

Schwimblase und die vier vordersten Wirbel bei *Cobitis taenia* L.

Von

LÉOPOLD BLOCH.

(Hiezu Tafel V und VI.)

(Als Manuskript am 13. Oktober 1915 eingegangen.)

Bei vielen Fischen besteht eine höchst merkwürdige Beziehung zwischen dem häutigen Gehörorgan und der Schwimblase, die in ihrer vollkommensten Form durch eine Kette von Knöchelchen hergestellt wird. Der Verfasser, der diese Skelettstücke zuerst erwähnt, ist Rosenthal¹⁾, doch gab erst Weber²⁾ einige Jahre später in seinem berühmten Werke eine genaue Beschreibung davon. Seither haben diese viele Forscher studiert. Sagemehl³⁾ hat sodann die 4 Fischfamilien (Characiniden, Siluroiden, Cypriniden und Gymnotiden) ausgesondert, die diese Knochenkette, den „Weberschen Apparat“, besitzen und fasste sie in der Unterordnung der *Ostariophyseae* zusammen.

Zu den Cypriniden wird die Unterfamilie der Cobitiden gezählt, welche nur durch drei in der Schweiz vorkommende Arten (*Misgurnus fossilis* Lacép., *Nemachilus barbatulus* Günther und *Cobitis taenia* L.) vertreten ist. Bei diesen Fischen treten zu der Kleinheit der Skeletteile der Besitz einer Knochenkapsel, in welche die Schwimblase eingeschlossen ist, und weitere Verknöcherungen hinzu, was eine wesentliche Komplikation der bei den normalen Cypriniden im allgemeinen bekannten Organisationsverhältnisse bedeutet. Der Webersche Apparat von *Misgurnus* wurde sehr sorgfältig von Weber, Sörensen⁴⁾ und Sidoriak⁵⁾ ⁶⁾; derjenige von *Nemachilus barb.* von

¹⁾ Rosenthal, Fr. Ichthyotom. Taf., Heft 1. Berlin 1812.

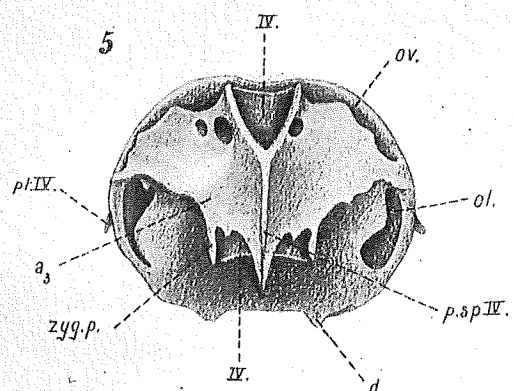
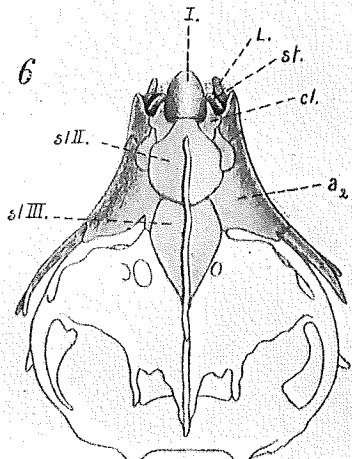
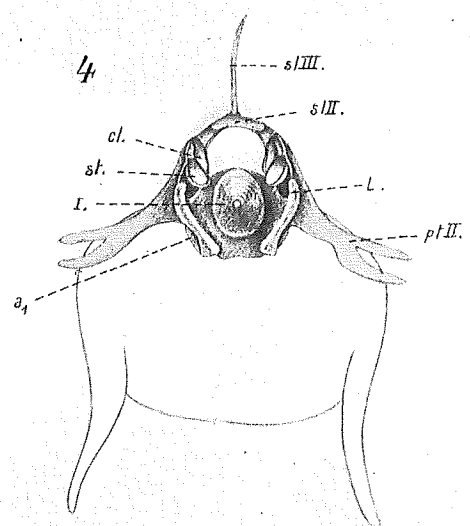
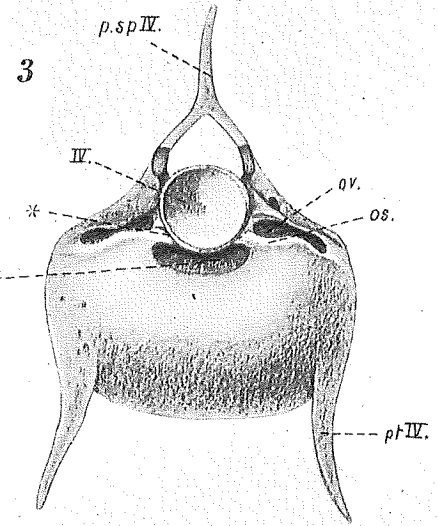
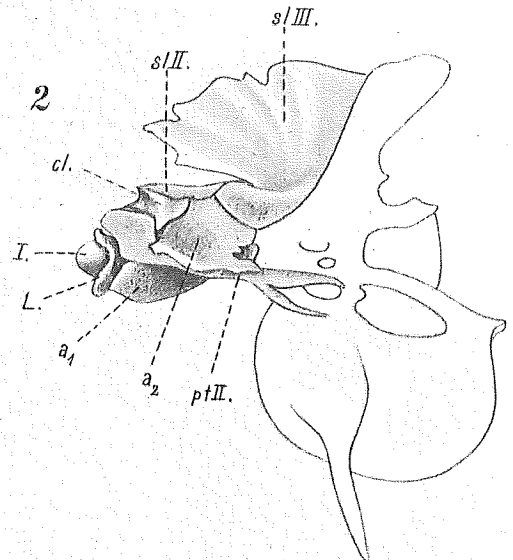
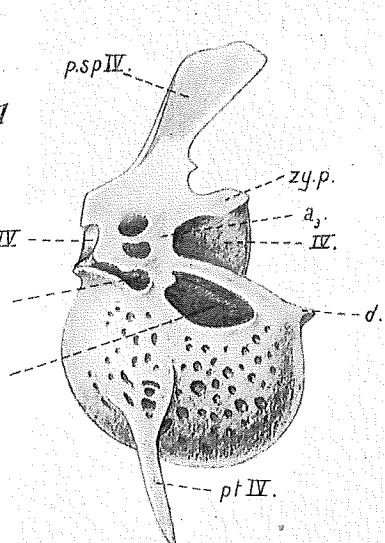
²⁾ Weber, E. H. De aure animalium aquatilium, Lipsiae 1820.

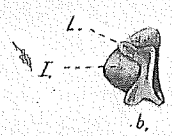
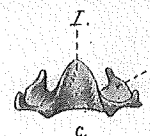
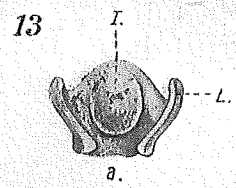
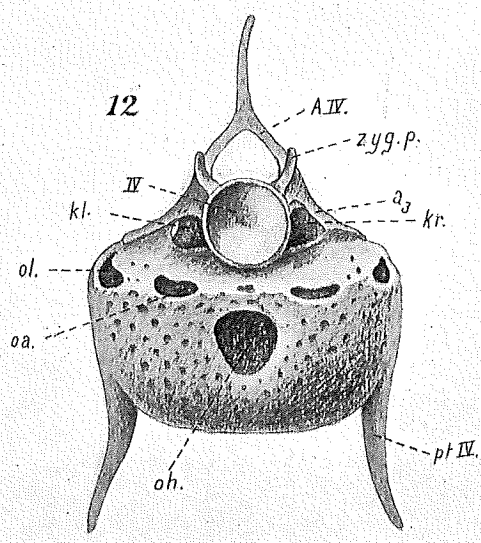
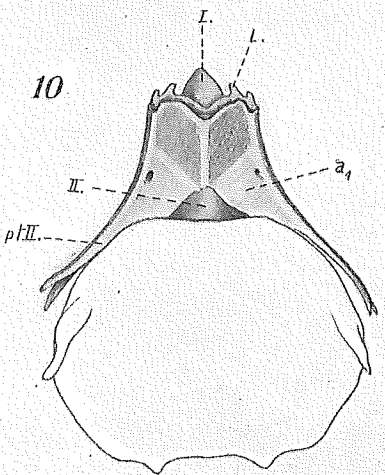
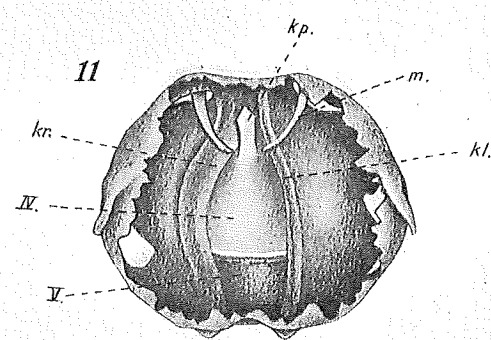
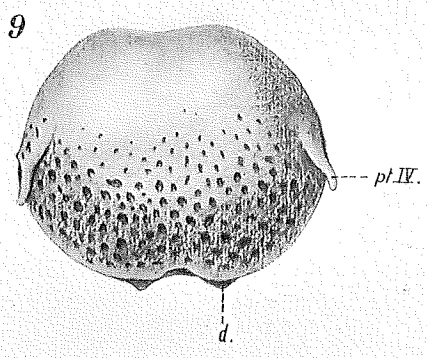
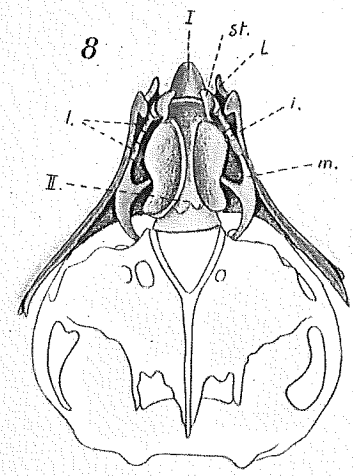
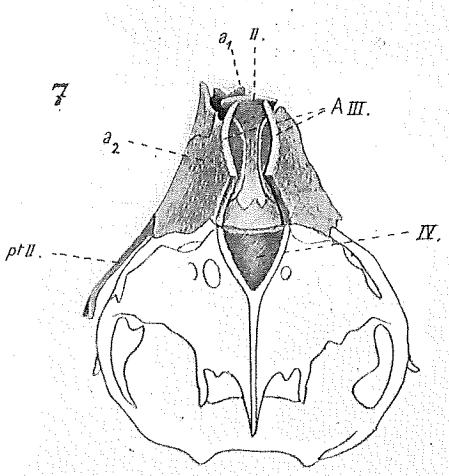
³⁾ Sagemehl, Beiträge zur vergl. Anatomie der Fische, III. Morphol. Jahrbuch, 1885.

⁴⁾ Sörensen William, Om Forbeninger i Svømmebraeren, Pleura og Aortas Vaeg etc. Kiöbenhavn 1890.

⁵⁾ Sidoriak, S. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des endolymphatischen Apparates der Fische. Anat. Anz., Bd. 15, 1898.

⁶⁾ id. Przyczynek do kwestji wzajemnego stosunku organu stuchu etc. Kosmos, Lemberg, 1900.





bei *Nemachilus barbatulus* verhältnismässig leicht gelingt, den ersten Wirbel von den benachbarten Knochenteilen vollständig zu isolieren.

Am hinteren Abschnitt des konischen Wirbelkörpers entspringen bei *Cobitis taenia* flügelartig zwei sehr kurze Querfortsätze (Fig. 13 a, L), die nach Sörensen und bestätigt durch Nusbaum bei den Cypriniden und Gadoiden nicht als Derivate des unteren Bogensystems, d. h. der Rippen zu betrachten sind. Auch hier stellen diese unechten Querfortsätze das an seinem inneren Ende verknöcherte Ligament dar, welches sich vom Schulterbogen zum Zentrum des ersten Wirbels erstreckt. Von vorn und auch von oben betrachtet (Fig. 13 a und b) erkennt man, wie diese Wirbelquerfortsätze nur mit dem unteren Abschnitt des Körpers verschmolzen sind, wodurch zu beiden Seiten desselben kurze, oberseits offene Rinnen entstehen, welche den mit Perilymphe erfüllten Raum bilden helfen, in welchem die Weberschen Knöchelchen eingeschlossen sind.

Nach hinten zu befindet sich der erste Wirbel mit dem zweiten in starrer Verbindung, die dadurch zustande kommt, dass über den vorderen Rand des zweiten Wirbelkörpers — von den Seiten die Querfortsätze des zweiten Wirbels (Fig. 2 *pt. II*) und von unten aponeurotische Elemente (Fig. 10 a_1), die mit dem Processus des zweiten Wirbels verschmolzen sind, — hinübergreifen und so dem ersten Wirbel ein festes Lager bereiten.

Die Elemente des oberen Bogensystems des ersten Wirbels sind nicht typisch ausgebildet. Sie haben Gliedstücke des Weberschen Apparates (Stapes und Claustrum) geliefert, die wir am Schlusse im Zusammenhange betrachten wollen.

Die Körper vom 2. und 3. Wirbel (2. falscher Wirbel) sind wie bei der Mehrzahl der Cypriniden vollständig miteinander verschmolzen. Es ist makroskopisch nicht möglich eine Grenze zwischen beiden nachzuweisen. Dieser 2. falsche Wirbel, der beinahe gleich lang wie ein normaler ist, besitzt zwei diskret entwickelte Neuralbogen (Fig. 7 *A III*). Sie sind als die des 3. wahren Wirbels aufzufassen, während die Bogen des zweiten Wirbels zu den Incudes entwickelt, d. h. in die Bildung des Weberschen Apparates mit einbezogen sind. Diese platten, senkrecht gestellten Knochen, d. h. die Neuralbogen *III*, helfen nicht nur die Seitenwandung des Rückenmarkskanals bilden, deren untere verdickte Teile sind als kurze, dicke Pflöcke in konische Vertiefungen des Wirbelkörpers fest eingesenkt, so dass dort der Boden des Rückenmarkskanals nur zum kleineren Teil, d. h. nur in der Medianebene, vom Wirbelkörper gebildet wird, zum grösseren Teil aber von eben diesen Pflöcken, die in der Medianebene einander beinahe berühren.

Oben sind diese Bogen abgeschlossen durch ein gesondert entwickeltes, grosses, unpaares Schlusstück (Fig. 2 und 6, sl_3). Dieses besteht aus 2 Teilen: aus einer basalen, sattelförmigen Platte und aus einer innig mit ihr verschmolzenen, in der Medianebene gelegenen „Spina“. Dieses sattelförmige Schlusstück sl_3 grenzt ferner hinten an die Bogen des 4. Wirbels und vorn an das unpaare Schlusstück des 2. Wirbels sl_2 , welches letzteres als flaches diskretes Knochenplättchen, ohne „Spina“ über dem Neuralkanal liegt und das dem vorderen oberen Teil der Neuralbogen *III*, sowie den Claustra (Weber) aufliegt. Es hat von oben gesehen eine fast kreisrunde, cranialwärts etwas ausgebuchtete Form. Diese Schlusstücke sind also, gerade so wie bei den Cyprinoiden, beide, auch das vordere, unpaarig. Es bleibt wie bei den Cyprinoiden jedes zeitlebens getrennt vom andern. Ich hebe dies besonders hervor, da Sachs (pag. 733, 740) eine andere Auffassung vertritt.

Der Körper des 2. (falschen) Wirbels besitzt, wie bei den Cypriniden keine normal ausgebildeten Rippen. Er trägt nur ein Paar schräg nach hinten gerichtete, hinten gabelig gespaltene Querfortsätze (Fig. 2, 4, 6 *pt II*). Sie gehören dem 2. (wahren) Wirbel an und umfassen an ihrem proximalen Ende, wie bereits bemerkt, nicht nur ihren zugehörigen Körper von den Seiten und sind mit ihm verwachsen, sondern sie greifen vorn noch über den Wirbelkörper hinaus und umgeben den hinteren Abschnitt des 1. Wirbelkörpers, ohne jedoch mit diesem zu verschmelzen. Mit ihren distalen, gabelig geteilten Enden bedecken sie die äussere Partie der vorderen Öffnungen der Knochenkapsel, immerhin so, dass noch ein kleiner Abstand bestehen bleibt. Das zweite untere Bogenpaar, das dem 3. (wahren) Wirbel zugehört, ist in die Mallei des Weberschen Apparates umgewandelt.

Körper und obere Bogen des 4. Wirbels (Fig. 1 *p. sp*) verhalten sich wie die entsprechenden Skeletteile eines normalen Wirbels, d. h. sie sind verschmolzen. Inbezug auf das untere Bogensystem dieses Wirbels besteht jedoch gleich wie bei den übrigen Cobitiden gegenüber den normalen Cypriniden ein Unterschied, was durchgreifende Veränderungen mehrerer anderer Organisationsverhältnisse zur Folge hat.

Bei den normalen Cyprinoiden ist das untere Bogensystem in charakteristischer Form zu den *ossa suspensoria* (Sörensen) umgestaltet. Sie wurden von Sörensen so genannt, weil sie bei der Mehrzahl der *Ostariophyseae* die Aufgabe haben, der vorderen oberen Seite der Schwimmlase einen Anheftungspunkt zu liefern. (Bei den Siluroiden ist die Schwimmlase nicht nur an den Querfortsätzen des 4. Wirbels

angeheftet, sondern auch noch an den Querfortsätzen einiger folgender Wirbel.) Diese *ossa suspensoria* sind bei den Cyprinoiden zu beiden Seiten des 4. Wirbelkörpers derart tief in Gruben eingesenkt, dass sie auf der Unterseite des Wirbels beinahe zusammenstossen. Jeder dieser paarigen Knochen besteht aus zwei Partien: einer äusseren, rippenähnlichen (sie ist aber nur als die Basalpartie der Rippe aufzufassen), welche sich über den Malleus legt, und einer innern Partie, welche die Form einer Platte hat und die mit jener der andern Seite in der Medianebene zusammentrifft, wodurch sich zwischen diesen platten Auswüchsen und dem Wirbelkörper ein Kanal bildet, in welchem die Aorta verläuft, und durch welchen die Verbindung zwischen den Abdominalnieren und deren cephalen Teil stattfindet. Die Form und Lage dieser innern Platte kann bei verschiedenen Gattungen etwas verschieden sein. Sie kann nach hinten absteigen, senkrecht stehen oder auch nach vorn gerichtet sein.

Bei *Cobitis taenia*, diesem anormalen Cypriniden, sind die *ossa suspensoria* auch vorhanden, aber nicht ohne weiteres zu erkennen, indem sie adherierende Bestandteile der Knochenkapsel bilden, in welche die Schwimmblase eingeschlossen ist. Sobald verknöcherte Teile der Schwimmblase — und als solche ist die Knochenkapsel aufzufassen — mit fremden Skeletteilen verschmelzen, ist es selbstverständlich schwierig festzustellen, wieviel von der Verknöcherung den fremden Skeletteilen zukommt und wieviel der Schwimmblase. Ehe wir hierauf eine Antwort geben können, wie diese Verhältnisse bei *Cobitis taenia* liegen, wird es zweckmässig sein, uns der Beschreibung der Knochenkapsel und der Schwimmblase zuzuwenden.

Die Knochenkapsel (Fig. 1, 5) liegt unter dem 4. (wahren) und zu einem Teil noch unter dem 5. Wirbel, ist aber nur mit ersterem verwachsen. Mit ihrem zugehörigen Wirbel lässt sie sich vollständig isolieren. Sie ist breiter als lang. Bei einem Exemplar von 9 cm Länge beträgt der Querdurchmesser 3 mm, während der anteroposteriore nur 2,5 mm misst. Die knöcherne Masse, aus welcher die Kapsel besteht, ist nicht kompakt, sie bildet ein zierliches, namentlich auf der unteren und hinteren, weniger auf der vorderen und oberen Seite siebartig durchlöchertes Knochenetz (Fig. 9, 11). Man kann deutlich einen oberen deckelartigen Teil, der sich gleichsam unter den 4. Wirbelkörper schiebt, wobei er vorn mit den *ossa suspensoria* und hinten mit dem 4. Wirbelkörper verschmolzen ist, von einem unteren schalenförmigen unterscheiden. Der schalenförmige Teil ist an seiner unteren Seite ziemlich stark flachgedrückt und vorn und hinten ein wenig einwärts gebuchtet.

An fünf Stellen besitzt die Kapsel Öffnungen von grösserer Ausdehnung, von denen zwei Paare sich direkt unterhalb des „Deckels“ befinden: 1. Das erste Paar liegt vorn an der Kapsel. Diese vorderen Öffnungen (Fig. 3 *ov*) sind bisquitförmig. Durch sie dringen die Mallei in die Schwimmlasenkapselföhle ein. 2. Das zweite Paar liegt auf beiden Seiten der Kapsel. Diese seitlichen Öffnungen (Fig. 1 *ol*) sind annähernd oval und etwas grösser als die vorderen. Sie liegen hinter dem *Operculum* wenig weit unter der Körperhaut, indem an dieser Stelle die Stammesmuskulatur auseinanderklafft. Eine dünne Schicht von halbgelatinöser Masse trennt die Öffnungen von der Körperhaut. 3. Die fünfte hintere, annähernd kreisrunde Öffnung (Fig. 12 *oh*), durch welche die in der Kapsel eingeschlossene Schwimmlase ein wenig vorsteht, haben wir in der Mittellinie der hinteren Kapselwandung zu suchen. — Ausser diesen fünf sind noch zwei weitere accessorische Öffnungen zu erwähnen, welche jederseits oben auf der hinteren Seite gelegen sind (Fig. 12 *oa*). Der dorsale Rand dieser Öffnungen, der vom oben erwähnten Deckel gebildet wird, springt in Form eines über die Öffnung überhängenden Daches vor (Fig. 1, 5, 9 *d*). Der Längsdurchmesser dieser Öffnungen misst allerdings nur $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ mm, aber es scheinen diese Gebilde nicht nur ein konstantes Merkmal der Knochenkapsel von *Cobitis taenia* zu sein, sondern auch von *Misgurnus foss.*, wo wir sie ebenfalls gefunden, obwohl für diese Gattung deren Existenz von Nusbaum und Sidoriak¹⁾ p. 215 bestritten wurde. Wir sehen also, die Kapsel zeigt die gleichen Öffnungen wie die bei *Misgurnus* und ist nur in ihrer Form von jener abweichend.

Sie weist indessen noch eine weitere Eigentümlichkeit auf, die ihr ein charakteristisches Gepräge gibt. Im vorderen Abschnitt derselben, gleichsam vom Wirbelkörper ausgehend und über der vorderen Öffnung verlaufend erhebt sich ein rippenähnlicher Fortsatz (Fig. 1, 3 *pt IV*), der parallel mit den nachfolgenden Rippen schräg nach unten und hinten zieht und der ungefähr 1 mm aus der Kapsel hervorragt. Die Natur dieses Fortsatzes zu erklären fällt keineswegs schwer. Betrachten wir die Kapsel von vorn, so erkennen wir ohne Mühe die Form der hier mit der Knochenkapsel innig verschmolzenen *ossa suspensoria* der normalen Cypriniden wieder. Sie sind auch, wie bei den Cypriniden mit dem Körper des 4. Wirbels verschmolzen, aber es lässt sich doch noch eine feine Linie wahrnehmen, welche Körper und *os suspensorium* abgrenzt (Fig. 3 *). Der Fortsatz, d. h.

¹⁾ Nusbaum Józef und Sidoriak Szymon: Das anatom. Verhältnis zwischen dem Gehörorgan und der Schwimmlase bei dem Schleimbeisser. *Anatom. Anz.*, Bd. XVI, 1899, Nr. 9.

das aus der Kapsel hervorragende Stachelspitzchen ist als die äussere, rippenähnliche Partie des *os suspensorium* der normalen Cypriniden aufzufassen; aber auch die plattenförmigen Partien, die bei den normalen Cypriniden in der Medianebene zusammenstossen, sind angedeutet. Selbst der durch den 4. Wirbelkörper und die *ossa suspensoria* gebildete Kanal, durch den bei den Cypriniden Aorta und Nierenvene verlaufen, ist vorhanden (Fig. 3**). Er ist direkt unter dem 4. Wirbelkörper „scheinbar“ als Grube erkennbar. Es besteht indessen zwischen *Cobitis taenia* und den normalen Cypriniden der nämliche Unterschied, wie er von Sörensen für *Misgurnus* festgestellt wurde. Wir müssen kurz darauf eingehen. „Die Nieren bilden einen cephalen und einen abdominalen Teil. Ersterer ist vor, letzterer hinter und über der Schwimmblase gelagert. Bei der Mehrzahl der Cypriniden befindet sich, wie schon bemerkt, unter der Mitte des 4. Wirbels ein vom Wirbelkörper und den zwei von unten zusammenstossenden *ossa suspensoria* gebildeter Kanal, durch welchen die Aorta zieht und durch welchen die Verbindung zwischen den Abdominalnieren und deren cephalen Teil stattfindet.“ Bei *Cobitis taenia* ist das anders. Wir haben weiter oben gesagt, die Knochenkapsel zerfalle in einen „Deckel“ und in einen schalenförmigen Teil. Dadurch nun, dass der deckelartige Teil im hinteren Abschnitt des 4. Wirbelkörpers mit diesem verschmolzen ist, haben Aorta und Nierenvene unmittelbar unter dem 4. Wirbelkörper keinen Platz mehr gefunden. Sie sind seit- und aufwärts gedrängt worden. Und das Bild, das uns die Kapsel bei der Betrachtung von hinten gewährt, wo links und rechts vom Wirbelkörper zwei Kanäle zu erkennen sind (Fig. 12 *kr* und *kl*), lässt uns kaum vermuten, dass in diesen zwei symmetrisch gelegenen Kanälen verschiedene Organe enthalten sind. Dem ist aber dennoch so. Brechen wir bei einem frisch getöteten oder in Alkohol konservierten Exemplar den schalenförmigen Teil der Knochenkapsel weg, entfernen auch die Schwimmblase und betrachten dann den deckelartigen Teil der Kapsel von innen (Fig. 11), so können wir leicht konstatieren, dass der linke Kanal die Aorta und der rechte die bedeutend mächtigere Nierenvene (es existiert nur eine) enthält, welche beide Kanäle nach vorn zu konvergieren. Zweifellos haben wir es bei den Wandungen dieser zwei Kanäle nicht mit Elementen des 4. Wirbels zu tun. Vielmehr dürften sie unterseits gebildet sein aus der verknöcherten Schwimmblasenhaut samt der Pleura, oberseits aber aus den dort verknöcherten Wandungen der Aorta bzw. Nierenvene (Fig. 1 und 12 *a₃*). Bei der Innenansicht sehen wir ferner in der Medianebene ein vom deckelartigen Teil der Knochenkapsel frei abstehendes, dünnes und schmales

Knochenplättchen (Fig. 11 *kp*), welches vom Wirbelkörper weg nach vorn zu frei in die Kapselhöhle hineinragt. Eine Untersuchung der Schwimmlase erklärt uns diese Bildung und bestätigt uns die Auffassung über die Bildung der Wandung der zwei oben genannten Kanäle, wenigstens was die untere Partie derselben betrifft.

Die Schwimmlase besitzt die gleiche Form wie die Knochenkapsel, die sie gewissermassen austapeziert, die vordere obere Region ausgenommen. Sie besteht aus zwei Häuten, aus einer äusseren und einer inneren. Die äussere ist aus zwei übereinander liegenden Schichten zusammengesetzt, deren straffe Bindegewebsfasern sich rechtwinklig kreuzen. Auf Flächenpräparaten lassen sich beide Schichten unter dem Mikroskop deutlich wahrnehmen, man braucht nur den Tubus zu heben oder zu senken. Die innere zartere Haut besteht aus lockigem Bindegewebe. Sie besitzt, soviel ich sehen kann, in der Medianebene von oben und unten in das Blasenlumen einspringende Falten, so dass dasselbe in zwei Räume geschieden zu sein scheint. Blutdrüsen habe ich keine beobachtet. Während nun die innere Schwimmlasenhaut überall die gleiche Dicke beibehält, ist das bei der äusseren nicht der Fall, indem diese auf der Dorsal-seite verknöchert ist, und zwar erstens am hinteren Ende des Malleus, dort wo er in die vordere Kapselöffnung hineinragt und mit derselben verwachsen ist, zweitens vorn und oben in der Medianebene in der Form des bereits erwähnten deckelartigen Teiles der Kapsel. Und indem es auch bei äusserster Vorsicht nicht gelingt, den dorsalen Teil der äusseren Schwimmlasenhaut mit der Pinzette aus der eröffneten Kapsel herauszuziehen, finden wir die Feststellung von Sörensen für *Misgurnus* auch hier bestätigt, dass es auf der Dorsal-seite in der Hauptsache die äussere verknöcherte Schwimmlasenhaut ist, die den „Deckel“ der Kapsel gebildet hat. Und zwar erstreckt sich die Verknöcherung von dem oben erwähnten, vom 4. Wirbelkörper frei abstehenden Knochenplättchen (*kp*) nach hinten, um mit dem 4. Wirbelkörper zu verschmelzen. Über dem Knochenplättchen und dem plattenförmigen Teil des *os suspensorium* ist so ein Raum freigebieben, in welchem Aorta und Nierenvene direkt unter dem vorderen Teil des 4. Wirbelkörpers ihren ursprünglichen Platz beibehalten konnten. Und es erklärt sich so ungezwungen, dass der durch die plattenförmigen Teile der *ossa suspensoria* gebildete Kanal, durch den Aorta und Nierenvene verlaufen, bei Betrachtung der Knochenkapsel von vorn, wohl noch sichtbar ist (Fig. 3 *), dagegen nicht von hinten. — Unterseits und hinten ist der schalenförmige Teil der Knochenkapsel mit der Pleura verwachsen. Und indem an dieser Stelle die äussere Schwimmlasenhaut ihre normale

Dicke besitzt, ist es augenscheinlich, dass hier die Kapsel wie bei *Misgurnus* als eine Bildung der Pleura aufzufassen ist.

In Verbindung mit der Schwimmblase ragt aus der 5. unpaaren Öffnung der Kapsel ein kaum $\frac{1}{2}$ mm messendes kugeliges Gebilde¹⁾ hervor, von dem, wie mir schien, ein solider zylindrischer Strang nach dem Schlunde zieht. Da ich davon keine Schnitte herstellte, konnte ich nicht entscheiden, ob es sich, wie Jaquet²⁾ angibt, um ein mit der Blasenhöhle frei kommunizierendes Bläschen oder um ein solides kugeliges Gebilde handelt.

Die Weberschen Knöchelchen: Von den gabelig gespaltenen Querfortsätzen des 2. Wirbels ziehen je zwei dünne Knochenlamellen proximalwärts. Die untere (Fig. 8 und 10 a_1) nach dem 2. (falschen) Wirbel; die obere (Fig. 2, 6 und 7 a_2) nach dem 3. Wirbelbogen, mit welchem sie verschmilzt. Dadurch entsteht zu beiden Seiten des Neuralkanals je ein weiterer Raum von dreieckigem Querschnitt. Diese zwei Räume sind nach hinten zu gefenstert, indem an dieselben die vorderen Öffnungen der Knochenkapsel stossen, welche ihrerseits durch die Schwimmblase verschlossen sind. Bei den normalen Cypriniden sind die Weberschen Knöchelchen von einem membranösen mit Perilymphe erfüllten Sack umhüllt, der sich vorn an den Schädel im Umkreis der grossen Öffnung des *os occipitale laterale* anlegt und der sich hinten bis zur Schwimmblase erstreckt. Eben diese Lage haben die Knochenplättchen, welche als die verknöcherten Wandungen des vorerwähnten häutigen Sackes zu betrachten sind. In den durch sie gebildeten zwei Räumen liegt der Webersche Apparat. Und es hat bei oberflächlicher Betrachtung der vier vordersten Wirbel (Fig. 6) das Aussehen, als läge er im Innern des Rückgrates verborgen.

Von der Seite betrachtet (Fig. 2) ist einzig der oberste Teil des Claustrums *cl* (Weber) sichtbar. Dieses zerfällt, wie man bei der Betrachtung von vorn (Fig. 4) feststellen kann, in zwei Partien, eben in die obere, auch von der Seite sichtbare, welche sich an das Schlusstück sl_2 anlehnt, mit dem sie ziemlich fest verbunden ist, und in eine untere Partie, die wie die obere an der Begrenzung des Rückenmarkskanals teilnimmt und die an ihrer Aussenseite konkav ist. — Aufruhend auf dem hinteren Teil des 1. und dem vorderen Teil des 2. Wirbelkörpers findet sich der muschelförmige Stapes (Weber) (Fig. 4 und 8 *st*), der die konkave

¹⁾ Es entspricht der wahren Schwimmblase, d. h. dem hinteren Abschnitt, während die in der Kapsel eingeschlossene Blase von *Cobitis* als das Divertikulum, d. h. die vordere Aussackung der Cyprinidenschwimmblase angesehen werden muss.

²⁾ Jaquet, M. Recherches sur la vessie natatoire des Loches d'Europe. Rev. suisse de zool., Tome II, Fasc. 4. 1894.

Seite nach innen kehrt und im Verein mit der unteren Partie des Claustrums das *atrium sinus imparis* (Weber) bildet. Bei den normalen Cypriniden ist der Stapes versehen mit zwei Fortsätzen: einem unteren, welcher in einer Vertiefung der oberen Seite des 1. Wirbelkörpers ruht und einem oberen schlank zugespitzten, welcher an den 3. Wirbelbogen angelehnt ist. Diese beiden Fortsätze sind bei den Cypriniden mit den genannten Knochen derart verbunden, dass sich der Stapes um sie wie um ein Scharnier drehen kann. Bei *Cobitis taenia* ist der untere Fortsatz nicht entwickelt. Auf der Oberseite des 1. Wirbelkörpers kann man keine Vertiefungen feststellen, die den beiden Stapedes hätten als Lager dienen können. Der obere Fortsatz ist deutlich erkennbar. Er endet von unten nach hinten und oben in eine scharf auslaufende Spitze, die gegen den 3. Wirbelbogen gerichtet ist. — Auf seiner Aussenseite besitzt der Stapes einen grossen Knopf, an welchem eine Sehne befestigt ist (Fig. 8 *l*), die zum Malleus zieht und in deren Mitte der Incus (Weber) *i* als winziges stabförmiges Knöchelchen eingelagert ist. Mit dieser Sehne ist das vordere Ende des halbmondförmigen Malleus (Weber) *m* verbunden, während die hintere hakenförmig nach innen gebogene Partie desselben in die vordere Öffnung der Knochenkapsel eindringt und mit der äusseren Schwimmblasenhaut verwächst (Fig. 11 *m*). Ein mittlerer Fortsatz des Malleus, der wie bei *Misgurnus* (vergl. Nusb. und Sidoriak) mit einem starken Band ausgestattet ist, senkt sich in eine grubenförmige Vertiefung des 2. (falschen) Wirbelkörpers dicht unterhalb des 3. Wirbelbogens, in welcher er wie in einer Gelenkgrube beweglich ist (Fig. 8).

Über die morphologische Deutung der Gliedstücke des Weberschen Apparates können wir uns kurz fassen, indem Nusbaum¹⁾ auf entwicklungsgeschichtlichem Wege nachgewiesen hat, dass das Claustrum, dessen Homologisierung bis in die jüngste Zeit Schwierigkeiten bereitete, als *processus spinosus* des ersten Wirbels aufzufassen ist. Der Stapes ist der umgewandelte obere Bogen des 1., der Incus das Rudiment, d. h. nur noch die Ligamentverknöcherung des nach aussen gerichteten Fortsatzes des oberen Bogens vom 2. Wirbel, während der Malleus die umgewandelte Rippe des 3. Wirbels darstellt. (Schlussstück *sl* 2 und *sl* 3 wären nach Nusb. p. 531 Schaltstücke.)

Die Form des Weberschen Apparates ist keine konstante und wechselt nicht nur bei den verschiedenen Ostariophysenfamilien,

¹⁾ Nusbaum, Jozef. Entwicklungsgesch. und morphol. Beurteilung der Occipitalregion des Schädels und der Weberschen Knöchelchen bei den Knochenfischen (*Cyprinus carpio* L.). Anat. Anz. Bd. XXXII, Nr. 21 und 22, p. 513.

sondern auch innerhalb derselben. Ich betone dies besonders, da Thilo¹⁾ die von mir beschriebene Form des Malleus von *Nemachilus barbatulus*, welche Gattung in so manchen Punkten von *Misgurnus* und *Cobitis taenia*, diesen zwei andern einheimischen Arten, abweicht, bezweifelt. Er schreibt:

„Die Weberschen Knöchelchen von *Gobio botia* fand ich ebenso wie bei *Botia*, bei *Cobitis fossilis*, *taenia* und *barbatula*. Ich hebe das hier besonders hervor, da Leopold Bloch angibt, dass die Weberschen Knöchelchen von *Cobitis barbatula* vollständig anders gebaut sind als bei andern *Cobitis*-Arten. Er teilt mit, dass er durch Maceration die Knöchelchen dargestellt habe. Hierdurch wurden sie offenbar zum Teil zerstört, nach seinen Abbildungen zu urteilen. Ich besitze in meiner Sammlung ein Präparat, das ich mit Hilfe von Uhrmacherfeilen hergestellt habe, ohne Maceration. Es zeigt vollständig deutlich genau dieselben Weberschen Knöchelchen, wie sie unser Schlammbeisser hat.“

Die Bestreitung meines Befundes bei *Nemachilus barb.* kann ich Thilo nicht gelten lassen. Schon ein Blick auf meine Abbildungen offenbart, dass Maceration unmöglich eine derartig eigentümliche Form erzeugt haben kann. Aber auch durch Isolierung des Weberschen Apparates von frischen und auch von in Alkohol gehärteten Objekten, bei denen eine Maceration ausgeschlossen war, habe ich mich neuerdings überzeugt, dass meine damalige Beschreibung richtig ist. Das Vorderende des Malleus von *Nemachilus barb.* ist kurz, das Hinterende eher noch kürzer und abgestumpft. Es bildet mit der Schwimmblase, welche sich an dieses abgeschnittene Ende anheftet, keine Verknöcherung. Einzig der mittlere Fortsatz, welcher in der grubenförmigen Vertiefung des dritten Wirbelkörpers artikuliert, ist lang. Ich bin bereit, meine frischen Präparate für eine allfällige Nachprüfung zur Verfügung zu halten. Es mag noch hinzugefügt werden, dass Sörensen in seinen „Forbeninger“ einige Jahre früher für *Nemachilus strauchii* Kessl. eine ganz ähnliche Form des Malleus abgebildet und beschrieben hat. Herr Thilo wird Bedacht nehmen müssen, wie diese Malleusform mit seiner Theorie über die Funktion des Weberschen Apparates trotzdem in Einklang zu bringen ist.

Diese Untersuchungen wurden zum grössten Teil in Grenchen durchgeführt. Zur Anfertigung einiger Präparate und der Zeichnungen bediente ich mich eines Zeiss'schen binokularen Mikroskopes,

¹⁾ Thilo, Dr., Otto, Riga. Verknöcherte Schwimmblasen. Zool. Anz. Bd. XLI, 1913, Nr. 7, p. 290.

das mir Herr Dr. K pfer in Zürich freundlichst zur Verfügung stellte. Herr Prof. Dr. K. Hescheler hat mir meine Untersuchungen dadurch bedeutend erleichtert, dass er mir die Benützung der wertvollen Bibliothek des zoologischen Institutes der Universität gütigst bewilligte. Obgenannten Herren, sowie Frl. Dr. Daiber bin ich für ihr reges Interesse, das sie meiner Arbeit entgegengebracht haben, zu warmem Dank verpflichtet.

Erklärung der Abbildungen.

Allgemeine Bezeichnungen.

<i>I, II, IV</i> . . .	Körper des ersten, zweiten (falschen), vierten . . . Wirbels.
<i>A III, IV</i>	oberer Bogen des dritten und vierten Wirbels.
<i>a</i>	Aponeurose.
<i>d</i>	Vorsprung des deckelartigen Teiles der Kapsel.
<i>cl</i>	Claustrum (Weber).
<i>i</i>	Incus (Weber).
<i>L</i>	unechter Querfortsatz des ersten Wirbels.
<i>l</i>	Ligament der Weberschen Kn�chelchen.
<i>m</i>	Malleus (Weber).
<i>st</i>	Stapes (Weber).
<i>os</i>	<i>Os suspensorium</i> (S�rensen).
<i>ov</i>	vordere paarige
<i>ol</i>	seitliche "
<i>oh</i>	hintere unpaare
<i>oa</i>	accessorische
	} Öffnung der Knochenkapsel.
<i>p sp</i>	<i>Processus spinosus</i> .
<i>pt</i>	<i>Processus transversus</i> .
<i>sl</i>	Schlussst�ck.
<i>zy a</i>	Zygapophyse des Neuralbogens.
<i>zy p</i>	" " Wirbelkörpers.

Spezielle Figurenerkl rungen.

- Fig. 1. Knochenkapsel isoliert, von der linken Seite gesehen. 15 mal vergrössert.
 Fig. 2. Die vier vordersten Wirbel in Zusammenhang mit der Knochenkapsel von der linken Seite gesehen.
 Fig. 3. Knochenkapsel isoliert, von vorn gesehen.
 * Stelle, wo *os suspensorium* mit dem Körper des 4. Wirbels verbunden ist.
 ** Kanal, durch welchen auch bei den normalen Cyprinoiden Aorta und Nierenvene tritt.
 Fig. 4. Die vier vordersten Wirbel und die Knochenkapsel, von vorn gesehen.
 Fig. 5. Isolierte Knochenkapsel, von oben gesehen.
 Fig. 6. Die vier vordersten Wirbel und die Knochenkapsel, von oben gesehen.

- Fig. 7. Zweiter (falscher) und vierter Wirbel nach Entfernung von Schlusstück *sl II* und *sl III*, sowie des Weberschen Apparates, von oben gesehen.
- Fig. 8. Die vier vordersten Wirbel und die Knochenkapsel nach Entfernung von Schlusstück *sl II* und *sl III*, dem Wirbelbogen *A III* samt der Aponeurose α_2 , von oben gesehen. In der Tiefe gewahrt man die Aponeurose α_1 .
- Fig. 9. Knochenkapsel isoliert, von unten gesehen.
- Fig. 10. Die vier vordersten Wirbel in Zusammenhang mit der Knochenkapsel. Die Aponeurose α_1 ist in ihrer ganzen Ausdehnung sichtbar.
- Fig. 11. Knochenkapsel isoliert, von unten gesehen, aufgebrochen.
kl Kanal links, die Aorta einschliessend.
kr Kanal rechts, die Nierenvene einschliessend.
kp schmales Knochenplättchen, welches vom Wirbelkörper IV frei in die Kapselhöhle hineinragt.
- Fig. 12. Knochenkapsel, von hinten gesehen. Bezeichnungen wie bei Fig. 11.
- Fig. 13. *a.* Erster Wirbel isoliert von vorn.
b. " " " " der Seite.
c. " " " " oben.