders von den dorsalen Fortsätzen starke ligamentöse Bänder, die sich an der Beckenrolle befestigen. Alle Strahlen sind miteinander, ebenso wie die beiden Mittelstrahlen m, durch eine Membran verbunden. Diese Membran schlägt sich proximal ventral um und bildet das Velum, das vorne in die Körpherhaut übergeht und hinten mit einem freien Rand endigt. Man kann sich vielleicht denken, dass dieses Velum den trichterförmigen, Raum, der beim Anheften der Flossen durch Kontraktion der dorsalen Muskulatur entsteht, nach vorne hermetisch abschliesst und so das Zustandekommen des negativen Druckes in diesem Raum ermöglicht.

Muskulatur.

Wenn man ventral die Haut von den Bauchflossen abhebt, stösst man zuerst lateralwärts von der Bauchflosse auf einen mächtigen Muskel, den *m. lateralis*, dessen beide Teile vor der Bauchflosse zusammenstossen. Von dieser Stelle vom medialen Fortsatz des Schultergürtels entspringt jederseits ein spindelförmiger Muskel, der *m. protractor*, der an dem Beckenknochen schräg nach aussen und hinten zieht und sich lateralwärts an dem Höcker oberhalb der Gelenkrolle des Basale befestigt. Nach Fiebiger soll dieser Muskel bei den Meeresgobii noch ein mediales Bündel besitzen, das sich an der schmalen Lamelle am Innenrand des Basale ansetzt. Bei *Gob. fluv.* konnte ich diesen Muskel nicht nachweisen. Bei beiderseitiger Verkürzung des *m. protractor* wird die Flosse nach vorn und unten gezogen. Bei einseitiger Kontraktion wird sie nach der gegenüberliegenden Seite gezogen. Antagonist des *m. protractor* ist ein Muskel, der von der inneren Bauchwand oder Bauchfascie entspringt und dessen Fasern fächerartig verlaufend sich an der Mitte der distalen Rolle des Basale setzen. Dieser Muskel zieht die Bauchflosse nach hinten.

Die übrigen Muskeln der Bauchflossen, die an ihr ihren Ursprung und Ansatz finden, können in dorsale und ventrale eingeteilt werden, je nachdem sie sich an der ventralen oder dorsalen Seite des Basale befinden.

Um die ventralen Muskeln zu untersuchen, muss der *m. protractor* und *lateralis* entfernt werden. Die weitere Untersuchung muss mit Zuhilfenahme der Lupe vorsichgehen. Man findet zuerst in der Medianlinie einen starken Muskel, der von der medianen Lamelle und vom Basale selbst entspringt. Seine Fasern teilen sich in 5 Zipfel, die sich an die äusseren Spitzen der ventralen Fortsätze des 1.—5. Strahles ansetzen. Der Mittelstrahl bekommt kein Bündel von diesem Muskel. Es ist der *m. flexor communis*. Er zieht die Strahlen nach innen und unten, faltet also die Flosse zusammen.

Lateral von diesem Muskel liegen in derselben Schicht zwei Muskeln, die dem Randstrahl angehören. Der schwächere und mehr nach einwärts liegende Muskel setzt sich an die Basis des

queren Fortsatzes des Randstrahles an und zieht ihn nach einwärts und hinten. Es ist der m. flexor proprius des Randstrahles.

Nach aussen von diesem Muskel, ebenso vom Basale entspringend, liegt ein stärkerer Muskel, der sich in der Mitte des äusseren Fortsatzes des Randstrahles befestigt. Er abduziert den Randstrahl und da dieser mit anderen Strahlen durch eine Membran verbunden ist, folgen ihm diese und so wird, bei beiderseitiger Kontraktion dieses Muskels, die Flosse ausgebreitet. Es ist der m. abductor des Randstrahles.

Um die tieferen Muskel zu untersuchen, muss der m. flexor communis abgehoben werden. Man sieht von ihm bedeckt einen zarten Muskel, der ebenso von dem Basale und zwar etwas unterhalb der Ursprungsstelle des vorher genannten Muskels entspringt. Dieser Muskel teilt sich in 4 Bündel, die sich an dem 2.—5. Strahl ansetzen und zwar an die Wurzel der queren Fortsätze dieser Strahlen. Der Randstrahl bekommt keine Fasern von diesem Muskel. Dagegen setzt sich an dem Mittelstrahl ein feines Bündelchen an. Es ist der m. flexor communis profundus, der als reiner Beuger der Strahlen fungiert.

Dorsale Muskulatur.

Um die dorsale Muskulatur zu untersuchen, wird die ganze Rückenwand des Tieres weggenommen und werden die Eingeide herausgeschält. Die dorsale Seite der Bauchflosse liegt dann frei, nur von einer zarten Fascie überzogen. Auch hier unterscheidet man die tiefere Muskulatur von der oberflächlichen, deren Bündel sämtlich dem transversalen Fortsatz des Mittelstrahles angehören. Der erste hier in die Augen fallende Muskel geht vom äussersten lateralen und vorderen Rand des Basale schräg nach hinten und innen und setzt sich an der äussersten Spalte des Mittelstrahlfortsatzes an. Es ist der m. abductor des Mittelstrahles, der den Mittelstrahl nach aussen zieht und ihn hebt. Medial von diesem Muskel befindet sich ein mächtig entwickelter Muskel, der vom medialen vorderen Rand der Basalplatte entspringt, in gerader Linie verlaufend, sich in mehreren Bündeln an den Höcker des queren Fortsatzes sowie an dem Fortsatz des Mittelstrahles selbst befestigt. Es ist der m. levator des Mittelstrahles.

Wenn man diese oberflächlichste Schicht durchschneidet und entfernt, trifft man tiefere Muskeln, die zu den übrigen Strahlen verlaufen. Der Muskel, der diese Schicht bildet, lässt sich in eine laterale und mediale Partie teilen. Die Fasern der medialen Partie entspringen vorn und medial vom Basale etwas unterhalb des Ursprunges des m. levator des Mittelstrahles. Sie verlaufen in gestreckter Linie nach hinten, teilen sich in drei Bündel, die sich an die dorsalen Fortsätze des 2., 3. u. 4. Strahles ansetzen. (Der 2. Strahl vom Mittelstrahl ausgehend gerechnet). Dieser Muskel ist ein reiner Heber der Strahlen, also m. levator des 2., 3. u. 4. Strahles.

Die laterale Portion dieses Muskels entspringt von der lateralen Partie des Basale, von der rinnenförmigen Verdickung, die durch seine umgebogenen Ränder gebildet wird. Die Fasern dieses Muskels gehen schräg nach innen und hinten an den 3., 4., 5. u. 6. Strahl. Es ist der m. levator der betreffenden Strahlen, der sie hebt und nach aussen zieht, wodurch die Flosse entfaltet wird. Das schwache Muskelbündel, das sich an der äussersten Spitze des Randstrahles befestigt, verstärkt noch diese entfaltende Funktion, indem die beiden Randstrahlen von einander abgezogen werden.

Der Mechanismus dieser als Haftorgan fungierenden Flosse liesse sich wohl folgendermassen darstellen:

Die Flosse wird zusammengefaltet durch die Wirkung der Flexoren und an die Unterlage angeheftet; durch die Kontraktion des m. abductor des Randstrahles und der dorsalen Extensoren wird sie hernach glatt auseinander gefaltet, wobei das Velum stark gespannt wird. Durch nochmalige Kontraktion des m. levator des Mittelstrahles und der Innenstrahlen werden der Innenstrahl und die übrigen Strahlen in ihrer proximalen Partie von der Unterlage abgehoben, wodurch zwischen Flosse und Unterlage ein luftverdünnter Raum geschaffen wird, der nach allen Seiten hermetisch abgeschlossen ist: vorn durch das straff gespannte Velum, seitlich und hinten durch die an der Unterlage haftenden Strahlen. Durch den äusseren Druck wird die Flosse an ihre Unterlage angepresst. Das Abziehen der Flosse von ihrer Unterlage wird durch Kontraktion der Flexoren besorgt. Indem die Flosse gefaltet wird, fliesst Wasser in den Kuppel-

raum hinein und der Unterschied des Druckes in- und ausserhalb der Flosse wird auf diese Weise ausgeglichen. Nach Versuchen von Fiebiger hat sich gezeigt, dass das Auffasern der Flosse oder Zerschneiden des Velums das Haften unmöglich macht. Dies bezeugt zur Genüge, dass der vollkommene Abschluss der Flosse durch das Velum absolut notwendig ist zur Erzeugung des negativen Druckes in der Flosse; das Velum also einen der wichtigsten Bestandteile der Haftflosse darstellt. Fiebiger nimmt an, das bei Zustandekommen des Haftens der Schleim, den die Gobiidae in grossen Mengen absondern, eine grosse Rolle spielt. Bei der kleinen zierlichen Beschaffenheit des Gob. fluv. wäre die Fläche der Haftung, wenn es sich nur um Schleimhaftung handeln würde, zu gering. Es spielt hier die Erzeugung der Haftung vermittelst des negativen Druckes eine grosse Rolle, was auch in der stärkeren Ausbildung der Hebemuskulatur der Strahlen im Vergleich mit den Gobiidae des Meeres zum Ausdruck kommt.

Periophthalmus Schlosseri.

Interessant für die Frage der Konkreszenz der Bauchflossen ist die Gattung *Periophthalmus*. Von der Gattung *Periophthalmus* sind ungefähr 7 Species bekannt, die in West- und Ostafrika sowie an den Küsten des indischen und stillen Oceans leben.*). Sie halten sich gewöhnlich im Brackwasser innerhalb der Flussmündungen, mit ganz besonderer Vorliebe in der dichten Mangrovevegetation jener Gegenden auf. Während der Ebbezeit erscheinen sie zu Dutzenden auf den von Wasser befreiten Flächen, hüpfen und springen zwischen den Mangrovewurzeln, manchmal über Strecken, die mehrere Male ihre Körperlänge überragen. Alles dies mit Hülfe ihrer sehr differenzierten Brust- und Bauchflossen, sowie des Schwanzes; sie können sogar auf die Mangrovewurzeln klettern, indem sie dieselben mit den Flossen umfassen, wobei der Körper von dem Schwanz nachgeschoben wird. Ihr Leben geht vor sich, teilweise im Wasser, teilweise im Schlamme am Ufer, wo sie Jagd auf kleine Tiere treiben, wobei ihnen die grosse Lebhaftigkeit der Bewegungen sehr zu statten kommt. Wenn *Periophthalmus* verfolgt wird, sieht man die Tiere

*) S. W. Volz, Fische von Sumatra, Zool. Jahrb. XIX. H. 4, 1903 und W. Volz, ebenda XXII, H. 2, 1905.

pfeilschnelle Sprünge machen, und am Ende verschwinden sie gänzlich, indem sie sich in den Schlamm einbohren. Wie schon oben erwähnt, verdankt Periophthalmus seine Beweglichkeit den sehr differenzierten Extremitäten. Die Bauchflossen sind weit nach vorn gerückt, so dass sie fast vor die Brustflossen zu liegen kommen. Sie sind ganz zusammengerückt, verwachsen in der Mitte. Dies betrifft jedoch nur die Grundlage der Flosse, denn die Strahlen der Flossen haben jederseits ihre Selbständigkeit bewahrt und zwischen den Flossenstrahlen der linken und rechten Seite befindet sich ein beträchtlicher freier Raum und es spannt sich keine Zwischenstrahlenmembran zwischen den beiderseitigen Mittelstrahlen aus.

Ich hatte bei der Untersuchung zwei Exemplare von Periophthalmus Schlosseri zur Verfügung, die ich der Güte von Herrn Professor Studer verdanke.

Das Skelett der Bauchflosse ist sehr einfach gebaut. Die Basalia bilden zwei stäbchenförmige, in der Mitte verwachsene Knochen. Durch die Verlagerung der Bauchflosse in die vordere Körperregion ist eine Artikulation zwischen diesen und dem Schultergürtel zustande gekommen. Die Basalia von Periophthalmus Schlosseri tragen vorn und seitlich einen Fortsatz. Da die beiden Knochen in der Mitte zusammengewachsen sind, kommt es auf diese Weise zur Bildung einer Grube, die sich zwischen den beiderseitigen Fortsätzen befindet. Diese Grube ist mit Knorpel ausgekleidet und bildet eine Pfanne, welche mit Fortsätzen der Clavicula artikuliert. Das hintere Ende der Basalia ist walzenförmig ausgebildet und trägt die Flossenstrahlen. Etwas cranial von diesem hinteren Rande befindet sich jederseits in der lateralen Ecke ein knöcherner Vorsprung, an dem sich ein Teil des m. protractor ansetzt. Es sind auf jeder Seite 6 Flossenstrahlen vorhanden, die durch eine Membran verbunden sind. Fünf Strahlen sind gegliedert und knorplig, der Randstrahl ist knöchern ausgebildet. An ihrem proximalen Ende tragen die Strahlen je zwei Apophysen, an denen sich die Muskeln befestigen.

Wenn man die Haut von der Ventralseite des Periophthalmus wegpräpariert und so die oberflächliche ventrale Muskulatur der Bauchflosse freilegt, stösst man zuerst auf einen starken Muskel,

den m. protractor. Er kommt von dem Schultergürtel und Basalgelenk, spaltet sich in einen medialen und lateralen Teil, die alle beide nach hinten ziehen. Der laterale längere Teil des Muskels setzt sich an den schon erwähnten Höcker im hinteren äusseren Ende des Beckens. Der mediale kürzere Teil setzt sich an einer querstehenden knorpligen Lamelle etwas oberhalb des Ansatzes des lateralen Bündels. Die medianen Teile des m. protractor ziehen bei ihrer Verkürzung die Beckenplatte nach vorne, die lateralen ziehen sie nach vorn und unten. In derselben äusseren Schicht entspringen von der queren Lamelle, an der sich der mediale Teil des m. protractor ansetzt, zarte Muskelbündel, die sich an der Basis der Fortsätze des 3., 4. und 5. Strahles ansetzen. Diese Muskeln beugen die entsprechenden Strahlen, es sind die kleinen Flexoren. Am hinteren Ende der Beckenplatte geht von der mittleren Spitze des Beckenrandes ein Muskel von länglicher Gestalt ab und setzt sich jederseits an der Innenseite des Mittelstrahles an. Dieser Muskel nähert die Mittelstrahlen der Medianebene; es ist der m. adductor der Innenstrahlen. Durch seine Kontraktion werden die beiden Flossen einander genähert, so dass sie einen Saugnapf bilden, der äusserlich ähnlich den Saugnäpfen von Gobiidae aussieht.

Um die tiefer liegenden Muskelschichten zu untersuchen, muss der m. protractor und die kleinen Flexoren entfernt werden. Es kommen dann zuerst zwei längliche Muskeln zum Vorschein, die vom proximalen lateralen Teil der Beckenplatte entspringen und sich am Randstrahl ansetzen. Der äussere von diesen Muskeln, der sich am äusseren Rand des Randstrahles ansetzt, zieht denselben nach aussen. Es ist der m. abductor des Randstrahles. Der mehr einwärts liegende Muskel setzt sich an den inneren Fortsatz des Randstrahles. Es ist der m. flexor proprius des Randstrahles.

Ein medial in derselben Schicht liegender Muskel, der M. flexor com. entspringt von einer Lamelle, die das Becken in sagittaler Ebene in zwei Hälften teilt. Er teilt sich in 5 Muskelbündel, die sich an der äusseren Spitze des inneren Fortsatzes des Randstrahles sowie der nächstfolgenden 4 Strahlen ansetzt, Der Innenstrahl bekommt kein Bündel von diesem Muskel, der die Strahlen bei seiner Verkürzung beugt und sie der Median-

ebene nähert. Alle Muskeln dieser Schicht füllen eine Höhle aus, die von dem Basalia gebildet wird und an deren Grunde der tiefe m. flexor com. profundus liegt, der ebenso von der Basalplatte entspringt. Seine Fasern teilen sich in 5 Bündel, von denen das schwächste in der Mitte liegt und zu dem Mittelstrahle zieht. Die anderen 4 Bündel gehen zu den vier Nachbarstrahlen und setzen sich an der Basis ihrer ventralen Apophysen an.

Dorsale Muskulatur.

In der Dorsalmuskulatur kann man ebenso wie in der ventralen drei Schichten unterscheiden, deren oberste aus zwei Muskeln besteht, die dem Mittelstrahl angehören. Es ist also diese oberflächliche dorsale Muskelschicht der entsprechenden Schicht von Gob. fluv. ähnlich, wie diese Ähnlichkeit ja auch in der ventralen Muskulatur sehr ausgeprägt war. Nur ist zu bemerken, dass der Innenstrahl bei Periophthalmus anders orientiert ist, als bei Gob. fluv. Bei Gobius ist der dorsale Fortsatz des Mittelstrahles nach aussen gekehrt, umgekehrt sind bei Periophthalmus die Fortsätze der beiden Innenstrahlen nach innen gerichtet und stossen in der Medianebene zusammen. Man kann sich das vielleicht so erklären, dass bei Periophthalmus die beiden Flossen noch nicht vollkommen zusammengerückt sind, also der Raum zwischen beiden Fortsätzen nicht störend auf die Funktion der Einzelflosse wirkt. Bei Gob. fluv., wo die Konkreszenz der beiden Flossen vollständig ist, konnte diese Einrichtung mit median auf sich stossenden Fortsätzen nicht beibehalten werden, weil dadurch immer ein Raum zwischen beiden Flossen geschaffen wird. Es hat dann vielleicht eine Drehung der Mittelstrahlen stattgefunden, als deren Resultat die auswärtige Richtung der Fortsätze bei Gob. fluv. zu deuten ist. An der ganzen Breite des nach innen gerichteten Fortsatzes von Periophthalmus setzt sich ein breiter Muskel an, der von der Medianlinie des Beckens entspringt und den Strahl nach oben zieht. Es ist also der m. levator des Innenstrahles.

An den äusseren Teil des Halses des Mittelstrahles setzt sich ein anderer Muskel an, der von der vorderen äussersten Spitze des Beckens entspringt. Er zieht den Innenstrahl nach

aussen, ist also ein m. abductor des Innenstrahles. Er ist Antagonist des ventral gelegenen m. adductor.

Um die näher nach innen gelegenen Muskeln zu sehen, muss der m. abductor und levator des Innenstrahles entfernt werden. Es kommen dann 2 tiefer gelegene Muskelschichten zum Vorschein, von denen die eine medial liegende, die andere, die lateral liegt durchkreuzt. Man unterscheidet demnach eine tief mediale und eine tief laterale Muskelschicht. Die tief mediale Muskelschicht entspringt von der medialen Sagittalnaht des Beckens und dem medialen Teil des vorderen Abschnittes. Dieser Muskel teilt sich in fünf Bündel, die sich an den Spitzen der dorsalen Apophysen des 2.—6. Strahles anheften. Der mittlere Strahl bekommt kein Bündel von diesem Muskel, dagegen ein sehr starkes Muskelbündel geht an die äusserste Spalte des Randstrahles. Die Funktion dieses Muskels ist offenbar eine doppelte. Er hebt die Strahlen und führt sie der Medianebene zu: Es ist der m. levator radisi superficialis. Das Bündel des Randstrahles zieht, wie aus der Abbildung ersichtlich ist, den Randstrahl von der Medianebene zurück. Indem also der Randstrahl nach aussen gezogen wird, die Mittelstrahlen aber nach der Medianebene gerichtet werden, wird die Flosse entfaltet und gehoben.

Die tief laterale Schicht besteht ebenfalls aus einem Muskel, der vom lateralen Teil des Ausschnittes der Beckenplatte selbst entspringt. Die Fasern dieses Muskels verlaufen in fast gerader Linie nach hinten und teilen sich in vier Bündel, deren Sehnen sich an den Strahlenkörpern dicht unterhalb der Apophysen der 4 mittleren Strahlen ansetzen. Da die Muskelfasern in fast gerader Linie verlaufen, kann man annehmen, dass dieser Muskel als reiner Heber der Strahlen wirkt. Es ist also der m. levator profundus. Der tiefe Ansatz der Sehne dieses Muskels, die fast in den bindegewebigen Ueberzug des Strahlenknorpels übergehen, lässt auf eine bedeutend gesteigerte Funktion dieses Muskels schliessen.

Wenn man die Flosse von Periophthalmus betrachtet, muss zuerst die grosse Uebereinstimmung mit dem Bauplan der Gobiusflosse in die Augen fallen. Die Uebereinstimmung geht nicht in Details, aber die Muskeln des Randstrahles, die Anordnung der Flexoren und Levatoren ist identisch. Was die Unterschiede

anbetrifft, muss hervorgehoben werden, dass die Muskeln der Periophthalmus-Flossen mehr differenziert sind als die von Gobius und auch solche Muskeln, die sich bei Gobius und Periophthalmus entsprechen, sind bei Periophthalmus stärker ausgebildet. Was diese Differenzierung anbetrifft, so erscheint der m. protractor bei Periophthalmus deutlich in zwei Teile getrennt: die dorsalen Muskeln besorgen mehr Strahlen und in der ventralen Schicht treten die kleinen Beuger der Strahlen auf. Diese stärkere Differenzierung der Periophthalmus-Flosse lässt sich nur auf eine Weise erklären. Man weiss, dass die Benutzung oder Nichtbenutzung die Gestalt und Entwicklung eines Organs bedingt. Periophthalmus hat durch seine lebhafte Lebensweise die fortwährende Bewegung und Benutzung seiner Bauchflosse dieselbe auf eine Stufe der Entwicklung gebracht, die Gobius bei seiner wenig beweglichen Lebensart eingebüsst hat, dafür aber andere Einrichtungen, wie das Velum und das Verschmelzen beider Flossen, erworben hat. Das Fehlen des Velums bei Periophthalmus lässt darauf schliessen, dass derselbe, trotzdem er durch Kontraktion beider Adduktoren die Flossen zu nähern vermag, so dass sie eine plattenförmige Gestalt annehmen, sie doch nicht als Haftapparat benutzen kann, da der vollkommene Abschluss von dem umgebenden Wasser ein mangelhafter ist.

Was die Funktion der Bauchflossen selbst anbetrifft, so ist ihre wichtigste Aufgabe, als Stütze zu dienen. Durch Kontraktion der sämtlichen Flexoren, Abduktion des Randstrahles und Adduktion der Mittelstrahlen werden die Strahlen auseinander gespreizt, die beiden Flossen genähert und die ganze Flosse nach unten geschnellt, wodurch eine Platte geschaffen wird, auf die das Tier beim Auffallen sich stützt. Durch Kontraktion der Levatoren wird die Flosse blitzschnell an den Körper gezogen, um beim Aufspringen dem Tiere nicht hinderlich zu sein.

Boleophthalmus sculptus.

Im äusseren Habitus unterscheidet sich die Boleophthalmus-Flosse ziemlich stark von der Flosse des Periophthalmus. Nicht nur dass beide Flossen vollkommen konkreszent sind, auch die Mittelstrahlen sind durch Zwischenmembranen verbunden, so dass

die Strahlen beider Flossen eine vollkommen ausgebildete Platte darstellen. Ausserdem verleiht das Vorhandensein eines stark entwickelten Velums der Boleophthalmus-Flosse ihr charakteristisches Gepräge. Es muss auch hervorgehoben werden, dass alle Muskeln der Boleophthalmus-Flosse sehr stark entwickelt sind. Die innere Anatomie der Flossen ist vollkommen ähnlich wie bei Periophthalmus ausgebildet, mit Ausnahme der äusseren ventralen Muskelschicht, die ich allein beschreiben werde, indem ich, was die übrigen Muskeln anbetrifft, auf die entsprechende Beschreibung bei Periophthalmus verweise.

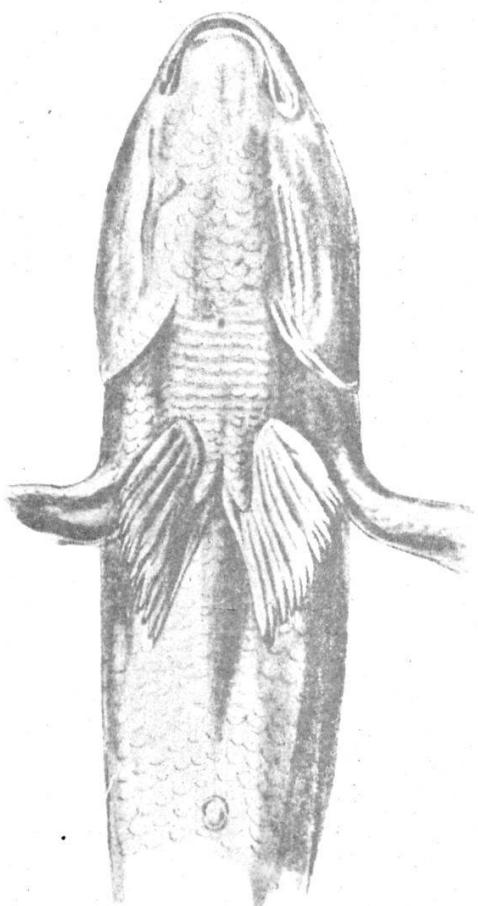
Ich hatte zur Untersuchung ein Exemplar von *Boleophthalmus sculptus* zur Verfügung, das ich ebenso der Güte von Herrn Prof. Studer verdanke.

Wenn man die Haut von der Bauchflosse abgelöst hat, stösst man zunächst auf den mächtigen *m. protractor*. Er setzt sich hier einheitlich, ohne sich zu teilen, an eine quere Knorpelspanne, die sich über das distale Beckenende hinüberspannt. Sie entspricht der ähnlichen Spange bei Periophthalmus, ist aber stärker ausgebildet und sendet einen Fortsatz nach hinten, der sich in eine schmale Lamelle verlängert, von der die kleinen Beuger der Strahlen entspringen. Es sind 5 zarte Muskelbündel, die sich an der äussersten Spitze der Fortsätze von 5 Flossenstrahlen ansetzen. Der *m. adductor* des Mittelstrahles ist vollkommen verschwunden. An den Mittelstrahl, der ventral keinen Fortsatz zeigt, setzt sich nur der kleine Beuger an.

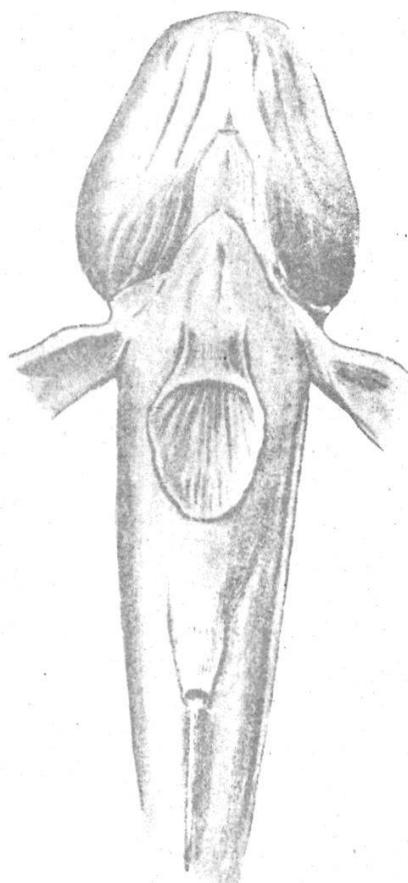
Trotz dieser wenig beträchtlichen Unterschiede in ihrem Bau, ist die Leistung der Boleophthalmus-Flossen eine ganz andere als bei Periophthalmus. Hier dient sie der Fixation, dort war sie Werkzeug der Bewegung. Diese Fixationsfähigkeit der Boleophthalmus-Flossen ist deutlich ausgeprägt in dem gutentwickelten Velum und den vollkommen konkreszenten Flossen.

Wenn man die Bauchflossen von *Gobius fluviatilis*, *Periophthalmus* und *Boleophthalmus* betrachtet, ist es zuerst auffallend, dass alle diese Flossen als solche ihrer Funktion enthoben erscheinen. Trotzdem sind sie nicht rückgebildet, ja sie erscheinen viel höher differenziert als gewöhnliche Fischflossen. Wie es in der Natur so oft geschieht, wurden hier ihrer Funktion entthobene Organe anderen Funktionen angepasst und demgemäß

TAFEL I



Periophthalmus Schlosseri

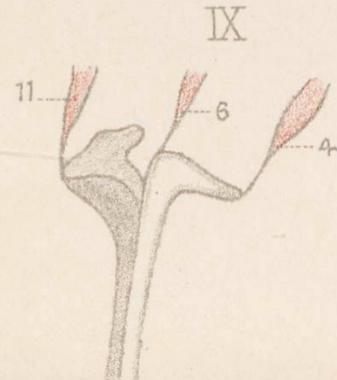
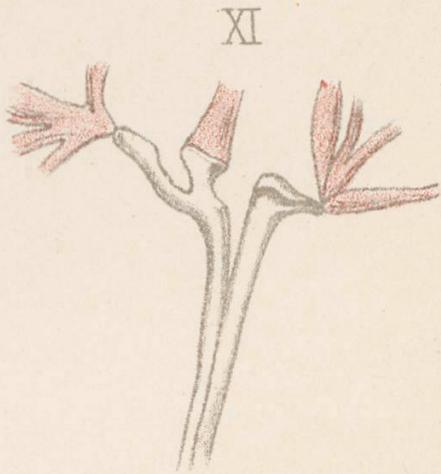
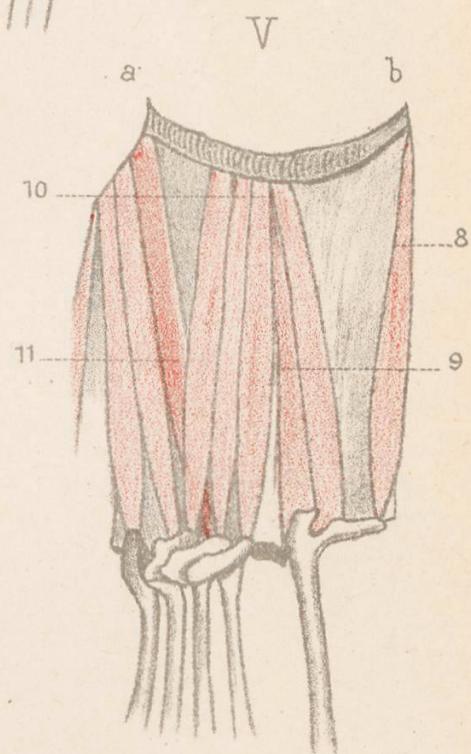
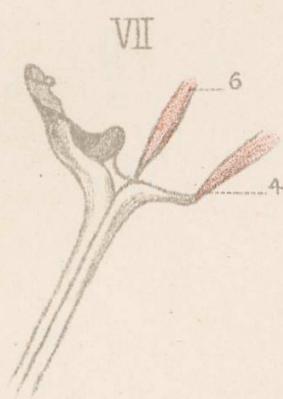
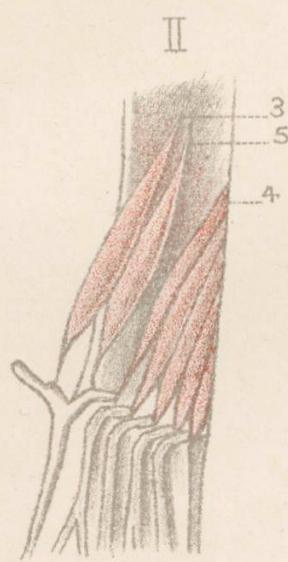
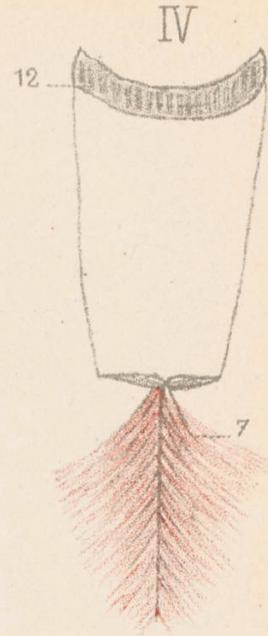
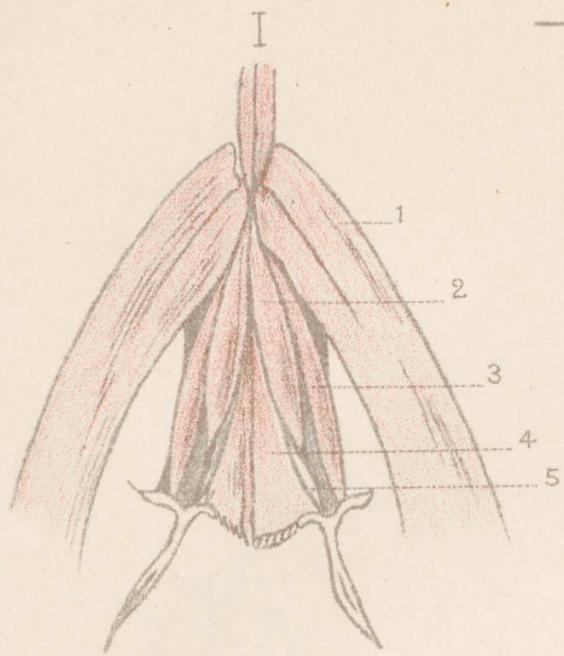


Gobius fluviatilis



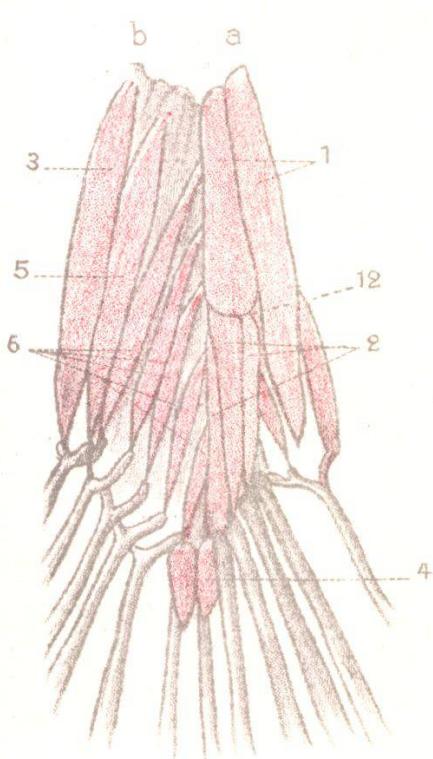
Boleophthalmus sculptus

TAFEL II

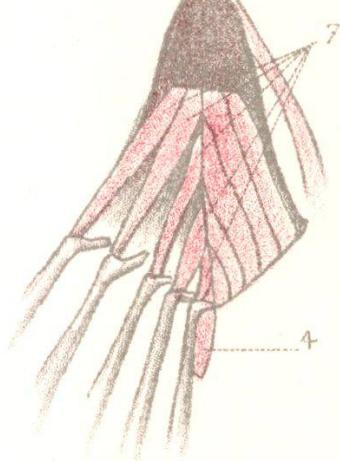


TAFEL III

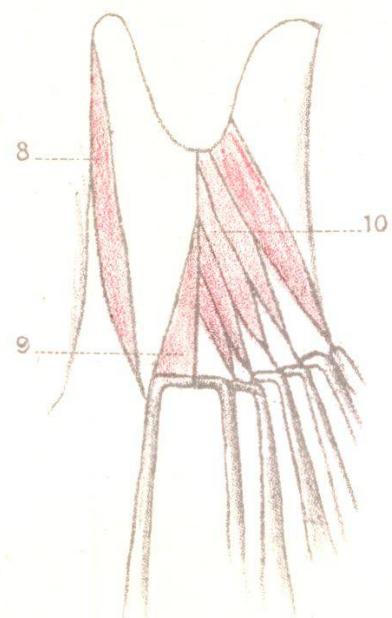
I



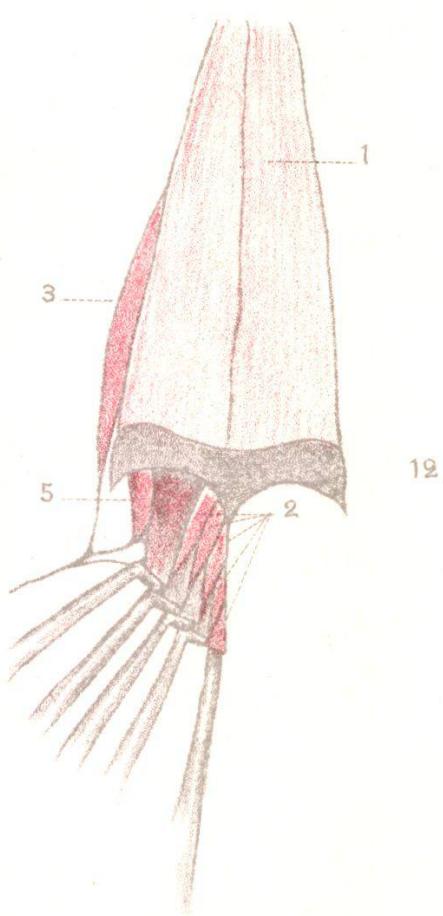
II



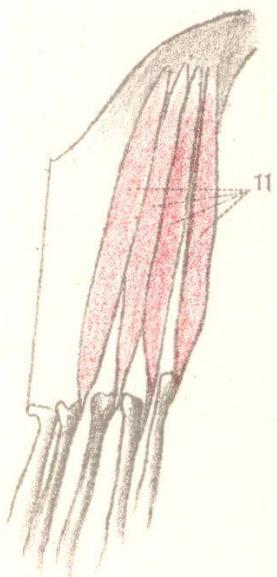
III



V



IV



modifiziert. So sehen wir, dass die Bauchflossen vom *Gobius* und *Boleophthalmus* sich zu einem Haftapparat, diejenige von *Periophthalmus* zu einem Bewegungsorgan ausgebildet hat, das immer noch als Flosse fungieren kann, in hohem Masse aber schon an die neuen an ihn gestellten Anforderungen angepasst ist.

Bemerkenswert ist die grosse Uebereinstimmung des Baues der drei verschiedenen Flossenarten von *Gobius fluviatilis*, *Periophthalmus* und *Boleophthalmus*, trotz der verschiedenen von ihnen ausgeführten Funktionen. Am meisten differenziert erscheint die Flosse von *Periophthalmus*. Dies gibt sich kund in der Zweitteilung des m. protractor, der Gegenwart der Adduktoren der Innenstrahlen und der kleinen Flexoren. Bei *Boleophthalmus* sind die Adduktoren der Innenstrahlen verschwunden, die kleinen Beuger sind noch vorhanden, aber der m. protractor ist nicht mehr geteilt, sondern einheitlich. Die beiden Flossen sind verschmolzen und mit einem Velum versehen. Endlich bei *Gobius fluviatilis* findet man die einfachsten Verhältnisse, indem die beiden Flossen verschmolzen, der m. protractor einheitlich ausgebildet, die kleinen Beuger sowie die Adduktoren der Innenstrahlen nicht mehr vorhanden sind.

Es liesse sich vielleicht aus dem obigen schliessen, dass die Bauchflosse von *Periophthalmus*, die, trotz der starken Differenzierung, die sie infolge der Lebensweise dieses Fisches erworben hat, am ähnlichsten einer Fischflosse ist, als Urtypus der Gobiidenflossen zu betrachten wäre. Durch Zurückziehen der Fische auf Grund der Gewässer würde aus dieser hoch differenzierten Flosse durch Verschmelzung das saugnapfähnliche Organ des *Gobius* und *Boleophthalmus* entstanden sein.

Tafel II *Gobius fluviatilis*.

- I. Oberflächliche ventrale Muskelschicht der Bauchflosse.
- II. Mittlere ventrale Muskelschicht.
- III. Tiefe ventrale Muskelschicht.
- IV. Dorsale Ansicht der Flosse mit *M. retractor*.
- V. Dorsale Muskulatur der Flosse.
 - a. tiefe Schicht, b. oberflächliche Schicht.
- VI. Randstrahl.
- VII. 2ter Strahl.
- VIII. 3ter Strahl
- IX. 4ter Strahl.
- X. 5ter Strahl.
- XI. Mittelstrahl.
 1. *M. lateralis*.
 2. *M. protractor*.
 3. *M. abductor des R.-Strahles*.
 4. *M. flexor communis*.
 5. *M. flexor proprius des R.-Strahles*.
 6. *M. flexor profundus*.
 7. *M. retractor*.
 8. *M. extensor des Randstrahles*.
 9. *M. levator des Randstrahles*.
 10. *M. levator communis (portio medialis)*.
 11. *M. levator communis (portio lateralis)*.
 12. Gelenkfläche des Flossenskeletts.

Tafel III.

- I. a. Oberflächliche ventrale Muskelschicht bei *Periophthalmus Schlosseri*.
b. Mittlere ventrale Schicht ähnlich ausgebildet bei *Periophthalmus Schlosseri* sowie bei *Boleophthalmus sculptus*.
- II. Tiefe ventrale Muskulatur der Bauchflosse des *Periophthalmus S.* und *Boleophthalmus sculptus*.
- III. Oberflächliche a und tiefe b mediale dorsale Muskelschicht bei *Periophthalmus S.* und *Boleophthalmus sculptus*.
- IV. Tiefe dorsale laterale Muskelschicht bei *Periophthalmus* und *Boleophthalmus*.
- V. Oberflächliche ventrale Muskelschicht d. Bauchflosse von *Boleophthalmus sculptus*.

Bezeichnungen der Muskeln.

1. *M. protractor*.
 2. Kleine Beuger der inneren Strahlen.
 3. *M. abductor des Randstrahles*.
 4. *M. abductor der Innenstrahlen*.
 5. *M. flexor proprius des Randstrahles*.
 6. *M. flexor communis*.
 7. *M. flexor communis profundus*.
 8. *M. abductor des Innenstrahles*.
 9. *M. levator des Innenstrahles*.
 10. *M. levator com. med.*
 11. *M. levator com. lat.*
 12. Knorpelspanne.
-

Literaturübersicht.

1. Albert C. L. Günther. Introduction to the study of fishes. Edinburgh 1880.
 2. The Cambridge natural history. Fishes by Bridge and Boulenger. London 1904.
 3. Rathke. Bemerkungen über den Bau des Cyclopterus lumpus. Deutsches Archiv für Physiologie. 7. Bd. 4. Heft. 1882.
 4. Cuvier & Valenciennes. Histoire naturelle des Poissons. 1^{er} et 2^{me} vol. Paris 1828.
 5. J. Niemiec. Recherches morphologiques sur les ventouses dans le règne animal. Inaugural-Dissertation. Genève 1885.
 6. Frédéric Guitel. Recherches sur les Lepadogasters. Thèse présentée à la Faculté des sciences de Paris. Paris 1889.
 7. Frédéric Guitel. Recherches sur le développement des nageoires paires de Cyclopterus lumpus. Archives de Zool. exp. et gén. 3^{me} série. Tome IV.
 8. Fiebiger. Ueber die Bauchflossen der Gobii. Anatomischer Anzeiger. Band 27. 1905.
 9. Hamburger. Paarige Fischextremitäten. Inaugural-Dissertation. Genève 1904.
 10. Brehm. Tierleben. Fische. Leipzig u. Wien 1892.
 11. Wiedersheim. Grundriss der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. Jena 1906 u. 1910.
 12. Hertwig. Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere. Jena 1907.
 13. Gottlieb Beck. Ueber die Haftscheibe der Echeneis remora. Inaugural-Dissertation. Schaffhausen 1879.
 14. Schminkewitsch. Lehrbuch der vergl. Anatomie. Stuttgart 1910.
 15. Gegenbaur C. Untersuchungen zur vergl. Anatomie der Wirbeltiere. Leipzig 1864—1865.
-