SEP 27 1900

Schwimmblase, Knochenkapsel und Weber'scher Apparat von Nemachilus barbatulus Günther.

Von

Leopold Bloch.

Hierzu Tafel I u. II und 12 Figuren im Text.

1. Vorrede.

Im Jahre 1894 erschien in der Revue suisse de Zoologie eine Arbeit von Jaquet (40): Recherches sur la vessie natatoire des Loches d'Europe [1]). Er kam durch seine Untersuchungen zu dem Schlusse, daß diese Fische nicht zu den Physostomen zu rechnen seien, da alle 3 Species eine geschlossene Schwimmblase besitzen. Seither ist meines Wissens diese Ansicht nicht widerlegt worden. Allerdings steht mit derselben eine Anmerkung im Widerspruch, die sich in Wiedersheim's (71) Lehrbuch d. vergl. Anat. von 1886, S. 471 findet. [Ich ziehe die Auflage von 1886 zum Vergleich heran, weil die neueren auf eine Rücksichtnahme der Cobitiden [1]) überhaupt verzichten.] Sie lautet: „Wie es scheint, finden sich bei Cobitis fossilis L. (Misgurnus foss. Lacép.) ganz ähnliche Verhältnisse C. Hasse), wie bei den vier Physostomen-Familien: Siluroiden, Gymnotiden, Characiniden und Cyprinoiden, welche eine Knochenkette, den Weber'schen Apparat, besitzen." Ich hielt in Anbetracht dieses Sachverhaltes es für wünschenswert, diesen Widerspruch zu heben, d. h. zu entscheiden, ob die Cobitiden zu einer der vier mit dem Weber'schen Apparat versehenen Familien, also zu den Physostomen, oder aber zu den Physoclisten zu rechnen seien. Einerseits schien mich die Erwägung — da doch im allgemeinen für die Zuteilung einer Gattung zu den Physostomen oder zu den Physoclisten das Vorhandensein oder das Fehlen eines Luftganges (Ductus pneumaticus) bestimmend ist — dahin zu führen, Jaquet's Auffassung beizupflichten; andererseits verursachte in mir wiederum die folgende Anmerkung Sagemehl's (57) ernsthaftes Bedenken. Er schreibt S. 22: „Außer den angegebenen vier Physostomenfamilien sind zur

1) Dahin gehören Misgurnus fossilis Lacép., Cobitis taenia L., Nemachilus barbatulus Günther.

Zeit keine anderen bekannt, die einen Weber'schen Apparat besitzen und die sich durch die Existenz desselben als nahe Verwandte der ostariophysen [1]) Knochenfische charakterisieren würden" (d. h. als nahe Verwandte der vier schon genannten Physostomenfamilien). Wenn also die Cobitiden die Weber'schen Knöchelchen besitzen und es nach Sagemehl u. a. keine Physoclisten giebt, welche diesen Weber'schen Apparat aufweisen, so ist der Entscheid zu treffen, welches dieser zwei Merkmale, von denen das eine nur typisch ist für gewisse Physostomen, aber nie für Physoclisten, das andere für Physoclisten, Recht auf Berücksichtigung hat.

Nach dieser Ueberlegung hielt ich es für wahrscheinlich, daß Jaquet (40) kaum recht haben konnte, indem wohl das Fehlen eines offenen Ductus pneumaticus für den Fall, daß die Cobitiden den Weber'schen Apparat überhaupt besitzen, nicht entscheidend sein dürfte für die Zuteilung derselben zu den Physoclisten, denn es ist allgemein bekannt, daß bei Rückbildungen — und mit modifizierten Schwimmblasen haben wir es bei diesen Cobitiden zu thun — ein häutiger Gewebestrang, wie der Ductus pneumaticus einen darstellt, nicht immer konservativ bleiben kann. Und in der That fand diese Ueberlegung ihre Rechtfertigung bei der Durchsicht der Arbeit von Herzenstein (35, S. 3—4), wo darauf hingewiesen wird, daß dem Baue der Schwimmblase im Gegensatz zu allen anderen Organisationsverhältnissen schwerlich eine überwiegende Bedeutung zugeschrieben werden kann, und daß ein einziges Kennzeichen, welchem Organsystem es auch entnommen sein möge, niemals zur Begründung einer mehr oder weniger natürlichen Anordnung, weder in höheren noch in den niederen Einheiten des Systems, dienen kann. Auch hat schon Delaroche (13) S. 189—190 hervorgehoben, in wie geringem Zusammenhange die An- oder gänzliche Abwesenheit der Schwimmblase mit der übrigen Organisation steht, und speciell die Möglichkeit der An- oder Abwesenheit der Schwimmblase innerhalb einer Gattung hervorgehoben. Allerdings muß hier bemerkt werden, daß keine Ostariophyseae bekannt geworden sind, die der Schwimmblase entbehren. Leicht ließen sich eine Menge von Beispielen anführen, wo bei der Anordnung im System die Vernachlässigung einzelner (differenter) Merkmale durch tiefer greifende Uebereinstimmungen gerechtfertigt wäre. Der Vollständigkeit wegen sei hier noch erwähnt, daß es auch Cobitiden giebt, die einen offenen Ductus pneumaticus besitzen, z. B. Nemachilus Strauchii (Sörensen, 63).

Schon beim Studium der einschlägigen Litteratur wurde es mir zur Gewißheit, daß die Cobitiden Europas den Weber'schen Apparat besitzen und daß die Zugehörigkeit derselben zu den Physostomen, speciell den Cyprinoiden, eine schon längst ausgemachte Sache ist. Dennoch entschloß ich mich, einige Verhältnisse an den vorderen Wirbeln von

1) Von *ὀστάριον*, Knöchelchen, und *φύση*, Blase (Schwimmblase).

Nemachilus barb. genau zu studieren, weil ich mich überzeugen konnte, daß eine genaue morphologische Beschreibung dieser Verhältnisse bei Nem. barb. (und wohl auch Cob. taen.) nirgends existiert (auch die Beschreibung durch Jaquet, 40, ist nicht ausgenommen), dagegen wohl eine solche von Misgurnus fossilis durch Sörensen (63). Daß solch ein genaues Studium der vorderen Wirbel, mit denen die Knochenkapsel in Verbindung steht, abgesehen von der Frage, welche sich auf die Weber'schen Knöchelchen bezieht, nicht überflüssig war, mag aus folgendem Beispiel ersehen werden. Die Schwimmblase von Nemachilus barbatulus ist nämlich, wie wir später einläßlicher beschreiben werden, eingeschlossen in eine Knochenkapsel. Nach Weber (70), Grobben (29), Fatio (16) steht letztere in Verbindung mit dem zweiten und dritten Wirbel, nach Siebold (61) (bei der Gattung Cobitis überhaupt) mit dem ersten, nach Valenciennes (12) mit dem ersten, zweiten und dritten, nach Rosenthal (55) und Jaquet (40) mit dem ersten und zweiten. Man kann nicht sagen, daß die Angaben der Forscher in diesem Punkte sich in großer Uebereinstimmung befinden, doch war ich wenigstens sicher, die Schwimmblasenkapsel nicht an den Abdominalwirbeln suchen zu müssen. Auch abgesehen von der Lösung dieser Frage, glaube ich im folgenden von früheren Darstellungen einiges Abweichende beibringen zu können.

---

2. Einleitung.

Bei der Betrachtung der Körperhaut von Nem. barb. unmittelbar hinter dem oberen Rande des Kiemendeckels fällt bisweilen eine Stelle durch etwas dunklere Pigmentierung auf. Nachdem man die Körperhaut weggehoben hat, gewahrt man, daß gerade hier die dorsalen (*ldm* Fig. 1) und die ventralen (*lvm* Fig. 1) Hälften der Seitenrumpfmuskulatur nicht zusammenstoßen, sondern eine Oeffnung frei lassen (*icv*), die oval und mit aufgeworfenen Rändern (*ev*) versehen ist. In der Tiefe der Oeffnung vermag man eine glänzende Membran zu beobachten. Dies ist die Schwimmblase. Die aufgeworfenen Ränder gehören der schon erwähnten Knochenkapsel an, welche an der Wirbelsäule festgeheftet ist und die Schwimmblase beinahe gänzlich umschließt. Die vorerwähnte Oeffnung wurde von Hasse (33, S. 595) „Introitus capsulae vesicae“ bezeichnet, was der „lateral cutaneous area“ von Bridge und Haddon (7, S. 313) entspricht. Ueber einen Teil der Schwimmblase zieht

also bloß die Haut hinweg. — Wir wollen versuchen, die Knochenkapsel, welche komplizierter gebaut ist, als man sich es bei flüchtiger Betrachtung denken könnte, genau zu studieren, um nachher dann der Schwimmblase selbst noch einige Aufmerksamkeit zu schenken. Diese Knochenkapsel ist verhältnismäßig stark mit der Wirbelsäule verschmolzen, sodaß es uns nicht sogleich gelingt, weder die Zahl der Wirbel zu bestimmen, welche bei deren Bildung in Mitleidenschaft gezogen wurden, daher jene auseinandergehenden Befunde, noch zu begreifen, auf welche Weise dies geschah. Es hat die Knochenkapsel von den Forschern die verschiedensten Deutungen erfahren, so daß wir diese, sowie auch andere Fragen, erst später beantworten können.

Normaler Wirbel: Es wird am besten sein, wenn wir uns vorerst kurz in Kenntnis setzen vom Bau eines normalen Wirbels der Bartgrundel; denn die normalen Wirbel erhalten sich deutlich gesondert voneinander, jene, die mit der Schwimmblasenkapsel verschmolzen sind, dagegen nicht immer. Nur die Kenntnis der Gestalt eines normalen Wirbels verhilft uns dazu, modifizierte Verhältnisse leicht zu begreifen. Der normale Wirbelkörper hat ungefähr die Gestalt eines auf beiden Endflächen ausgehöhlten Cylinders. Er ist bikonkav oder amphicöl. Der zwischen zwei Wirbelkörpern liegende, doppelkegelförmige Raum ist von Chordagewebe ausgefüllt. Diese normalen Wirbelkörper tragen zwei Bogensysteme: das obere Bogensystem, welches das Rückenmark umhüllt, und das untere, das im vorderen Teil des Körpers seitlich absteht. — Das obere Bogensystem besteht aus Knochenbogen, die in korrespondierenden Paaren jederseits mit der Oberseite der bezüglichen Wirbelkörper verschmolzen sind. Sie stoßen über dem Rückenmark von beiden Seiten zusammen, verschmelzen dort miteinander und tragen einen Dornfortsatz, welcher fest mit ihnen verwachsen ist. Er bildet gleichsam das spitz ausgezogene Ende der vereinigten oberen Bogen (Fig. 3 *p.sp. IV*). Die Bezeichnung Neurapophysen, Neuralbogen, wollen wir in dem üblichen Sinne für diese oberen Bogen beibehalten. Sie sind jedoch noch nicht erschöpfend beschrieben worden, indem von ihrer gegenseitigen gelenkigen Verbindung, welche eine den Processus articulares der höheren Wirbeltiere analoge Bildung ist, noch nicht gesprochen wurde. Wir haben es an den normalen Wirbeln zu thun mit zwei Gruppen von Gelenkfortsätzen; die einen sind paarige Fortsätze der Neuralbogen (Fig. 2, *zy.a V*, *zy.a IV*), die anderen solche der Wirbelkörper (Fig. 2, 3, 4 *zy.p IV*, *zy.p V*,

zy.p VI). Es artikuliert nun jeweilen ein Fortsatz des Wirbelkörpers mit dem Fortsatz des caudalwärts liegenden Neuralbogens. Die Fortsätze der Wirbelkörper sind bei den Wirbeln der Bartgrundel beinahe bis auf halbe Höhe getrennt von den Bogen, allein sie können bei anderen Knochenfischen auch vollständig mit ihnen verschmelzen. Wir wollen mit HAYEK (34, S. 241) und DOLLO (14, S. 9) diese Gelenkfortsätze Zygapophysen nennen (Proc. fulcientes, „Laceneproces" SÖRENSEN, 63, S. 92; vergl. auch STANNIUS, 66, S. 115). — Das untere Bogensystem, soweit es für uns in Frage kommt, besteht pro Wirbel aus je 2 paarigen Stücken. Auf jeder Seite des Wirbelkörpers ist ein konisch abgerundetes, kurzes Grundstück, Basalstumpf, in einer Grube unbeweglich eingesenkt (Fig. 2, 4 *ba V*). Mit diesen Grundstücken sind nun die Rippen (Fig. 2 *co VI*), welche sich von vorn-oben, schräg nach unten-hinten erstrecken, gelenkig verbunden. Es kommt bei ihnen nie zu einem ventralen Zusammenschluß. Am erwachsenen Wirbel von Nem. barb. ist also gleich wie bei allen übrigen Teleostiern nur ein Rippenpaar zu beobachten. Am primären Skelett ist allerdings das gleichzeitige Vorkommen oberer und unterer Rippenpaare nachgewiesen worden (GÖPPERT, 24). Indessen sind nur die unteren Rippen, „Pleuralbogen", bei den erwachsenen Tieren zur Entwickelung gelangt, und es hat schon GÖTTE (25) klar erkannt, daß nur die Selachier und Amphibien Skelettstücke besitzen, die den für die Amnioten traditionellen Namen „Rippen" beanspruchen dürfen, daß dagegen die unter gleichem Namen beschriebenen Gebilde der Ganoiden und Teleostier etwas von den Amniotenrippen Verschiedenes, „Pleuralbogen" sind. Gleichwohl werden wir für die als abgegliederte Teile der primitiven Basalstümpfe aufzufassenden Pleuralbogen den Namen Rippen gebrauchen, weil dem so üblich ist. — Unter dem Ausdrucke „Processus transversus" (Fig. 6 *pt II*) (apophyse transverse — BEAUDELOT, 3, Querfortsatz — AUG. MÜLLER, 46, TVAERTAP-SÖRENSEN, 63) wollen wir den Fortsatz des Wirbelkörpers verstehen, welcher das mit dem Wirbelkörper verschmolzene Homologon des Basalstumpfes ist. Allerdings will es uns scheinen, daß, wenn man die vorher erwähnte Genese der Rippen in Betracht zieht, man nie im Stande ist zu behaupten, ein Proc. transv. ist ein echter, wenn überhaupt keine Rippe zur Ausbildung gelangt ist. SÖRENSEN (63, S. 86):

„Tvaertappen paa 2 den Hvirvel er Ribbenets Grundstykke; det egentlige Ribbeen er efter mit Skjoen ikke kommet til Udvikling. Den er altsaa en aegte Processus transversus".

„Der Querfortsatz auf dem 2. Wirbel ist das Grundstück der Rippe; die eigentliche Rippe ist nach meinem Dafürhalten nicht zur Entwickelung gekommen. Er ist also ein echter Processus transversus."

In einem Falle, wo die Rippe nicht zur Entwickelung gelangt ist, wird es dem Forscher frei stehen, den Processus transversus gemäß unserer Definition aufzufassen als echten Proc. transv. oder aber als Proc. transv. + nicht abgegliederte Rippe. Für beide Auffassungsweisen wollen wir mit Sörensen den Proc. transv. als echten bezeichnen im Gegensatz zu jenen falschen Wirbelquerfortsätzen, von denen wir mit Bestimmtheit wissen, daß sich an ihnen secundär hinzugetretene Teile befinden.

Erster Wirbel: Suchen wir nun bei der Betrachtung des vordersten Wirbels zurecht zu kommen. Im Bereiche der Abteilung der Teleostier sind Umgestaltungen der ersten Wirbel sowie auch Verbindungen derselben mit Knochen des Craniums häufig, so daß oft die verschiedenen bei den normalen Wirbeln namhaft gemachten Elemente hier nicht leicht oder nicht mehr zu erkennen sind. Die einläßliche Prüfung eines einzelnen Falles, wie wir einen vor uns haben, gestaltet sich zu einer umfassenden Aufgabe und wir dürfen darauf nicht verzichten, auf manche andere Organisationsverhältnisse einzugehen. Wenn man ferner in Betracht zieht, daß der Weber'sche Apparat und die Knochenkapsel der Schwimmblase neben den primären Umgestaltungen, welche die ersten Wirbel der Teleostier im allgemeinen erfahren können, als sekundäre Einrichtungen aufzufassen sind, so wird ersichtlich, daß die Deutung einzelner Skelettstücke ohne Rücksichtnahme auf entwickelungsgeschichtliche Studien sehr schwer fallen würde, und dies, obschon der Charakter des vorderen Teiles der Wirbelsäule bei den Cyprinoiden sich weniger von dem gewöhnlichen Teleostiertypus entfernt als jener der übrigen Ostariophyseae. — Als ersten Wirbel haben wir denjenigen anzusehen, welcher sich dem Os occipitale caudalwärts anschließt, denn:

„Jedenfalls . . . ist im knöchernen Cranium der Teleostier nicht die occipitale Partie desselben als ein vertebraler Abschnitt zu betrachten."

(Gegenbaur, 20, S. 30; hierher auch Huxley, Froriep, 17. u. a.)

Bei der Prüfung des ersten Wirbelkörpers fällt uns zunächst auf, daß er viel kürzer ist als die folgenden (Fig. 4, 5 *I*). Bei sehr vielen Knochenfischen läßt sich eine allmähliche Volumzunahme der Wirbelkörper bis zum dritten, vierten oder fünften konstatieren, wo dann gewöhnlich für den Rumpfteil des Rückgrates eine ziemliche Gleichmäßigkeit beginnt. Die ersten Wirbelkörper sind also häufig den anderen gegenüber kürzer, zuweilen auch in den anderen Dimensionen geringer entfaltet als die folgenden. — Ferner haben wir gesehen, daß die normalen Wirbelkörper der Bartgrundel amphicöl sind. Hiervon macht der erste (Atlas) eine Ausnahme. Er ist, wie schon bemerkt, kürzer d. h. etwa halb so lang wie ein normaler Wirbel und opisthocöl. Seine vordere schwach konvexe Fläche ist derart in den Conus des „Occipitalwirbels" eingesenkt (vergl. Stannius, 67, S. 10; Grobben, 20; Sörensen, 63, u. a.), daß er gleichsam mit dem Os occipitale basilare ein Stück bildet. Dieser Wirbelkörper trägt jederseits einen queren Fortsatz (∧ Fig. 2, 4, 5), welchen man als echten Proc. transv. I. aufzufassen geneigt ist, was nicht richtig wäre. Grobben (29, S. 11):

„Der erste Wirbel hat einen schmalen Körper, der vorn flachkonvex mit zwei sehr kräftigen Querfortsätzen versehen ist, die auch eine bedeutende Länge besitzen und sich an die Knochenblase anlegen."

Jaquet (40) dagegen schreibt S. 438:

„A son extrémité antérieure, on aperçoit la première côte cervicale, laquelle sur presque toute son étendue est intimement unie à la vessie osseuse."

Ich habe mich überzeugt, daß von einem Anlegen dieser queren Fortsätze I an die Knochenblase wohl gesprochen werden kann. nie aber davon, daß dieselben, wie Jaquet will, innig mit der Knochenblase vereinigt sind. Es ist in Fig. 2, 4 und 5 *I* angedeutet, daß es bei etwelcher Vorsicht leicht gelingt, den ersten Wirbel samt dessen Fortsätzen zu isolieren, ohne nur im geringsten die caudalwärts gelegene Knochenkapsel zu verletzen. Nach Fig. 11 Jaquet's allerdings scheint dies nicht möglich zu sein, was damit in Zusammenhang zu bringen ist, daß dieser Forscher in seinen Zeichnungen überhaupt sich zu viel künstlerische Freiheiten erlaubte. — Daß wir unter diesen queren Fortsätzen (den „premières côtes cervicales Jaquet's) nun nicht echte Proc. transv. I verstehen müssen, hat Sörensen (62) 10 Jahre früher S. 3 und 21 in seinen Lydorganer hos Fiske über-

zeugend erwiesen. Er zeigte, daß bei den Characiniden, Siluroiden (Ausnahme Clarias) und Gymnotiden ein vollständig oder unvollständig verknöchertes Ligament[1]) von der Scapula (Cuvier) auf die Lateralseite des Os occipitale basilare zieht, daß ferner bei den Cyprinoiden und Gadoiden dieses Ligament sich nicht mit dem Os occipitale verbindet, sondern mit dem Centrum des ersten Wirbels, in der Weise, daß die Ossifikation ihren Anfang vom proximalen Ende des Ligamentes nimmt und sich auf einen kürzeren oder längeren Teil des Ligamentes erstrecken kann. Ferner sagt Sörensen (62) noch S. 3:

„Hos Cyprinoiderne er det tildeels forbenet, idet dets inderste Ende optraeder som 1ste Hvirvels „Tvaertap“.“

„Bei den Cyprinoiden ist es (das Ligament) zum Teil verknöchert, indem dessen innerstes Ende als Querfortsatz des ersten Wirbels auftritt.“

Bei (*Cob.*) Misgurnus foss. sind die Proc. transv. I + Ligamentverknöcherung kurz, bei Nem. barb. außergewöhnlich lang. — Wie steht es nun mit dem oberen Bogensystem des ersten Wirbels? Dasselbe ist auch nicht typisch ausgebildet, indem es Gliedstücke zu dem schon oft genannten Weber'schen Apparat geliefert hat, worüber wir nun im folgenden Abschnitt Näheres erfahren sollen.

---

3. Kritischer Ueberblick der älteren und neueren Befunde die Kenntnisse der Weber'schen Knöchelchen betreffend.

A. Feststellung des Vorkommens derselben bei den verschiedenen Fischfamilien.

Im Jahre 1820 veröffentlichte E. Weber (70) seine Arbeit über das Ohr der Wassertiere. Er beschrieb darin in mustergiltiger Weise die nach ihm benannte Knöchelchenkette (bei Cyprinus carpio, [*Cob.*] Misgurnus fossilis und Silurus glanis), welche bei diesen Fischen die Schwimmblase mit dem häutigen Gehörorgan verbindet. An diesem Weber'schen Apparat kann man 4 paarige Gliedstücke unterscheiden, welche Weber von vorn

1) Wohl der erste und einzige Forscher, der das Ligament vor Sörensen noch erwähnt hat, ist C. Mettenheimer (45). Stannius (65) hat es Taf. XIII, Fig. 2f. für Priacanthus macrophthalmus (Percoid) gezeichnet, aber nichts speciell darüber gesagt.

nach hinten einzeln mit dem Namen: Claustrum, Stapes, Incus und Malleus belegte. — Allein es muß gesagt werden, daß Rosenthal (55) schon 8 Jahre früher in allerdings unvollständiger Weise diese Knöchelchen (er bildet bei Cyprinus [abramis] brama nur 2 ab) erwähnt hat. — 1821 giebt ein Anonymus (1)[1]) in Oken's Isis eine Beschreibung der Weber'schen Knöchelchen von Cyprinus brama, worin er dieselben nach ihrer Gestalt mit anderen als den üblichen Namen belegt (1. Malleus = Ancora, Anker; 2. Incus = Norma, Winkelstab; 3. Stapes = Trulla, Kelle; 4. Claustrum = Pocillum, Becher). Die Benennungen Weber's sind jedoch ziemlich allgemein adoptiert, so daß sie auch in vorliegender Arbeit benützt werden sollen. Auf die von Bridge und Haddon (7) eingeführten Bezeichnungen soll a. a. O. (S. 12) hingewiesen werden. — 5 Jahre später (1826) schildert Heusinger (36) ganz kurz neben einer Siluroidengattung den Weber'schen Apparat bei einem Characiniden. — Bär (2) scheint im Jahre 1835 der erste gewesen zu sein, der ihn bei einem Gymnotiden gefunden hat. — Erst 1843 wurde von Joh. Müller (47) festgestellt, daß diese Knöchelchen nicht nur bei den Cyprinoiden allgemein vorkommen — was schon aus Weber's Arbeit hervorging — sondern auch bei den Siluroiden und bei der von ihm in dieser Abhandlung aufgestellten neuen Familie der Characiniden. — Endlich wurde im Jahre 1852 von Reinhardt (53) das allgemeine Vorkommen des Weber'schen Apparates für die Familie der Gymnotiden festgestellt (das Claustrum hat er hier nirgends gefunden).

Unsere Kenntnis, daß die 4 ostariophysen Knochenfischfamilien: Siluroiden, Gymnotiden, Characiniden und Cyprinoiden (Cobitiden) den Weber'schen Apparat besitzen, ist mithin der Arbeit derjenigen Forscher zu verdanken, welche vor der Mitte dieses Jahrhunderts schon gewirkt haben.

B. Frage nach der Homologie des Weber'schen Apparates und Verschmelzung vorderer Wirbel.

Weber betrachtete die nach ihm benannten Knöchelchen als Homologa der Säugetier-Gehörknöchelchen. Infolgedessen hatte sich schon frühzeitig unter den Forschern nicht nur die Absicht geltend gemacht, diejenigen Fischfamilien kennen zu lernen, welche den Weber'schen Apparat besitzen, sondern auch klar festzustellen, ob die Weber'schen Knöchelchen wirklich zu betrachten seien als homologe Gebilde zu den Gehörknöchelchen der Säugetiere, „da besonders Geoffroy (22, 23) fortfuhr, dieselben in den Wirbeltieren niederer Ordnung an ganz anderer Stelle zu suchen . . . .“ Anonymus (1) S. 273. In dieser Steitfrage bekannten sich zur

1) Es ist zweifellos Bojanus gewesen, der unter diesem Namen jene Arbeit verfaßt hat. Im Jahre 1822 befindet sich in der Isis unter demselben Pseudonym eine Arbeit, die sicher von seiner Hand rührt.

Weber'schen Auffassung: Anonymus[1]) 1821, Treviranus (68) 1821, Saagman Mulder (56)[2]) 1831, Bär (2) 1835, Breschet (5) 1838; gegen dieselbe: Rosenthal (55) 1816, 1839[3]), Geoffroy St. Hilaire (22, 23) 1824, Owen[4]) 1846, Reissner (54) 1859 (ohne daß er die Aug. Müller'sche Arbeit [46] kannte).

Schon Geoffroy St. Hilaire (22, 23) 1824 hatte angefangen, die Weber'schen Knöchelchen als umgebildete Teilstücke der Wirbel zu betrachten, und wenn schon er bei seiner Deutung eine nur sehr wenig zurückhaltende Meinung bekundete, — hielt er doch die fraglichen Stücke für Teile der oberen Bogen des ersten, zweiten und dritten Wirbels — so scheint es doch, als ob seine Auffassung darauffolgenden Forschungen den Weg gewiesen hat. — Dieselbe Wirkung mag auch die Arbeit Meckel's (44) 1824 erzielt haben, denn im selben Jahre fängt auch dieser Forscher an, Gliedstücke des Weber'schen Apparates als Querfortsätze (kurze Rippen vergl. S. 250) aufzufassen, wobei er auch eine Verschmelzung des zweiten und dritten Wirbels der Karpfenwirbelsäule erwähnt. Er schreibt: „Die bei den Knorpelfischen sehr allgemeine Neigung der Wirbel des vorderen Teiles der Wirbelsäule, zu einem Knochen zu verschmelzen, offenbart sich bei den Grätenfischen weit seltener. Eine Andeutung von dieser Bildung ist die Bildung des zweiten Halswirbels bei den Karpfen. Er ist beträchtlich größer als die übrigen und auf jeder Seite mit zwei Querfortsätzen, einem hinteren längeren, absteigenden, einem vorderen kürzeren, aufsteigenden versehen.“ (Weitere Beispiele von Verschmelzungen „einer größeren Menge von Wirbeln“ werden [S. 231] von Siluroiden angeführt.) Wiewohl Meckel mit dem absteigenden Querfortsatz nur die Mallei gemeint haben kann, steht er doch noch auf dem Boden der Weber'schen Beurteilung, denn er schreibt S. 234 „ . . . allerdings spricht die Lage und Verbindung derselben (der Web. Kn.) sehr für diese (Weber's) Ansicht.“ Auf S. 235 daselbst schreibt er: „Näher werde ich auf sie (die Web. Kn.) in der Lehre vom Gehörorgan zurückkommen . . . .“ Allein es scheint mir, daß das Meckel'sche System nur bis 1833 fortgeführt wurde, d. h. das Werk scheint

1) Die von ihm eingeführte Nomenklatur basiert also lediglich auf der von den Gehörknöchelchen der Säugetiere verschiedenen Gestalt.

2) Und dies, obschon er festzustellen versucht, daß die Knöchelchen Weber's ein Zubehör der 2 ersten Wirbelkörper sind.

3) Es war mir nur die 2. unveränderte Auflage der Ichthyotom. Taf. vom Jahre 1839 zugänglich, es soll aber nach Sörensen schon die 1. Auflage, welche die Jahrzahl 1816 trägt, dieselbe Anmerkung tragen wie die 2., daß nämlich R. diese Knochen nicht für Gehörknochen halten möchte. Es kann daher auch die 1. Auflage erst nach der Arbeit Weber's (1820) erschienen sein.

4) R. Owen, Lectures on the comparative anatomy and physiology of the Vertebrate animals, Pt. I, 1846, p. 210—11.

nicht zum Abschluß gelangt und die Lehre vom Gehörorgan niemals begonnen worden zu sein.

Endgiltig entschieden wurde nun diese Frage von Aug. Müller (46) 1853, welcher die Weber'schen Knöchelchen bei ihrer Entwickelung an Cyprinen studierte. Einmal bestätigte er dabei für die Cyprinoiden überhaupt das sehr interessante Resultat Meckel's (44), daß der Wirbel, welcher bei den ausgewachsenen Tieren der zweite zu sein scheint, in Wirklichkeit hervorgegangen ist aus einer Zusammenschmelzung des zweiten und dritten Wirbels. Im ferneren wurde die Erkenntnis dieser Verschmelzung nun auch zum Schlüssel für die richtige Deutung der einzelnen Gliedstücke des Weber'schen Apparates, auf die gleich nachher eingegangen werden soll.

Es möchten vielleicht vorher einige weitere Bemerkungen über die Verschmelzung vorderer Wirbel der Rückenmarksäule am Platze sein. Es ist klar, daß wir bei Verschmelzungen zweier oder mehrerer Wirbel das Verschmelzungsprodukt — und wenn es auch am ausgewachsenen Tiere bei oberflächlicher Betrachtung gleiches Aussehen hat wie ein normaler Wirbel, welch letzteres thatsächlich vorkommen kann — auffassen müssen als einen falschen Wirbel („la grande vertèbre" Cuvier [12]; „complex vertebra" Bridge und Haddon [7]) im Gegensatz zu den isoliert auftretenden oder wahren Wirbeln. — Thatsächlich ist bei den verschiedenen ostariophysen Familien gar nicht immer die Regel, daß bloß der zweite und dritte wahre Wirbel zu einem einzigen falschen verschmilzt, diese Verschmelzungsart findet nur bei den Cyprinoiden statt, zwar doch so, daß bei einer medianen Spaltung der Wirbelsäule (durch eine Säge) die Grenze beider fraglichen Körper zu sehen ist, zwischen welchen sich noch ein Raum befindet, der von einem Rest der Chorda dorsalis angefüllt ist. Die Cobitiden (welche ja zu den Cyprinoiden zu rechnen sind) sind nach Sörensen die einzigen, bei welchen die Körper ihrer Wirbel gänzlich miteinander verschmelzen. Bei einem durch Maceration isolierten zweiten falschen Wirbel von Nem. barb. gelang es mir jedoch, mit Sicherheit eine Trennungslinie zwischen ursprünglich zweitem und drittem Wirbel wahrzunehmen. Auch an mikroskopischen Schnittpräparaten konnte ich zum Teil Verhältnisse konstatieren, die auf eine Verschmelzung von zweitem und drittem wahren Wirbel hinweisen. — Bei den Siluroiden sind die Körper der zweiten, dritten und vierten Wirbel verschmolzen, ohne im allgemeinen äußerlich irgend welche Grenze aufzuweisen (vergl. Wright, 73, S. 250, Sörensen, 63, S. 135). Ja es hat Sörensen sogar bei einem Wels (Plecostomus) des tropischen Amerika nach-

gewiesen, daß dessen erster Wirbel ein Verschmelzungsprodukt von mindestens 4, aber eher 5 Wirbeln ist, welche, zusammengenommen, kaum so groß sind, wie ein einziger normaler Wirbel.

Um wieder auf die Untersuchungen Aug. Müller's zurückzukommen, sei wiederholt, daß es ihm gelang, die Natur der Weber'schen Knöchelchen richtig zu deuten, indem dieselben bei jungen Tieren noch erkennbare Gliedstücke der vordersten Wirbel bildeten; damit war nun auch die Nicht-Homologie der Weber'schen Knöchelchen mit den Gehörknöchelchen der Säugetiere erwiesen. Aug. Müller hat zwar diese zulässige Schlußfolgerung nicht ausdrücklich gemacht; allein es ist nicht anzunehmen, daß er die Arbeit von Reichert (52) 1837, welcher feststellte, daß die Gehörknöchelchen der Säugetiere vom Visceralskelett ableitbar sind, nicht kannte. Auch Reichert hat sich allerdings (vergl. S. 201 § 12) jeder weiteren diesbezüglichen Folgerung enthalten. Heutzutage aber stimmen alle Autoren überein, daß diese Homologie nicht besteht. Diese Thatsache namentlich veranlaßte Bridge und Haddon (7) für die Weber'schen Knöchelchen andere Namen einzuführen. Sie schreiben (p. 310): „Instead of "Stapes" we propose the name "scaphium" in allusion to the invariably concavo-convex or spoon-shaped form of this ossicle. The "incus" may be renamed the "intercalarium", from its constant intermediate position between the "stapes" and the "malleus", when present. For "malleus" we would substitute "tripus" — a name suggested by the three characteristic processes which this ossicle invariably possesses. The fourth ossicle, called the "claustrum" by Weber, forms one of the series of auditory ossicles in the Cyprinoid fishes, but has no such physiological significance in the Siluroidae, although it is very generally present. As the name "claustrum" is open to none of the objections which can reasonably be urged against the retention of Weber's nomenclature of the three preceding ossicles, it may with advantage be retained."

C. Deutung der Gliedstücke des Weber'schen Apparates.

Wir geben Aug. Müller's Deutung der Weber'schen Knöchelchen und jene der Forscher, die nach ihm sich mit dieser Materie beschäftigt haben, der Kürze und der Uebersicht wegen in Form einer Tabelle (s. S. 14 u. 15)[1]).

Den Forschern der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts blieb es also vorbehalten, für sämtliche 4 ostariophysen Knochenfischfamilien im großen Ganzen die richtige Deutung der Weber'schen Knöchelchen durchzuführen. Abgesehen von den Angaben Gegen-

1) Dabei empfiehlt es sich für den Leser, nach der Durchsicht der ersten Vertikalkolonne (Aug. Müller) die weiteren Vergleiche mit Zuhilfenahme des darauf folgenden Textes vorzunehmen.

BAUR's und WIEDERSHEIM's, welche wohl kaum auf der Basis eigener Untersuchungen beruhen, ferner abgesehen von den Verschiedenheiten der Nomenklatur und endlich abgesehen von den sekundären Umgestaltungen, die da und dort (vergl. die tabellarische Zusammenstellung nach SÖRENSEN) Platz gegriffen haben mögen, findet sich — mit Ausnahme SAGEMEHL's (57) in Bezug auf den Incus — eine imponierende Uebereinstimmung in der Interpretation der 3 hinteren Gliedstücke des Apparates. Diese Thatsache veranlaßt uns daher, zuerst auf SAGEMEHL's unrichtige Interpretation zu sprechen zu kommen, um dann erst nachher die verschiedene Auffassung der Forscher bezüglich der Claustra näher zu würdigen, da wir ohnehin dort länger zu verweilen haben.

Deutung der Incudes. Aus der Tabelle ist ersichtlich, wenn man von der Berücksichtigung GEGENBAUR's 1879 (19) Umgang nimmt, daß fünf Autoren vor SAGEMEHL unter sich übereinstimmend eine von SAGEMEHL abweichende Interpretation bezüglich der Incudes veröffentlichten. Von diesen fünf Veröffentlichungen scheint SAGEMEHL (vergl. S. 55) nur jene von WRIGHT (73, 74) unbekannt geblieben zu sein. Allein dies gereicht ihm noch keineswegs zum Vorwurf. Man sollte nun aber meinen, daß ein Forscher hätte Bedenken empfinden sollen, wenn er anderer Meinung ist, als jene, die vor ihm unter sich übereinstimmten und von denen drei, die ihm bekannt, auf entwicklungsgeschichtlichem Wege zu ihrem Resultate gelangt. SAGEMEHL hat nur an erwachsenen Tieren seine Untersuchungen angestellt. Alles, was er schreibt (S. 55) über diesen Gegenstand, ist folgendes: „Die Rippe des zweiten Wirbels ist zum Incus umgestaltet, der an der Begrenzung des Rückenmarkkanals niemals irgend welchen Anteil hat, und der somit auch kein oberer Bogen sein kann, als welcher er von vielen Autoren gedeutet wird.“ SAGEMEHL war also unvorsichtig genug, sich nicht nur über die Resultate früherer Forscher hinwegzusetzen, sondern auch (wie gleich gezeigt wird) über deren Begründung. Hätte er dies nicht gethan, so wäre er schwerlich im Falle gewesen, die Ansicht anderer schlechtweg von der Hand zu weisen. Und was ist es nun also, das uns zwingt, jenen Forschern vor SAGEMEHL recht zu geben, wie es nach ihm namentlich SÖRENSEN (63 u. 64) gethan hat? — Erstens wissen wir, daß es leicht gelingt (wenn wir vorläufig von einer Rücksichtnahme auf die Claustra absehen), an jungen Tieren, wie dies vor SAGEMEHL: AUG. MÜLLER (46), NUSBAUM (44), GRASSI (28), WRIGHT (73, 74), nach ihm SÖRENSEN (63) gethan, die Gliedstücke des WEBER'schen Apparates noch in ihrem primären Zusammenhang zu begreifen, d. h. in dem in Frage stehenden Falle erkennt man die Incudes als obere Bogen des zweiten (wahren) Wirbels. — Es können zweitens die Incudes auch zweifellos deshalb keine Rippen des zweiten Wirbels sein, weil am primären Skelett die Rippen als von den Basalstümpfen abgegliederte Teile aufzufassen sind (GÖPPERT [24] u. a.) also müßte bei jungen Tieren eine Lagebeziehung zwischen Incudes und Basalstümpfen zu bemerken sein, worüber

Autoren	Müller A. 1853	Beaudelot 1868 [4])	Gegenbaur 1874	Nusbaum 1881	Grassi 1883	Wright 1884	Sagemehl 1885	Bridge u. Haddon 1893
Giltig für	Cyprinoiden	Cyprinoiden, Cobitiden, Siluroiden		Cyprinoiden	Cyprinoiden	Cyprinoid: Catostomus, Siluroid: Amiurus catus	Characiniden, Cyprinoiden, Siluroiden, Gymnotiden	alle Ostariophyseae
Untersuchungsart	entwickelungsgeschichtl.	vergl. anatom.	wohl nach Angaben	entw.-gesch.	entw.-gesch.	entw.-gesch. und vergl. anatom.	vergl. anatom.	vergl. anatom.
Claustra	Entstehung nicht beobachtet	zwei geteiltes ob. Schlußstück [5]) I.	Diese Knöchelchen gehen aus den Anlagen vorderer Rippen hervor.	processus spinosus I.	vom Schädel ableitbar	Proc.spin. I. [6])	der Occipitalregion des Craniums angehörend [7])	Proc.spin. I. [9])
Stapedes	obere Bogen [2]) I.	ob. Bogen I.		ob. Bogen I.	ob. Bogen I.	ob. Bogen I.	ob. Bogen I.	ob. Bogen I.
Incudes	ob. Bogen II.	ob. Bogen II.		ob. Bogen II.	ob. Bogen II.	ob. Bogen II. (modifiziert)	Rippen II. [8])	ob. Bogen II. [10])
Mallei	Rippen [3]) III.	Rippen III.		Rippen III.	Querfortsatz III.	Querfortsatz III.	Rippen III.	Rippen III.
Os suspensorium [1])	Rippen IV.			Rippen IV.		Querfortsatz IV.	Rippen IV.	

1) Sörensen nennt die zwei Knochen, welche sich bei den Cyprinoiden, Characiniden und Gymnotiden an der unteren Seite des 4. Wirbels befinden (Proc. transv. IV), woran das vordere Ende der Schwimmblase befestigt ist, „Os suspensorium".

2) Nach Aug. Müller „Dorsalstrahlen".

3) Nach Aug. Müller „Bauchstrahlen".

4) Diesem Forscher war Meckel's und Aug. Müller's Arbeit unbekannt, so daß seine Resultate auf unabhängige Weise entstanden sind.

5) Von Beaudelot „Os intercrurale" genannt.

6) Genauer Proc. spin. I + intercalary cartilages, vergl. Kapitel: Deutung der Claustra, S. 22 u. 24.

7) Der Entscheid erfolgte besonders aus der Betrachtung der hierher gehörigen Verhältnisse in der Familie der Siluroiden, speciell von Silurus glanis (Morph. Jahrb., Bd. X, S. 56).

Sörensen Will. 1890 und 1895					Gegenbaur 1898	Wiedersheim 1898	Sidoriak 1898
Characiniden	Cyprinoiden	Cobitiden	Gymnotiden	Siluroiden	alle Ostariophyseae	alle Ostariophyseae	Cyprinoid: Rhodeus amarus
vergl. anatom.	entw.-gesch. und vergl. anatom.	vergl. anatom.	vergl. anatom.	entw.-gesch. und vergl. anatom.	nach Angaben (v. Br. u. H.)	nach Angaben (wohl Br. u. H.)	entw.-gesch.
Schlußstück I.			fehlt	Schlußstück oft fehlend	Die 3—4 beteiligten Skeletteile stammen teils von Rippen, teils von oberen Wirbelbogen	Abkömmlinge bezw. Umwandlungen gewisser Teile der 4 vordersten Wirbel und ihrer zugehörigen Rippen	Proc. spin. I.
obere Bogen I.							ob. Bogen I.
ob. Bogen II. + verknöchertes Ligament		nur verknöchertes Ligament					
Rippen III. + Basalteil[11]) der Rippe + verknöch. Schwblase + verkn. Ligament	Rippen III. + verknöcherte Schwimmblase + verknöchertes Ligament			Bei Clarias u. Plecostomus Rippen III. + verkn. Schwbl. + verkn. Ligament. Bei anderen Genera (die S. bekannt) Rippen III. + Basalteil[11]) der Rippen + verkn. Schwbl. + verkn. Ligament			
Basalteil[11]) oder Rippen IV. + verknöcherte Schwimmblase				Teilt diese Funktion mit anderen Knochen			

8) Sagemehl stützt sich zwar auf Befunde an Characiniden (vergl. Morph. Jahrb., Bd. X, S. 55). Er hat jedoch jedenfalls diese Interpretation verallgemeinern wollen für die 4 Ostariophysenfamilien, sonst würde er nicht die Deutung von Forschern, welche ihre Resultate gar nicht beim Studium der Characiniden erlangten, als irrig hingestellt haben.

9) „With the possible exception of the claustra no distinct or ossified intercalary elements are ever present.“ Proc. of the Roy. Soc., Vol. XLVI, 1890, p. 311.

10) Die Autoren fassen p. 261 den „horizontal process“ am „Intercalarium“ (Incus Web.), wenn er vorhanden, als „the modified transverse process of the second vertebra“ auf. Daß dem nicht so ist, hat Sörensen schon in seiner zweiten Arbeit S. 101—102 überzeugend nachgewiesen. (Siehe auch dessen dritte Arbeit S. 112—113.)

11) Oder Processus transversus.

uns von keinem Forscher eine Mitteilung vorliegt. Ferner besitzt der zweite Wirbel (selbst bei den Characiniden, die SAGEMEHL geprüft) einen echten Processus transversus. Allein wenn an einem Wirbelkörper ein Proc. transv. vorhanden ist, dann ist die Rippe an diesem und nicht am Wirbelkörper befestigt. (Dies hat SÖRENSEN (63), vom Fötus Galeichthys feliceps CUV. et VAL. ausgehend, S. 101, 102 bewiesen; vergl. auch die dritte Arbeit S. 112, 113.) Es war dies schon BEAUDELOT's (3) leitender Gesichtspunkt bei der Deutung der Incudes gewesen. Er schreibt p. 333: „. . . le disque simple qui, chez la Carpe représente les corps de la seconde et de la troisième vertèbre réunis, se trouve ici (bei der Nase) formé de deux segments parfaitement distincts et séparés par une cavité articulaire. Au segment antérieur s'attachent deux apophyses transverses comme chez la Carpe et les deux enclumes (Incudes WEB.); sur le segment postérieur s'articulent les deux marteaux et les deux branches élargies de l'arc supérieur. De cette façon chaque disque vertébral ne supportant plus que deux paires d'appendices, se trouve ramené au type normal . . . ." und weiter unten „Les enclumes sont les branches de l'arc supérieur de la seconde vertèbre, dont l'arc inférieur est représenté par deux longues apophyses transverses soudées au corps vertébral." Ueber die Verhältnisse bei Catostomus (Cyprinoid) der auch von WRIGHT (73) untersucht wurde schreibt derselbe BEAUDELOT p. 334: „Chez les Catostomes, les branches de l'arc supérieur de la seconde vertèbre (enclumes) offrent une particularité que je ne puis omettre de signaler. Chacune de ces pièces est devenue tout à fait rudimentaire, la tige au moyen de laquelle elle doit s'articuler normalement avec le corps vertébral a disparu et l'osselet se trouve représenté par un simple nodule osseux enchâssé vers le milieu du tendon, qui s'étend de l'extrémité antérieure du marteau au sommet de l'étrier. Cette position isolée d'un rudiment d'arc de vertèbre, en dehors de la colonne vertébrale, est du plus haut intérêt. Elle nous montre combien le principe des connexions exige de prudence dans ses applications, et combien, dans certains cas il serait dangereux de se laisser guider par ce principe seule, sans tenir compte en même temps des règles de la morphologie." — An dritter Stelle kann angeführt werden, daß Cyprinoiden, Characiniden und Gymnotiden als Reste des unteren Bogensystems am zweiten Wirbel echte Processus transversi tragen. Was giebt es überhaupt Natürlicheres, als anzunehmen, daß die Incudes die Stelle der fehlenden oberen Bogen des zweiten Wirbels einnehmen? Leicht ließen sich übrigens noch mehr Gründe für unsere Auffassung anführen. Die obigen drei mögen indessen genügen.

Deutung der Claustra. Da es mir durch das Studium der Litteratur klar wurde, daß gerade heute noch nicht Zuverlässigkeit bei der Interpretation der Claustra angenommen werden

kann, so habe ich mich entschlossen, bei der Wichtigkeit des Gegenstandes, die Gründe dieser meiner Ansicht eingehend darzulegen. Wer sich nicht speciell für dieselben interessiert, auf den werden sie ermüdend einwirken und man wird gut daran thun auf S. 28 weiter zu lesen. Es genüge zu wissen, daß die Claustra mit der unserigen fünf verschiedene Deutungen erfahren haben, von denen, wie mir scheinen will, nur eine bis jetzt mit Sicherheit als unrichtig erkannt wurde. Aus diesem Grunde belegen wir die Claustra mit dem Namen Schlußstücke I, weil sie vermutlich denselben Ursprung haben, wie jene von ihren zugehörigen Neuralbogen gesonderten Knochenstücke (Schlußstücke), welche caudalwärts von ihnen gelegen sind und die den Rückenmarkskanal bei den Ostariophyseae über den ersten 3 oder 4 Wirbeln oberseits abschließen (vergl. Fig. 4 *cl*, *sl II*, *sl III*).

Und nun zur Beleuchtung der verschiedenen Interpretationen. — Von Aug. Müller (46), der ja die Claustra bei jungen Tieren nicht wahrgenommen hat, können wir absehen. — Auch jene Forscher Grassi (28) und Sagemehl (57), die schon von Sörensen (63) S. 87—89 in jeder Hinsicht widerlegt wurden, sollen uns hier nur kurz beschäftigen. Grassi schrieb nämlich S. 461 (vergl. auch Tabelle): „Das Claustrum scheint mir vom Schädel ableitbar", und dies ohne jede weitere Beweisführung. Sagemehl gründete seine Auffassung, daß die Claustra der Occipitalregion des Craniums angehören, auf Verhältnisse, die sich auf den Austritt der Spinalnerven beziehen. Doch Sörensen wies ihm nicht nur nach, daß er falsche Schlüsse zog, sondern er fand auch gleich Stannius[1]), daß bei ein und derselben Art der erste Spinalnerv bald aus dem Os occipitale austreten kann, bald zwischen Cranium und erstem Wirbel und daß mithin es gefährlich sein kann, einseitiges Gewicht auf den Nervenaustritt zu legen, wie dies Sagemehl that. Die Deutungen von Grassi und Sagemehl sind also in der Folge entschieden nicht mehr zu berücksichtigen. — Ferner muß gesagt werden, daß in Bezug auf die Interpretation der Incudes die Ansichten von Beaudelot (3), Nusbaum (49), auch von Grassi (28) in Bezug auf die Schlußstücke, Wright (73), Bridge und Haddon (7) und Sidoriak (60) zwar teilweise unter sich auch nicht übereinstimmend, von derjenigen Sörensen's abweichen. Inwieweit, das werden wir bald sehen. Doch will es uns scheinen, daß die eben genannten Forscher, die ja selbständige Untersuchungen anstellten, nicht ohne weiteres des Anspruches bar zu betrachten sind, die Claustra richtig interpretiert zu haben. — Um letztere Behauptung zu stützen, muß ich mir schon erlauben etwas eingehender

1) Ueber das peripherische Nervensystem des Dorsch, Gadus calarias. Müller's Arch f. Anat. u. Physiol., 1842, S. 328.

auf Fragen zu sprechen zu kommen, die auf den ersten Blick als nicht zur Sache gehörig erscheinen möchten. Wir haben bei der Besprechung des normalen Wirbels (vergl. S. 4) von Nem. barb. erfahren, daß der Dornfortsatz gleichsam das spitz ausgezogene Ende der vereinigten oberen Bogen bildet. Bei jener Gelegenheit wurde absichtlich nicht auf den Bildungsmodus der Dornfortsätze im allgemeinen hingewiesen. Wir wollen dies hier nachholen, da gerade dies vermutlich dazu berufen ist, auf die Interpretation der Claustra bestimmend einzuwirken. — Nicht bei allen Wirbeltieren sind die oberen Bogen fest mit den Dornfortsätzen verwachsen. Bei niedrigen Formen, z. B. beim Störe (Acipenser) kommt es vor, daß zeitlebens zwischen die dorsalwärts sich nicht berührenden oberen Bogen getrennte Stücke gelagert sind. Götte (25, Bd. 15, S. 446) hat von keinen anderen einfachen unpaaren Stäben, welche über dem Neuralkanal des Störes liegen sollten, gesprochen, dagegen hat er bei jener Gelegenheit hervorgehoben, daß diese unpaaren Stäbe den Namen Dornfortsätze nicht verdienen, da sie eine andere Bildungsweise besitzen als die Dornfortsätze der Teleostier. Es können dieselben mithin kaum etwas anderes sein, als die „Ossa imparia“ Sörensen's (63), von denen dieser letztere annimmt, daß sie den Schlußstücken der Ostariophyseae homolog sind, wenn er S. 90 schreibt:

„„Slutstykker“ har jeg kaldt disse Knogler, som afslutte Rygmarvskanalen foroven. Med Villie har jeg givet dem dette indifferente Navn, fordi jeg ikke gjerne vilde opfore nogen egentlig Homologisering mellem dem og den ene eller den anden Slags af de hos lavere Fiske (Holocephaler, Plagiostomer, Acipenser) forekommende discrete Stykker af Hvirvelbuerne — de saakaldte Ossa intercruralia og Ossa imparia, da Opfattelsen af disse vistnok endnu lader endeel tilbage at onske. Naermest forekomme de mig at svare til Ossa imparia hos Acipenser.“

„„Schlußstücke“ habe ich diese Knöchelchen genannt, welche den Rückenmarkskanal oben abschließen. Mit Absicht habe ich ihnen diesen indifferenten Namen gegeben, weil ich nicht gerne eine eigentliche Homologisierung zwischen ihnen und der einen oder anderen Art von den bei niederen Fischen (Holocephalen Plagiostomen, Acipenser) vorkommenden diskreten Stücken der Wirbelbogen — den sogen. Ossa intercruralia und Ossa imparia aufführen wollte, da die Auffassung dieser noch gewiß teilweise zu wünschen übrig läßt. Zunächst scheinen sie mir den Ossa imparia des Acipenser zu entsprechen.“

Ueber denselben Gegenstand laut Befunden an einem jungen Leuciscus rutilus L. (Cyprinoid, vergl. die nebenstehende Copie der Sörensen'schen Fig. 1.; Bezeichnungen unwesentlich abgeändert, wodurch sie mit unseren „allgemeinen Bezeichnungen“ übereinstimmen) schreibt Sörensen S. 89:

„At Knoglen *cl* i Fig. 1 er „Claustrum“, anseer jeg for utvivlsomt, da den har den samme Stilling til „Stapes“ som hos de voksne Dyr. Men det er tillige ojensynligt, at Knoglen *cl*, der ligger i Flugt med *sl II.* og *sl III.*, er af samme Natur som disse, med andre Ord: at „Claustrum“ er 1 ste Hvirvels „Slutstykke“.“

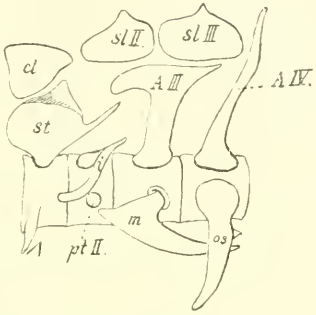


Fig. 1.

„Daß das Knöchelchen *cl* in Fig. 1 das Claustrum ist, sehe ich für unzweifelhaft an, da es die gleiche Stellung zum „Stapes“ wie bei den erwachsenen Tieren hat, aber das ist zugleich augenscheinlich, daß das Knöchelchen *cl*, welches in derselben Flucht mit *sl II.* und *sl III.* liegt, von gleicher Natur ist wie diese; mit anderen Worten: daß das Claustrum das Schlußstück des ersten Wirbels ist.“

Es ist namentlich auch nötig, daß man die folgende Aeußerung Sörensen's (l. c. S. 90) im Auge behält:

„Om „Slutstykkerne“ i det Hele taget fra Begyndelsen ere parviis optraedende Knogler, some senere smelte sammen, eller om de oprindeligt ere uparrede, er mig ubekjendt; men at „Claustrum“ hos de voksne optraeder som parret, er ialtfald et senere „Forhold“; thi paa dette Trin var det uparret.“

„Ob die Schlußstücke im Ganzen genommen von Anfang an paarweise auftretende Knöchelchen sind, welche später verschmelzen, oder ob sie ursprünglich unpaar sind, ist mir unbekannt; aber daß das „Claustrum“ bei den Erwachsenen paarig auftritt, ist in allen Fällen ein sekundäres Verhältnis; denn auf dieser Stufe (Fig. 1) war es unpaar.“

Da die Claustra nach Sörensen hervorgegangen sind aus einem unpaaren Schlußstück, so versuchen wir in der Folge, wenn wir von den Schlußstücken im allgemeinen sprechen, zugleich die Claustra (paariges Schlußstück I) zu interpretieren. Daß die Claustra der Siluroiden homolog sind mit denen der Characiniden und Cyprinoiden, hat nicht nur Sörensen (S. 88) zugegeben, sondern es hat dies schon Sagemehl angenommen. Auch die anderen in Frage kommenden Forscher dürften, selbst wenn dies nicht ausdrücklich gesagt wird, dieselbe Ansicht gehabt haben. Infolgedessen können wir uns schon berechtigt sehen, die Befunde über Schlußstücke bei den Ostariophyseae zu verallgemeinern. Und wenn es nun gelingen sollte, den Wahrschein-

lichkeitsbeweis zu erbringen, daß die Schlußstücke allgemein bei den Ostariophyseae kaum aufzufassen sind als Homologa der Ossa imparia, so dürften wohl auch die Claustra nicht mehr aufgefaßt werden als solche, da sie, wie wir jetzt ja wissen, das paarig gewordene Schlußstück I sind. — Wir haben es, wenn wir von der Betrachtung unserer tabellarischen Zusammenstellung absehen, bis jetzt nur mit der einen unwiderlegten Deutung der Claustra zu thun gehabt, mit der von Sörensen, welcher Forscher sagt: die Claustra scheinen ihm den Ossa imparia des Acipenser zu entsprechen. Drei Jahre später, 1893, erschien die sehr ausgedehnte dritte Publikation v. Bridge und Haddon (8). Diese Forscher ignorierten die Interpretation der Schlußstücke durch Sörensen, indem sie auf S. 260 in ihrer Tabelle einfach den Sörensen'schen Ausdruck „1ste Hvirvels Slutstykke" durch „Neuralspine I." ersetzen, ohne daß sie bei jener Gelegenheit der Auffassung von Sörensen entgegentraten, oder ihre eigene Ansicht von 1890 (vergl. Tabelle S. 15, Fußnote 9) verfochten, welche sich in Uebereinstimmung zu befinden scheint mit der Auffassung von Wright, wie später gezeigt werden soll. Einem solchen unmotivierten Ersetzen eines Ausdruckes durch einen anderen, welcher gar nicht denselben Begriff darstellt, trat Sörensen in seiner dritten Arbeit (S. 110) mit Recht entgegen, indem er schrieb: „As to the „claustrum" on the contrary, I have been careful not to call it a neuralspine, and I have shown that at the first 3 or 4 vertebrae in the Ostariophyseae (in other Physostomi only at the first vertebra) there exists a separate ossicle, which sometimes forms part, sometimes not, of the spinal canal, and which as far as I can judge is homologous with the ossa imparia in the Acipenser." — Bei aufmerksamer Prüfung dieser Erwiderung Sörensen's gegen Bridge und Haddon ergiebt sich folgendes: Sörensen verwahrt sich gegen die Auslegung von Bridge und Haddon, wonach die Claustra aufgefaßt werden sollen als Neuralspine I. Infolgedessen kann man nicht umhin, auch anzunehmen, daß Sörensen den normalen Processus spinosus der Ostariophyseae als nicht homolog betrachtet wissen wollte zu den Ossa imparia des Störes. Mit anderen Worten: es geht aus seiner Darlegung hervor, daß die normalen Processus spinosi der Ostariophyseae nicht homolog sind zu den Ossa imparia, wohl aber die Schlußstücke. Können wir aber mit gutem Gewissen behaupten, daß die Schlußstücke sich nicht auf dieselbe Weise bilden wie die normalen Dornfortsätze? Es ist mir kein Forscher bekannt, welcher speciell auf diesen entscheidenden Punkt Gewicht legte und es hat auch kein mir bekannter Forscher (es wäre denn Grassi, welcher sich auf entwickelungsgeschichtlichem Forschungswege mit der Bildung der Dornfortsätze oder der Schlußstücke befaßte) absolut entscheidende Thatsachen vorgebracht, kraft derer wir uns zur Sörensen'schen Auffassung hinneigen könnten. Doch prüfen wir nun einmal das, was uns ferner über die Schlußstücke und die

Claustra der vorderen Ostariophyseenwirbel bekannt ist. Beaudelot (3, p. 333) schreibt: „Les claustrum ne sont autre chose qu'un os intercrural partagé en deux, et dont les moitiés, trés-rudimentaires, sont restées séparées sur la ligne médiane; cette détermination s'apuie sur ce fait, que les arcs supérieurs de la seconde et de la troisième vertèbre se trouvent également complétés par une pièce intercrurale, et sur cet autre que chez le Silurus glanis les claustrum sont constitués par deux lames triangulaires allongées, dont les sommets viennent se mettre en contact sur la ligne médiane[1]). Sörensen nennt ohne weiteres S. 74 das „Os intercrurale" Beaudelot's „oberes Schlußstück." Es ist mir unbekannt, ob in dem „Os intercrurale" zu Beaudelot's Zeit ein Homologon zu einem Os impar des Acipenser gesehen wurde. Allein es muß darauf hingewiesen werden, daß Beaudelot nicht absolut maßgebend sein kann bei der Interpretation dieser Schlußstücke, da er vergleichend-anatomisch und nicht entwickelungsgeschichtlich, welch letztere Untersuchungsart wohl allein ausschlaggebend sein dürfte, arbeitete. Auch Bridge und Haddon (7) haben sehr richtig erkannt, daß die Natur der Weber'schen Knöchelchen sich nicht sicher erkennen läßt an erwachsenen Tieren, wenn sie S. 240 schreiben: "As far as this family (die Siluroiden) is concerned comparative anatomy is of but little use in the discussion of this question and embryology is the only line of investigation which offers any prospect of a satisfactory and final solution of the problem." Somit können wir behaupten: Beaudelot liefert der Sörensen'schen Auffassung kein entscheidendes Argument. — Nusbaum (49) schreibt S. 556: „ . . . die oberen Bogen dieses (des ersten) Wirbels sind in Stapes und sein Processus spinosus in Claustrum umgewandelt. . . . . seine (des zweiten Wirbels) oberen Bogen stellen die paarigen Gehörknöchelchen (Incudes) vor, von welchen der Processus spinosus ganz getrennt ist. Der dritte Wirbel hat normal entwickelte obere Bogen und Processus spinosus, ..." Diese Resultate erlangte Nusbaum beim Studium von jungen Cyprinoiden. Es ist infolgedessen kaum anzunehmen, daß er je an eine Homologie der Schlußstücke (Dornfortsätze) mit den Ossa imparia des Störes dachte[2]). Bis jetzt kennen wir also zwei unwiderlegte Interpretationen der Claustra. Nach Sörensen sind letztere Homologa zu den Ossa imparia, nach Nusbaum der umgewandelte Proc. spin. I. Es folgt noch eine dritte Deutung. — Wright (73): Während Sörensen die Intercruralknochen (Beaudelot's), d. h. seine Schlußstücke als Homologa der Ossa imparia betrachtet, so deutet sie dieser, wenn anders ich ihn richtig verstanden habe, als Dorn-

1) Sörensen zeigte, daß letzteres bei Silurus nicht der Fall ist.

2) Es fehlt mir bedauerlicherweise die Kenntnis der ausführlichen Arbeit über den nämlichen Gegenstand, welche in polnischer Sprache, die ich leider nicht verstehe, in der Zeitschrift „Kosmos", Lemberg 1883, erschienen ist.

fortsätze, mit denen noch knorpelige Reste verschmolzen sind, die homolog wären zu den Interkalarbogen der Selachier: denn er schreibt p. 248: "The spinous processes of several of the anterior vertebrae in the Cyprinoids are set on 'intercrurally': they are in part formed of elements comparable to the intercalary cartilages described by Goette (25) in the Pike" (Hecht) (vergl. auch Monographie über Amiurus). Zu erwähnen ist an dieser Stelle noch, daß vermutlich Bridge und Haddon, denen die Arbeit von Wright schon 1890 (6) bekannt war, durch letzteren beeinflußt, sich auf die Weise äußerten, wie es in Anmerkung 9 unserer tabellarischen Zusammenstellung S. 15 zu finden ist. Und Götte (25 Bd. 16, S. 128—29): „Ich sah dort nämlich bei 3 ctm langen Hechtchen 2 längliche Knorpelstücke liegen, welche in der Medianebene zwischen dem Längsbande und dem Rückenmarkskanal sich berührten, seitlich aber sich abwärts bogen und an der Innenseite der Wirbelbogen endeten, ohne noch mit ihnen verwachsen zu sein . . . . Wir haben also in diesen paarigen, von oben etwas hinabziehenden und mit den eigentlichen Wirbelbögen wenigstens andeutungsweise alternierenden Knorpelstücken, welche sich unter dem Längsbande vereinigen, Homologa der Interkalarbögen der Selachier anzuerkennen . . . ." An der Behauptung Wright's ist kaum mit all ihren Konsequenzen festzuhalten, denn es will mir scheinen, daß dieser Forscher absolut keine Beweise für sie vorbringt. Er sagt uns sonst nirgends etwas, daß getrennte paarige Knorpelstücke mit einem Dornfortsatze verschmelzen, obschon er am jungen Amiurus Beobachtungen anstellte. Und wenn er auch dies wirklich gesagt hätte, so würde er noch nicht bewiesen haben, daß jene paarigen Knorpelstücke (Götte) Homologa zu den Interkalarbogen der Selachier sind. In der That gelingt es uns, die fraglichen Knorpelstücke anders zu interpretieren. Sie sollen uns vorläufig ausschließlich beschäftigen. Diese fraglichen Knorpelstücke haben außer Götte und Wright auch noch Stannius (67, l.c. S. 25—26), Grassi (28, S. 462—63) und Scheel (58, S. 19—20) zu schaffen gegeben, haben aber eine andere Deutung erfahren. Scheel's sehr wahrscheinlich richtige Auffassung[1]) ist folgende: „Oberhalb des Rückenmarks, zwischen ihm und dem Ligamentum longitudinale superius entsteht ungefähr zu der Zeit, wenn das obere Ende der Neurapophyse die Höhe des Markes erreicht hat, jederseits an der Innenwand des Bogenknorpels, von demselben unabhängig, aber in seiner nächsten Nähe, ein kleines Knorpelstück, welches sich als Decke auf die Dura mater auflegt. Bei Forellen von 26 mm Länge liegen diese Knorpelstücke nahe an dem Bogen, fast in ihn übergehend, nur durch das Perichondrium von ihm getrennt (Fig. 12 *Br*). Sie lassen dorsal vom Rückenmark in der Medianlinie einen breiten

---

1) Sie ist bis jetzt, soweit ich es beurteilen kann, nicht widerlegt worden.

Spalt zwischen sich, welcher von Bindegewebe ausgefüllt ist. Ueber letzterem liegt das dorsale Längsband. Bei größeren Tieren (Salmoniden) von 27—30 cm Länge sind beide Knorpelstücke[1]) einander mehr entgegengewachsen; dadurch ist der Spaltraum zwischen ihnen verengert worden, doch persistiert er, selbst nach ihrer Verknöcherung; seitlich reichen sie ungefähr um ein Drittel der Höhe des Markes abwärts, immer dicht parallel

Fig. 2. Kopie Scheel's, Fig. 12, Taf. 2. *T.Fl* Träger der Rückenflossenstrahlen, *Ll.s* Ligament. longitudinale superius, *Br* Verbindungsbrücke der oberen Bogen, zwischen dorsalem Längsband und Rückenmark, *O.B* oberer Bogen, *M* Rückenmark, *Ch* Chorda.

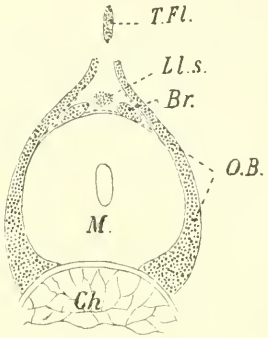


Fig. 2.

an der Innenseite der Bogenschenkel anliegend. Götte fand jene Knorpelstücke beim Hecht. Aus dem Umstand, „„daß sie nicht genau in derselben Querebene wie die eigentlichen Wirbelbogen, sondern mit einem Abschnitt vor demselben lagen, so daß sie von vorn her zwischen diese eingeschoben und mit ihnen andeutungsweise zu alternieren erschienen"", folgerte er, „„daß man in ihnen Homologa der Interkalarbogen der Selachier anzuerkennen hat."" Grassi (27 und 28) beschreibt die betreffenden Gebilde bei Salmoniden und hält sie für Homologa der Dornfortsätze. Diese Auffassung scheint mir eben so unrichtig zu sein, wie die von Götte, und ich finde durch meine Präparate die Ansicht von Stannius (67) bestätigt, daß die Verbindungsbrücke, die durch jene Knorpelstücke über dem Rückenmark gebildet wird, den eigentlichen dorsalen Abschluß der Neurapophysen darstellt. Bei vielen Teleostiern (Anguilla, Conger, **Silurus**, Esox, Clupea und andern) bilden nämlich die oberen Bogen, indem sie zwischen dem Nervenrohr und dem dorsalen Längsband durch eine Querbrücke verbunden sind, einen doppelten Kanal, je einen für das Rückenmark und für das Längsband. Diese quere Verbindungsbrücke der oberen Bogen über der Medulla ist auch bei den Salmoniden angedeutet, nämlich in den beschriebenen kleinen Knorpeln, nur daß sie hier nicht zu solcher Ausbildung gelangt, wie bei den anderen erwähnten Knochenfischen. Sie muß den ursprünglich dorsalen Verschluß über dem Rückenmark gebildet haben, das wird durch die Untersuchung

1) Vergl. auch Götte, Lage der Knorpelstücke.

jüngerer Forellenstadien wahrscheinlich gemacht." — Daß nun die Schlußstücke (Intercruralknochen) nicht ausschließlich aus von Wright offenbar fälschlich bezeichneten Homologa der Interkalarbogen der Selachier sich bildeten, sondern zugleich auch aus normalen Dornfortsätzen, diese Annahme steht einerseits nicht im Widerspruch mit obigem Citat Wright's, andererseits hat er dies auch auf S. 249 selbst zugegeben, wenn er schreibt: As decribed above the neural arches (I.) "are converted into the Stapedes, and the spinous process into the Claustra." Wenn es uns gelungen ist, Wright bezüglich der Interpretation der "intercalary cartilages", die er konsequenterweise auf sich genommen hat, ziemlich sicher zu widerlegen, so dürfte aus dem Vorhergegangenen, um zu resumieren, anzunehmen sein, daß keine Teile an den Intercruralknochen (Schlußstücken) als homologe Reste der Intercruralbogen der Selachier zu erkennen sind und ferner, dass Wright nie an eine Homologisierung der Intercruralknochen mit den Ossa imparia des Acipenser (Sörensen) dachte. — Steht es nun aber eben so sicher fest, daß jene Knorpelstücke nun überhaupt gar keine Beziehung zu den Schlußstücken erlangt haben? Finden wir irgendwo eine Angabe, wie sich die unpaaren knorpligen Schlußstücke bilden? Keineswegs. Soviel ich sehen kann, giebt uns außer Wright, weder Grassi, Scheel (welch' letzteren diese Frage von nebensächlicher Bedeutung war) noch auch Sörensen irgendwelchen Aufschluß. Sörensen hat ja sogar ausdrücklich hervorgehoben (vergl. das Citat S. 19 dieser Abhandlung), daß es ihm nicht bekannt sei, ob die Schlußstücke von Anfang an paarweis auftretende Knöchelchen seien, die später verschmelzen, oder ob sie ursprünglich unpaar seien. Ueberall, wo wir uns auch hinwenden, werden wir über die Natur der schon fertig gebildeten Schlußstücke unterrichtet, aber nirgends, wie sie sich anlegten. Hier ist somit eine Lücke und der Knoten der Frage. Stellen wir alles zusammen, was über die schon gebildeten Schlußstücke bei jungen Tieren bekannt und vergleichen wir dies mit Befunden von Scheel, so wird diesen Schlußstücken einiges von ihrem Rätselhaften benommen, und wir müssen dann bei einer Interpretation kaum mehr Zuflucht nehmen, weder zu den weithergeholten Interkalarbogen der Selachier (Wright, Götte), noch zu den Ossa imparia des Acipenser (Sörensen). — Wright fand, daß (die Schlußstücke) „the spinous processus of several of the anterior vertebrae" teilweise aus Elementen gebildet seien, die zu vergleichen sind mit den von Götte beim Hecht beschriebenen „intercalary cartilages", was in Zweifel zu ziehen wir keine Ursache haben, von denen wir jetzt zufolge Scheel jedoch annehmen müssen, daß sie über dem Rückenmark den eigentlichen ursprünglichen dorsalen Abschluß der Neurapophysen darstellen. — Ferner findet Grassi (28) S. 463: „Auch die beiden Stücke (Schlußstücke II und III[1]),

1) Vergl. Tabelle.

welche das Rückenmark der ersten Wirbel bedecken, entwickeln sich bei den Cyprinoiden **knorplig**; das vorderste dieser Knorpelstücke verliert sich in dem vordersten Ende des Ligamentum vertebrale superius, das zweite bedeckt das Ligamentum selbst. Wegen dieser Lagerung kann man die besprochenen Stücke nicht mit den anderen oben beschriebenen (der Salmoniden) vergleichen." Dieser Forscher würde also nicht anstehen, diese Knorpelstücke (Schlußstücke) mit jenen zwischen dem Mark und dem Ligamentum longitudinale superius bei den Salmoniden beschriebenen zu vergleichen, wenn nicht die verschiedene Lagerung ihn davon abhalten würde. Wir wissen schon von früher her (S. 6), daß im Bereich der vorderen Wirbel Umgestaltungen keine Seltenheit sind, diese Bedenken infolgedessen nicht zu sehr in die Wage fallen dürfen. Betrachten wir aber die Schlußstücke von jenem Standpunkte, wie Grassi es fast selbst gethan hätte (d. h. vergleichen wir die Schlußstücke mit den bei den Salmoniden vorkommenden Knorpelstücken), so findet man in Erinnerung an Scheel's Citat (S. 22), daß die Schlußstücke bei den Cyprinoiden nichts anderes darstellen können, als den eigentlichen dorsalen Abschluß der Neurapophysen über dem Rückenmark. Und warum können die diskreten Schlußstücke in keinem Falle ausschließlich umgebildete Dornfortsätze eines normalen Wirbels sein? Einfach deshalb, weil die normalen Dornfortsätze, obschon sie diskret, sofort **knöchern** auftreten: nicht so die Schlußstücke. — Scheel (l. c. S. 16) schildert in trefflicher Weise die Bildung der Dornfortsätze beim Cyprinoiden Rhodeus. Wir wollen einiges hiervon hier wiedergeben: „Bei Rhodeus von 8 mm Länge reicht der Knorpel des oberen Bogens im 5. und 6. Wirbel etwa bis zu $^1/_4$ Höhe des Rückenmarkes; der obere seitliche und dorsale Verschluß über letzterem wird durch fibrilläres Bindegewebe bewirkt, welches in das Perichondrium der Neurapophysen übergeht . . ." Bei Rhodeus von 10 mm Länge . . . . Hier sind innerhalb jener Bindegewebsstränge, welche bei 8 mm langen Tieren die oberen Teile der Neurapophysen bildeten, sehr dünne Knochenspangen gebildet, deren untere Enden hutartig auf dem oberen Abschnitt der Bogen ruhen . . . . Bei Rhodeus von 14—16 mm Länge . . . . Die Knochenspangen, welche ihren oberen Abschluß bildeten, sind stärker geworden, nach unten gewachsen und umgeben den knorpeligen Teil wie ein Mantel . . . . In den folgenden Wirbelbezirken werden die Bogen immer kürzer, der Bogen des 13. und 14. Wirbels entwickelt nur noch wenige Knorpelzellen in seiner Basis. Vom 15. Wirbel an sind die Neurapophysen direkt knöchern gebildet. Sie werden also nur im Vorder- und Mittelrumpf knorplig präformiert und der Knorpel nimmt von vorn nach hinten zu an Menge ab." Es ist bezeichnend, daß Scheel erklärt: „der Knorpel nimmt von vorn nach hinten zu an Menge ab"; und S. 22—23 „abgesehen von den vier ersten Wirbeln ist in den beiden folgenden am meisten Knorpel ausgebildet". Jener dorsale ursprüngliche Abschluß, welcher bei den

Salmoniden im Vorder- und Mittelrumpf unabhängig von den Schenkeln der knorpligen Neurapophysen über der Medulla und unter dem Ligamentum longitudinale superius entsteht, vermag sich bei den Cyprinoiden mit Ausnahme der vorderen 3 Wirbel deshalb nicht mehr zu bilden, weil die Dornfortsätze, welche auch die phyletisch jüngere Bildung darstellen (Scheel S. 21), sich sofort knöchern anlegen und die knorplig vorgebildeten Neurapophysen völlig einhüllen, noch ehe sie Zeit gefunden, die Bildung der diskreten Knorpelstücke („intercalary cartilages" Wright), wie sie bei den Salmoniden zu finden sind, von statten gehen zu lassen. Im Bezirke der vorderen 3 Wirbel hat sich wohl die phyletisch ältere Bildung, d. h. die Bildung des urspünglichen dorsalen Abschlusses des Rückenmarkrohres, noch erhalten, in der Form jener diskreten oberen Schlußstücke, die in Uebereinstimmung mit allen bekannten Autoren sich knorplig anlegen, jener Schlußstücke, die Sörensen als Homologa der Ossa imparia betrachtete. — Es ist mir zwar nicht bekannt, ob je speciell bei den Cyprinoiden (Grassi!?) Gymnotiden und Characiniden jene phyletisch ältere quere „Verbindungsbrücke" (die ursprünglich diskreten Knorpelstückchen) erwähnt oder geschildert wurde, allein für die verwandte Ostariophyseen-Familie der Siluroiden wissen wir dies (vergl. Citat Scheel's S. 23 dieser Abhandlung). Die Zusammengehörigkeit der 4 Ostariophyseen-Familien wird heutzutage niemand mehr bezweifeln wollen, so daß also auch wenigstens an den vordersten 3 Wirbeln jener Fische, die den übrigen 3 Ostariophyseen-Familien angehören, das Vorhandensein des Homologons zu der „Verbindungsbrücke" sehr wahrscheinlich sein wird. Mit andern Worten: im Bereich der vordersten Wirbel kann höchst wahrscheinlich die phyletisch ältere Bildung sich noch unbeeinflußt von der phyletisch jüngeren entwickeln. Hier dürften also wohl bei allen Ostariophyseae jene „intercalary cartilages" Wright's, d. h. die diskreten paarigen Knorpelstücke Scheel's zu finden sein. Da diese knorplig präformiert sind, die normalen Dornfortsätze, wie wir jetzt nach Scheel wissen, aber sofort knöchern auftreten, so wird folgende Vermutung über die wahre Natur der Schlußstücke nicht unmöglich sein:

Kurz nach der Entstehung der diskreten Knorpelstücke (Scheel's), „the intercalary cartilages" (Wright's) mögen diese in der Medianebene zusammenschmelzen, dagegen ihren Zusammenhang mit den eigentlichen Neuralbogen nie gewinnen (Ossa imparia Sörensen's). Auf diese höchst einfache Weise mag wohl die Bildung der diskreten oberen Schlußstücke vor sich gehen. Ob alle ausschließlich knorplige Präformation aufweisen, erscheint mehr als fraglich. Jedenfalls thun dies eher die vorderen; denn es ist sehr bezeichnend, daß das vorderste unpaare Schlußstück II (wenn es diskret), soviel mir bekannt, niemals Reste einer Spina zeigt, dagegen (so auch bei Nem. barb. u. a.) noch das

hinterste. Vermutlich deshalb, weil das hinterste bei seiner Entstehung schon durch die phyletisch jüngere Bildung noch beeinflußt wurde. Daß diese ihrerseits zum mindesten etwelchen Anteil nimmt an der Bildung des hintersten Schlußstückes, diese Annahme mag damit begründet werden, daß das Schlußstück III z. B. auch bei Nem. barb. u. a., eine so gewaltige Spina besitzt. Wir wissen ja wenigstens von einem Angehörigen der Ostariophyseae, daß der Proc. spin. des normalen Neuralbogens ausschließlich die phyletisch jüngere Bildung repräsentiert. Ob nicht auch vielleicht bei Nem. barb. in der gewaltigen Spina des Schlußstückes III (Fig. 2 *sl III*) die eigentlichen Reste der Dornfortsätze I, II und III zu suchen sind, kann natürlich hier nicht entschieden werden. — Da wir uns berechtigt glauben, voraussetzen zu dürfen, daß die Schlußstücke im allgemeinen keine reinen Dornfortsätze sind, — sonst könnte ihre Anlage (wenigstens wie es teilweise sicher der Fall ist) keine knorplige sein — noch auch im allgemeinen reine Derivate der Knorpelstückchen Scheel's, sowohl rücksichtlich Wright's Schilderung (vergl. S. 22 und 24 dieser Abhandlung), also auch in Hinblick darauf, daß Schlußstück III eine gewaltige Spina besitzt bei Nem. barb. und vielen anderen, die auf eine Anteilnahme der phyletisch jüngeren Dornfortsatzbildung schließen läßt, so wird es angezeigt sein, vorläufig an der dargelegten Auffassung über die Schlußstücke festzuhalten, auch wenn wir mit den neuesten Angaben nicht übereinstimmen und zwar einfach deshalb, weil kein Forscher, so viel uns bekannt, auf den Vergleich zwischen Schlußstück und Dornfortsatzbildung bei ein und demselben ostariophysen Tiere eingetreten ist. Leider hat auch Scheel (l. c. S. 16), dem allerdings diese Fragen von nebensächlicher Bedeutung waren, kein Licht verbreitet, denn er schreibt nur:

„Wie bei den übrigen Cyprinoiden, treten auch bei Rhodeus die 4 ersten Wirbel vermittelst ihrer oberen Bogen und Dornfortsätze resp. ihrer Rippen zum Gehörorgan in Beziehung und verbinden dieses mit dem Vorderende der Schwimmblase. Genannte Wirbelbestandteile werden zu diesem Zwecke modifiziert (Weberscher Apparat); sie verlieren ihre funktionelle Bedeutung und bleiben deswegen hier unberücksichtigt.“

Wir neigen, wie schon angedeutet, zu der Auffassung hin, daß bei ein und demselben Tier kein Schlußstück sich bei der Bildung gleich verhält wie das andere, was zugleich auch die

verschiedene Form erklärt. Jedenfalls scheint aber festzustehen, daß es vor der Hand gewagt ist, die ein oder andere Weise der bestehenden Homologisierungsversuche der Schlußstücke zu billigen, und wenn es auch uns nicht gelingen konnte, ohne entwickelungsgeschichtliche Studien die Schlußstücke mit Sicherheit zu interpretieren — weshalb wir diesen indifferenten Namen Schlußstücke beibehalten — so haben diese ziemlich weitläufigen Auseinandersetzungen ihren Zweck doch erreicht, wenn sie zu erneuter Prüfung Anlaß bieten, damit auch die vordersten Glieder in der paarigen Weber'schen Knochenkette — die Claustra — richtig interpretiert sind. Nach unserem Dafürhalten allerdings sind die Claustra wohl ausschließlich Derivate jener Knorpelstücke, wie sie von Scheel für die Salmoniden (vergl. S. 22 dieser Abhandlung) beschrieben wurden.

Nachdem ich dieses Kapitel eben vollendet hatte, gelangte ich in den Besitz der Arbeit von Sidoriak (60). Auch dieser Forscher (S. 94) faßt die Claustra, speciell auf Grund von Untersuchungen an Rhodeus amarus (unser zweigeteiltes Schlußstück I) auf als Processus spinosus. Auf S. 98 äußert er sich: „Ueber die anatomischen Verhältnisse, die bei einem ganz erwachsenen Bitterling existieren, und über den Bau und die Entwickelungsgeschichte der Knöchelchen, die sich viel später aus der die hinteren Aussackungen umhüllenden skelettogenen Schicht differenzieren und den Zusammenhang mit der Schwimmblase bedingen, hoffe ich in einem anderen Aufsatze Näheres mitteilen zu können.“ Es ist zu wünschen, daß in dieser angekündigten Arbeit, Sidoriak's Auffassung der Claustra, mit der wir vorläufig aus den schon angeführten Gründen noch keineswegs übereinstimmen möchten, durch die nötigen Belege gestützt wird.

Wir wollen nun die

4. Morphologische Betrachtung der vorderen Wirbelelemente

an Hand der Figuren weiterführen. In der Reihenfolge der Beschreibung ersterer, beziehungweise deren Abkömmlingen, können uns 4 verschiedene Gesichtspunkte leiten. Entweder versuchen wir, wie wir zu Anfang vorzugehen beabsichtigten — ehe wir uns mit dem kritischen Ueberblick betreffend die Kenntnisse des

Web. Apparates zu beschäftigen hatten — successive von vorn nach hinten Wirbel nach Wirbel zu analysieren, bis wir wieder auf einen normalen stoßen; oder wir betrachten die Wirbelelemente, d. h. deren Abkömmlinge, nach ihrer jeweils einheitlichen Funktion, oder wir schildern das, was uns die Betrachtung der Wirbelsäule an ihrem vordersten Abschnitt von verschiedenen Seiten offenbart; oder endlich wir besprechen vergleichsweise die als homolog zu betrachtenden Elemente der vordersten Wirbel nacheinander serienweise durch. — Wir schlagen vorerst den zuletzt angedeuteten Weg ein, werden indessen bei unserer morphologischen Beschreibung zugleich auch die funktionelle Bedeutung der einzelnen Knochenstücke einheitlich ins Auge fassen.

A. Wirbelkörper.

Ueber dieselben läßt sich nicht viel sagen, denn wir haben schon früher den ersten beschrieben, und wiederum der fünfte (wahre) Körper gehört einem normalen Wirbel an. Wir müssen uns mithin überhaupt nur noch beschäftigen mit der Beschreibung des oberen, nicht typisch ausgebildeten Bogensystems I, dem zweiten falschen (hervorgegangen aus der Verschmelzung, d. h. Synostose des wahren zweiten und dritten Wirbels) und mit dem (wahren) vierten Wirbel.

Wirbelkörper II. Obschon falsch, ist derselbe trotzdem nur ungefähr $^2/_3$ so lang wie der Körper des (wahren) vierten Wirbels (Fig. 5 *II*), welcher normale Größe besitzt. Bei einem Exemplar gelang es mir, makroskopisch genau eine Linie als Grenze zwischen ursprünglich zweitem und drittem (wahrem) Wirbel festzustellen (Fig. 8 *). Man kann daraus ersehen, daß der Körper II sehr klein ist. Zwischen den beiden verschmolzenen Wirbelkörpern ist kein Rest der Chorda, welche intervertebral sonst wohl zu finden ist, übrig geblieben, wie ich mich an mikroskopischen Längsschnittpräparaten überzeugen konnte. Die Körper II und III sind also innig miteinander verschmolzen, indem auch bei mikroskopischer Betrachtung nur noch eine Linie, welche ursprünglich zweiten und dritten (wahren) Wirbel trennt, wahrzunehmen ist, d. h. die gleiche Linie, welche wir an einem Exemplar schon makroskopisch festzustellen imstande waren. — Oberseits, jedoch getrennt voneinander, befinden sich eher hinter der geometrischen Mitte des zweiten Wirbelkörpers 2 seichte Gruben,

in welchen die Basalteile der Neuralbogen III (Fig. 8 *A III*) eingesenkt sind.

Wirbelkörper IV. Entspricht einem normalen Wirbelkörper insofern nicht, als dessen zugehörige Bogen nicht mit ihm untrennbar verschmolzen sind.

Wirbelbogen V gehört einem normalen Wirbel an, entspricht also der Schilderung, die wir früher gegeben haben.

B. Oberes Bogensystem.

Schlußstücke. Bezüglich der Auffassung und Nomenklatur derselben verweise ich auf den kritischen Ueberblick, betreffend die Kenntnisse der Web. Knöchelchen (S. 16, Deutung der Claustra).

Schlußstück I von Nem. barb. ist, wie bei allen Ostariophyseen-Familien, wo es als diskretes Knöchelchen vorkommt, paarig und, wie wir bereits wissen, repräsentieren diese paarigen Stücke die Claustra (Figg. 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10: *cl*) des Weberschen Apparates. Diese, die ursprünglich dorsalwärts vom Neuralrohr gelegen sind, gleich wie die übrigen unpaaren Schlußstücke noch beim Erwachsenen, haben sich seit- und ventralwärts des Neuralrohres gegen den Wirbelkörper hin verlagert, jedoch so, daß bei Nem. barb., der höchste Punkt des Stückes links über dem Neuralrohr, denjenigen des Stückes rechts gerade noch berührt (Fig. 4 *cl*). Dieser Umstand verhindert, daß Schlußstück II und III (Fig. 2, 4: *sl II.* und *sl III.*) sich cranialwärts über die Höhe der obersten Punkte der Claustra verschieben. (Die Beschreibung der Form sämtlicher [paariger] Gliedstücke des Weber'schen Apparates von Nem. barb. erfolgt zusammenhängend im Kapitel: Morphologie des Web. Apparates.)

Schlußstück II (Figg. 2, 4, 8, 9, *sl II*) ist gleich wie Schlußstück III unpaar und liegt als diskretes Knochenblättchen über dem Neuralkanal. Von oben gesehen, hat es eine abgerundet trapezoedrische Form (Fig. 4). Der vordere Rand des Schlußstückes II reicht kaum bis an das erste Drittel des zweiten (falschen) Wirbelkörpers hinan.

Schlußstück III (Figg. 2, 3, 4, 5, 6, 7 *sl III*) schließt sich direkt caudalwärts (über dem Neuralrohr) an das Schlußstück II an. Es besteht aus zwei miteinander einheitlich verbundenen Teilen. Aus einer basalen, schwach gewölbten, oblongen Platte, die das Neuralrohr bedeckt und an ihrem vorderen

Ende an die Hinterkanten des Schlußstückes II direkt anschließt, und aus einer in der Medianebene gelegenen „Spina", welche cranialwärts bis über die Höhe des ersten Wirbels hinausreicht (Figg. 4, 5). An seinen hinteren Rändern grenzt Schlußstück II an die Neuralbogen IV gerade dort, wo sie sich in einen normal geformten Processus spinosus fortsetzen.

Die Neuralbogen der normalen Wirbel sind bei Nem. barb., wie wir wissen, mit ihren korrespondierenden Körpern untrennbar verschmolzen; nicht so die Bogen der vorderen Wirbel.

Neuralbogen I. (Figg. 2, 4, 6, 7, 8, 9 *st*) sind nicht typisch entwickelt; sie bilden die Stapedes des Weber'schen Apparates und stehen mit ihrem Wirbelkörper in gar keinem Zusammenhange mehr, denn sie haben sich nach rückwärts verlagert, sitzen am vorderen oberen Rande des zweiten (falschen) Wirbelkörpers auf und bleiben vollständig beweglich. (Formschilderung: Morphologie des Web. Apparates).

Neuralbogen II (Figg. 8, 9, 10 *i*) sind bei Nem. barb. zu finden als Rudimente. Ueber ihre Beziehung zum Web. Apparat bei den Ostariophyseae im allgemeinen vergl. Kapitel: Deutung der Incudes (S. 13 dieser Abhandlung) und Morphologie des Web. Apparates.

Die Neuralbogen III (*A III.* Fig. 8) bleiben diskret, d. h. sie verschmelzen mit dem zweiten (falschen) Wirbelkörper nicht. Die unteren Enden derselben sind ungefähr beiderseits der Wirbelkörpermitte als kurze dicke Pflöcke in konische Vertiefungen des Körpers eingesenkt. Man kann genau eine Naht zwischen (falschem) Körper II und nicht weggetrenntem Neuralbogen III beobachten. Die seichten Gruben der Wirbelkörper, in denen die Basalpartien der Bogen eingesenkt waren, werden sichtbar, wenn man die Bogen III vom Körper trennt, was relativ leicht gelingt. Die normale Form der Neuralbogen III kann beim erwachsenen Tier, abgesehen davon, daß sie keinen normal entwickelten Processus spinosus besitzen, nicht mehr wahrgenommen werden, da diese durch eine Sehnenverknöcherung (Aponeurose, Figg. 2, 4, 5, 6, 7, 8 *a*), von der später noch die Rede sein soll, beeinflußt wurde. Nur soviel sei hier erwähnt, daß ein Teil der Aponeurose in Fig. 8 *a* weggebrochen gezeichnet wurde, so daß der basale Teil des rechten Neuralbogens III (*A III*) zu Gesicht kommt. Den oberen Endflächen der Neuralbogen III, die durch die Aponeurosen verbreitert sind, lagert sich die vordere Hälfte des seitlichen Randes von Schlußstück III an (Figg. 2, 4). Mit

der Knochenkapsel stehen die Neuralbogen in keinem Zusammenhang.

Neuralbogen IV sind bei den normalen Cyprinoiden auf die gleiche Weise diskret entwickelt wie die Neuralbogen III. Nach Grobben (29) sind sie bei Nem. barb. (S. 12) untrennbar mit dem Körper verbunden. Das Gegenteil dürfte wohl richtig sein. Durch starke Maceration sind sie relativ leicht vom Körper trennbar, was bei den Neuralbogen normaler Wirbel nie gelingt. Also auch die Neuralbogen IV sind bei Nem. barb. oberseits des zugehörigen Körpers in dort befindliche Gruben eingesenkt. Sie tragen, wie schon früher bemerkt, einen normal entwickelten Dornfortsatz. Außerdem kann man an denselben noch zwei accessorische Knochenfortsätze (Figg. 3, 4, 6 *af*) beobachten, wie sie an den normalen Neuralbogen nicht zu finden sind. Dergleichen Gebilde wurden schon von Stannius (67, S. 27) erwähnt. Sie scheinen der Muskulatur als Anheftungspunkte zu dienen. Es ist noch zu bemerken, daß die Neuralbogen IV in keiner Weise Beziehungen erlangt haben zu der Knochenkapsel, was uns namentlich Fig. 3 sehr schön zeigt, wo dieselben sich von der Knochenkapsel deutlich abgesetzt erweisen.

Neuralbogen V. Da diese einem normalen Wirbel angehören, so wissen wir von ihnen, daß sie mit dem Wirbelkörper verschmolzen sind. Bei den normalen Cyprinoiden, d. h. jenen mit unmodifizierter Schwimmblase, findet dies sonst am fünften Wirbel nicht statt.

Rücksichtlich der Verbindung der vorderen Neuralbogen mit den Wirbelkörpern läßt sich zusammenfassend folgendes anführen: Die Bogen I und II, die nicht typisch ausgebildet sind, haben ihre Beziehung zu den Wirbelkörpern gänzlich aufgegeben; bei den Bogen III und IV besteht eine gelockerte Verbindung und erst bei den Bogen V und den nachfolgenden findet sich eine Verschmelzung mit den Körpern.

C. Unteres Bogensystem.

Während für das obere Bogensystem konstatiert wurde, daß die normalerweise innige Verbindung der Wirbelelemente unter sich und zu den Wirbelkörpern im Bereich der vordersten Wirbel gelockert erscheint, so können wir in Bezug auf das untere Bogensystem (mit Ausnahme der Mallei) gerade das Gegenteil behaupten. Alle diese Zustände scheinen lediglich auf den Wechsel funktioneller Bedeutung zurückführbar zu sein.

Unteres Bogensystem I = Proc. transversus + Ligamentverknöcherung (Figg. 2, 4, 5 ∧), was fälschlich von JAQUET (40) „première côte cervicale“ bezeichnet wurde.

Unteres Bogensystem II (Figg. 2, 4, 6 *pt II*) wird bei den Cyprinoiden repräsentiert durch große Processus transversi. Die entsprechenden Gebilde bei Nem. barb. haben mit der Schwimmblasenkapsel (vergl. Kapitel über dieselbe S. 43), die zum größeren Teil eine Verknöcherung der Schwimmblasenhaut, d. h. der Serosa, darstellt, eine innige Verschmelzung erlangt, zwar doch so, daß deren Form noch zu erkennen ist.

Unteres Bogensystem III. Die Basalpartien der Rippen III verschmelzen beiderseits unkenntlich mit dem zweiten (falschen) Wirbelkörper, so daß sie nicht mehr zur erkennen sind. Die eigentlichen Rippen III, die Mallei des WEBER'schen Apparates, sitzen ihrer Basalpartie beweglich auf (Fig. 7, 8, 9, 10 *m*). Formerklärung siehe Kapitel: Morphologie des WEB. Apparates.

Unteres Bogensystem IV (Fig. 7 *pt IV*) ist bei den normalen Cyprinoiden ein typisches „Os suspensorium“ (vergl. Anmerkg. 1 der tabellarischen Zusammenstellung über die Interpretation d. WEB. Kn.). Bei Nem. barb. ist es mit dem Körper des vierten (wahren) Wirbels starr verbunden; aber es befindet sich im Gegensatz zum Proc. transv. II eine feine Linie, welche den Körper vom Proc. transv. abgrenzt. Sie ist nur (aber deutlich) bei äußerster Sorgfalt der Beobachtung zu erkennen. (In den Figuren nicht sichtbar!) Diese Proc. transv. IV sind mittelst dicker, zugespitzter Fortsätze jederseits in Gruben des Wirbelkörpers IV eingesenkt. Da im übrigen diese Proc. transv. IV gleich wie jene des zweiten Wirbels mit der Knochenkapsel verschmolzen sind, so wird es von Vorteil sein, über den Zusammenhang von Proc. transv. II und IV mit der Knochenkapsel erst bei Betrachtung letzterer das Nähere zu erfahren.

Wir sehen, daß die Derivate des unteren Bogensystems sämtlicher vier vorderer, modifizierter Wirbel im wesentlichen (die Mallei, die „Hauptstücke des WEB. Apparates“ SAGEMEHL's nicht ausgenommen) Stützpunkte der Teile, mit denen sie verbunden sind, zu bieten haben, und daß speciell das untere Bogensystem II, III und IV mit der Schwimmblase Beziehung erlangt hat.

D. Morphologie des Weber'schen Apparates.

Die erste Notiz, die ich über den Web. Apparat von Nem. barb. finden konnte, rührt von Rosenthal (55) 1816 (vergl. S. 10 Anm. 3) her. Seine Angaben sind gewiß den Thatsachen wenig entsprechend. Er schreibt in seiner Erklärung zu Taf. 10 folgendes: „Das säbelförmige Knochenstück (Malleus Web.) fehlt, doch ist das gestielte Becherchen [1]) (Stapes Web.) vorhanden, welches hier unmittelbar mit der inneren, die knöcherne Blase auskleidenden Haut zusammenhängt.“ Wie schon früher gesagt wurde (S. 9), hat Rosenthal auch bei Cyprinus nur 2 Knöchelchen abgebildet, und wir wissen doch, daß dort 4 vorhanden sind. — Weber (70) 1820, der eigentliche Entdecker des nach ihm benannten Apparates, drückt sich S. 67, wörtlich übersetzt, folgendermaßen aus: „Die drei vorderen Wirbel von Nem. barb. sind gegen das Gehörorgan hin ausgezeichnet mit einem Apparat von gleicher Gestalt wie bei Cob. (Misgurnus) fossilis.“ Daß auch diese Auffassung nicht ganz richtig ist, wird die nachherige Beschreibung des Apparates erweisen. Ob Weber bei Nem. barb. denselben überhaupt genau untersuchte, kann nicht sicher entschieden werden, doch hat er keine Abbildungen davon gegeben und außer dem oben Citierten nichts weiter davon erwähnt. — Valenciennes (12) 1846 (Cuv. et Val.) hat wahrscheinlich dasselbe Knöchelchen (Malleus) gesehen, wie Rosenthal: „. . . l'enveloppe osseuse de la vessie aérienne“, schreibt er (p. 19), „est une sorte d'hypertrophie des lames verticales de la carpe. Elles cachent un très-petit style osseux, long tout au plus d'une demi-ligne, qui est l'os de Webber.“ — Grobben (29) 1875, dem die Schilderung des Weber'schen Apparates von untergeordneter Wichtigkeit war, hat in seiner Arbeit von oberen (Neural-)Bögen I gesprochen, nichts aber gezeichnet oder gesagt, daß sie durch 2 paarige diskrete Knochenstückchen (Claustra und Stapedes Web.) repräsentiert sind. Ferner sagt er von Cob. (Misgurnus) fossilis, der die gleichen Verhältnisse aufweise wie Nem. barb. (S. 11): „Der zweite (unser falscher) Wirbel besitzt einen Körper von normaler Größe mit doppelten Conis, an den sich trennbar die Neurapophysen und Neurospina anfügen.“ Dies ist zweifellos ein Irrtum (Grobben kannte die Verschmelzung des zweiten und dritten Wirbels bis fast zur Unkenntlichkeit noch nicht und faßt unseren zweiten (falschen) Wirbel als normalen auf). Er hat jedenfalls unser Schlußstück II oder aber die Aponeurose als Neuralbogen II und Schlußstück III als Neurospina bezeichnet.

Dies sind alle Angaben, die ich über den Weber'schen Apparat von Nem. barb. finden konnte. Es war mir nicht mög-

---

1) Rosenthal hat aus nachher erklärlicher Ursache im Malleus ein becherförmiges Knöchelchen erblickt, was nicht richtig ist.

lich, eine vollständige Abbildung oder richtige Schilderung desselben kennen zu lernen. Wie wir aus dem Vorhergegangenen ersehen können, decken sich die Beschreibungen keineswegs; allein es ist nicht ganz unbegreiflich, wenn den Forschern die Kenntnis vom genauen Bau des Web. Apparates hier verborgen blieb, denn die Gesamtlänge desselben beträgt kaum mehr als 1 mm, und von diesem paarigen Apparat ist nur die cranialwärts gelegene Partie sichtbar, indem die caudale von jenen zwei dünnen Knochenplättchen überdeckt ist, welche, wie früher erwähnt, mit den Neuralbögen III verschmolzen sind und die wir als Aponeurosen aufzufassen haben (Figg. 2, 4, 6, 7, 8 *a*). Es wird jetzt an der Zeit sein, auch hierüber noch Näheres zu erfahren. Bei den übrigen Cyprinoiden besteht nämlich eine Aponeurose, welche sich im Umkreise der großen Oeffnung des Os occipitale laterale über die Weber'schen Knöchelchen ausbreitet. Bei Nem. barb. ist die Aponeurose caudalwärts befestigt an Bogen und Schlußstück III, an der dorsalen Wandung der Knochenkapsel (genau deren vorderem Drittel) + Proc. transversus II. Der knöcherne Teil dieser Aponeurose findet hinter dem ersten Wirbel seine craniale Grenze (Fig. 4), so daß bei Macerationspräparaten noch Claustra und Stapedes bloß liegen. Mit ihrem unverknöcherten Teile ist sie mit dem Occ. laterale verschmolzen. Erst nachdem man z. B. die Lamelle rechts, den Proc. transv. II + Knochenkapsel weggebrochen hat, wird der Neuralbogen III und die rechte Hälfte des Weber'schen Apparates in seiner ganzen Ausdehnung sichtbar (Fig. 8).

Die Claustra sind relativ groß und zerfallen in zwei Teile, von denen in der Seitenansicht (Figg. 2, 7 u. 8 *cl*) nur der obere, ein wenig schräg hinter dem Stapes gelegene sichtbar ist. An ihrem oberen hinteren Rande stoßen die Claustra an das unpaare Schlußstück II, ohne mit ihm verschmolzen zu sein. Die unteren Partien derselben liegen innerhalb der muschelig geformten Räume der Stapedes (vergl. Fig. 9, Vorderansicht) und umschließen die Atria sinus imparis (Weber).

Die Stapedes haben die Form muscheliger Schalen („concha" Weber) (Figg. 9, 10). Eigentlich sollten sie, wie dies bei den normalen Cyprinoiden der Fall ist, je zwei Fortsätze tragen, welche schon von Weber für Cyprinus carpio ausführlich und richtig beschrieben wurden (vergl. dessen Fig. 9, 10). Es besteht je ein unterer, welcher in ein Loch der oberen Seite des ersten Wirbels eingelagert ist, und ein oberer Fortsatz, der sich an

den Neuralbogen III anlehnt. Diese beiden Fortsätze ermöglichen es dort, daß sich der Stapes um sie wie um eine Achse drehen kann. Es ergiebt sich auch aus dieser Schilderung ohne weiteres die Lage der Stapedes bei den normalen Cyprinoiden. Bei Nem. barb. stehen die Stapedes indessen in gar keinem Konnex mehr mit dem Körper des ersten Wirbels, was davon herrührt, daß nicht nur die beiden Fortsätze verschwunden sind, sondern auch, daß die Stapedes sich bis hinter den vorderen oberen Rand des zweiten (falschen) Wirbels verlagert haben (Figg. 4, 8). Ihre stark konkave Seite wenden sie proximal — sie nehmen ja die unteren Teile der Claustra auf — ihre konvexe distalwärts.

Am unteren hinteren Ende dieser konvexen Außenseite trägt jeder Stapes ein kleines Knöpfchen, welches zur Befestigung eines Ligamentes (λ Figg. 8, 9, 10) dient, das bei den Ostariophyseae ganz allgemein jederseits zwischen den Neuralbögen I, II (Stapedes, Incudes) und den Rippen III (Mallei) [oder bei den Characiniden ihren Basalpartien: Sörensen 63], ausgespannt, und das sehr widerstandsfähig und elastisch ist. An jenen Stellen, wo das Ligament an die genannten Knöchelchen grenzt, ist es selbst verknöchert, so daß eine innige Verschmelzung zwischen dem Ligament und den typischen Skeletteilen zustande kommt, was natürlich nicht ohne Einfluß sein kann auf funktionelle Eigenschaften. Allein auch noch in anderer Hinsicht hat dieses Ligament Bedeutung erlangt. Durch dessen Verknöcherung in der Nähe der Skeletteile ist letzterer mehr oder minder typische Form in Mitleidenschaft gezogen worden, wodurch ein ganz eigenartiges Gepräge zustande kommen kann.

Vor allem sind es die Incudes (Figg. 8, 9, 10 *i*), welche durch ihre Formvariationen unser Interesse beanspruchen. Schon von Aug. Müller (46, l. c. S. 288) wurde die Thatsache festgestellt, daß die Incudes (Neuralbögen II) bei ihrer Entstehung, anstatt sich normalerweise flächenhaft zu entwickeln, horizontale Fortsätze lateralwärts treiben. Bei der Mehrzahl der Cyprinoiden, wo die Incudes ihre erheblichste Größe erreichen, sind deren Horizontalfortsätze eingelagert in die breiten Ligamente zwischen Stapedes und Mallei, so daß dadurch Verknöcherungen in den Ligamenten zustande kommen, welche als adhärierende Teilstücke der Incudes betrachtet werden müssen, die aber selbst größer sind als die medianen Knochenpartien, welche mit dem zweiten (falschen) Wirbelkörper noch in Zusammenhang stehen und die als eigentliche Neuralbögen II aufgefaßt werden müssen, indem

letztere noch an der Begrenzung des Neuralkanales teilnehmen. Allein wir wissen schon von früher her (Beaudelot, 3), daß bei der Gattung Catostomus keine Teile der Incudes mehr an der Begrenzung des Neuralkanales partizipieren, und daß die Incudes dort überhaupt nur noch durch einfache knöcherne Knöpfchen in den Ligamenten dargestellt werden. Daß man wirklich in diesen Knöpfchen die Rudimente der Neuralbögen II zu erblicken hat, geht aus den entwickelungsgeschichtlichen Studien von M. Ramsay Wright (74) [Amiurus] und Sörensen (63) [Galeichthys] unzweideutig hervor, indem die median ursprünglich angelegten Teile der Incudes, welche die eigentlichen Neuralbögen II repräsentieren, erst bei der nachfolgenden Entwickelung vollständig resorbiert werden, so daß nur noch jene Knöpfchen im Ligament übrig geblieben sind. Das, was wir somit bei Catostomus als Incudes bezeichneten, ist, streng genommen, also nicht ganz homolog mit dem gleich genannten Knöchelchen der Cyprinoiden. Diesen Grad der Reduktion der Incudes hat nun nicht nur allein die Siluroidengattung Catostomus (Beaudelot's), Amiurus (Wright's) und Galeichthys (Sörensen's) erreicht, sondern nach Sörensen (vergl. tabellarische Uebersicht über die Interpret. d. Web. Kn.) auch Gymnotiden, Siluroiden und (Sörensen untersuchte Cob. [Misgurnus] fossilis und Nemachilus Strauchii Kessl.) Cobitiden. Was nun diese Letzteren anbetrifft, so muß für Nem. barb. keine Ausnahme gemacht werden. Jedoch giebt es wohl Fische, bei denen die Incudes den letzten Grad der Reduktion aufweisen, weil in dem Ligament, welches den Stapes mit dem Malleus verbindet, nicht einmal mehr eine Verknöcherung, d. h. der Rest des Neuralbogens II zu finden ist[1]). Eine funktionelle Wichtigkeit scheint also die Anwesenheit des knöchernen Knöpfchens nicht zu besitzen.

Die Mallei besitzen proximale Wurzelenden, welche zu beiden Seiten des zweiten (falschen) Wirbelkörpers (dessen hinteren Abschnittes, also des dritten [wahren] Wirbels) artikulieren. Die Artikulationsflächen der Mallei liegen in Gruben, welch letztere, wie in Fig. 8 angedeutet, umsäumt sind von schmalen, niedrigen

---

1) Ein solcher Fall wurde schon von Bilharz 1857 (S. 9) bei Malapterurus electricus konstatiert. 1859 erwähnte Reissner (S. 432 und Taf. XII, Fig. 6) für die Siluroiden Rinelepis und Synodontis korrespondierende Verhältnisse. Ebenso 1890 Sörensen für die Siluroidengattung Plecostomus (vergl. seine Taf. III, Fig. 34).

Knochenleisten (*l*), die den Zweck haben, ein Vorwärtsgleiten der Mallei zu vermeiden. Die distalen Enden sind relativ dick und abgestumpft. An diese abgeschnittenen Enden heftet sich die Schwimmblase. Betrachtet man das distale Ende des Malleus rechts (wie in Fig. 7 angedeutet ist) bei hoher Einstellung der Lupe von der Seite, so sieht man in der That nichts anderes als einen Stiel, der an seinem distalen Ende verbreitert erscheint, wodurch wirklich die Vorstellung erweckt wird, als hätte man es zu thun mit einem „gestielten Becherchen" (Rosenthal, 55). — Der Fortsatz am distalen Ende des Malleus fehlt (nach Aug. Müller, 46, S. 288 und Fig. 7, Taf. VIII) ursprünglich vollständig. Wir haben in ihm den verknöcherten Teil des Ligamentes zu betrachten, von welchem Ligament wir oben sagten, daß es die typische Gestalt der Skeletteile modifiziere. Wer je jene Weber'sche Beschreibung der Mallei von Cob. (Misgurnus) fossilis gelesen hat, wird zugeben müssen, daß rücksichtlich ihrer Gestalt bei Misgurnus und Nemachilus von Gleichheit der Mallei, wie Weber will, nicht die Rede sein kann.

---

5. Morphologie von Schwimmblase und Knochenkapsel.

Schwimmblase und Knochenkapsel gelangten früher zur Beobachtung als der Weber'sche Apparat, wie dies auch bei ihrer relativ bedeutenderen Größe zu erwarten ist. Daß an der Bildung der Knochenkapsel ursprünglich typische Skeletteile partizipiert haben, geht schon aus dem früher Gesagten hervor. Es erwächst uns nun noch der Entscheid der Frage, ob sich auch noch andere Elemente bei deren Bildung beteiligt haben. Gelegentlich der Besprechung der Wirbelelemente machten wir schon jene Skeletteile, die in Frage kommen, namhaft. Es sind dieselben, welche frühere Forscher im Auge hatten, die jedoch aus verzeihlicher Unkenntnis der Verschmelzung von zweitem und drittem Wirbel falsch interpretiert wurden.

Schon Joh. Gottl. Schneider (Lipsiae) 1789, der Entdecker dieser Knochenhüllen, faßte letztere auf als blasenförmig aufgetriebene Querfortsätze. Ebenso Weber (70) 1820 (der Entdecker des nach ihm benannten Apparates), Meckel (44) 1824 (System, S. 233), Rathke (51) 1826 (S. 103), Valenciennes (12) 1846 (in Cuv. et

Val., Bd. 18, S. 18, 39), C. Brühl (9) 1847 (S. 160), E. Reissner (54) 1859 (S. 430—431), Hasse (33) 1873 (S. 595). — Indessen wurde auch schon frühzeitig, d. h. von Schultze (59) 1818 (S. 369) eine andere Ansicht geäußert, daß nämlich die knöchernen Kapseln nicht zur Wirbelsäule gehören, sondern zu dem Organ, welches sie umschließen, d. h. zur Schwimmblase. In ähnlichem Sinne äußert sich auch Huschke (38, S. 36). Doch wurde diese Ansicht zu jener Zeit noch nicht acceptiert, vergl. z. B. Wagner (69) 1834—35, der sich auf S. 280 folgendermaßen äußert: „Bei Cobitis (Misgurn.) fossilis wird sie (d. h. die Schwimmblase) ganz von den Querfortsätzen des dritten Halswirbels eingeschlossen, welche in eine Knochenblase verwandelt sind; fälschlich glaubte man sonst die Häute der Blase selbst seyen verknöchert."

Es dürfte wohl Leydig (42) 1853 der erste gewesen sein, welcher zeigte, daß die Knochenhülle auf Grund mikroskopischer Untersuchungen als verknöcherte äußere Bindegewebsschicht der Schwimmblase, die mit den Querfortsätzen verwachsen ist, aufgefaßt werden muß. — Daß die bindegewebige Membran der Schwimmblase verknöchern kann wie irgend ein anderes Bindegewebe, ist nichts Außerordentliches; aber wo nun die Verknöcherung so ziemlich den überwiegenden Teil der Schwimmblasenoberfläche einnimmt, in der Weise, daß auch noch zweifelsohne wirkliche Skelettstücke adhärierende Bestandteile der Verknöcherung bilden, da reicht auch für uns die makroskopische Betrachtung nicht mehr aus, und wir sind gezwungen, histologische Studien aufzunehmen, wenn wir über den Bildungsvorgang der Knochenkapsel ins Klare kommen wollen; denn es ist in der That schwer zu konstatieren, was von der Verknöcherung der Schwimmblase herrührt und was von den ursprünglichen Skeletteilen, sowie es sich um eine Verschmelzung beider handelt. Wir haben also namentlich jene Forscher zu berücksichtigen, welche der Lösung dieser Fragen auf Grund histologischer Studien näher zu kommen suchten. Da sind außer Leydig vor allem zu nennen Prof. Grobben (29) 1875, gegenwärtig in Wien (durch dessen Güte ich in den Besitz der diesbezüglichen Abhandlung gelangte), R. Wright (74, 75) 1884 und 1886 und der schon so oft citierte dänische Forscher Sörensen (63, 64) 1884 und 1890, dessen Arbeiten überhaupt wirklich eine solche Fülle korrekter und neuer Gesichtspunkte bieten, daß man staunen muß über den Scharfsinn und Fleiß, den dieser Forscher entwickelt. Und es ist nur zu bedauern, daß dessen Forschungsresultate gerade heute noch nicht von den modernen deutschen Zoologen in gebührender Weise berücksichtigt wurden, was wohl in Zusammenhang zu bringen ist mit der Schwierigkeit des Umstandes, die dänische Sprache zu interpretieren. — Wir wollen auf die näheren histologischen Details an dieser Stelle noch nicht eintreten, sondern uns vorerst mit der Beschreibung der Gestalt von Schwimmblase und Knochenkapsel beschäftigen und auch noch vorher mit der Lösung des Problems, wie eine solch ungemein eigenartige Form der Schwimmblase (bezw. der Knochenkapsel) zustande kommen konnte.

Die Schwimmblase erweckt namentlich bei der Prüfung von der ventralen Seite den Eindruck eines paarigen Organes, denn sie setzt sich zusammen aus 2 bläschenförmigen Säckchen, von denen jedes je auf einer Seite der Wirbelsäule gelegen und sozusagen vollständig in die Knochenkapsel eingeschlossen ist (Figg. 3, 4, 5, 6). Unter dem zweiten (falschen) Wirbel sind die Kapselhälften durch eine zerklüftete Knochenlamelle (Fig. 5 *knl*) verbunden. Ferner kommunizieren beide miteinander durch einen engen knöchernen Kanal, der unter dem vierten (wahren) Wirbel liegt (Figg. 3, 4, 5, 6, 7 *ck*). Dieser steht mit dem vierten (wahren) Wirbelkörper in keiner Verbindung. Wie schon oben angedeutet, giebt die knöcherne Umhüllung die Form ihrer ein- und allseitiggeschlossenen Schwimmblase wieder, sodaß also auch der quere knöcherne Verbindungskanal im Innern durch einen membranösen ausgekleidet ist. Der Querdurchmesser der Knochenkapsel erreicht eine Länge von 6—7 mm, d. h. es ist dies die Breitendimension des Schädels in der Occipitalregion; der Längsdurchmesser ist nur 4 mm, so daß das ganze Organ eine Knochenmasse darstellt, die in die Breite ausgezogen ist. Es sei hier noch ausdrücklich hervorgehoben, daß, wenn man sich hinreichend Zeit gönnt, trotz der Kleinheit bei einiger Uebung die Morphologie der gesamten Organisationsverhältnisse zur Beobachtung gebracht werden kann.

Die Knochenkapsel besitzt zwei paarige Oeffnungen und eine vergleichend-anatomisch äußerst wichtige unpaare. Die eine paarige Oeffnung, die laterale, haben wir schon zu Anfang unserer Abhandlung kennen gelernt, den Introitus capsulae vesicae (Hasse) (Figg. 1, 2, 3, 4, 6 *i.c.v.*), die, oval mit aufgeworfenen Rändern, unmittelbar unter der äußeren Körperhaut liegt und eine Gesamtlänge von $2^1/_2$—3 mm besitzt. Dieser Introitus capsulae vesicae hat im ferneren noch die Eigentümlichkeit, durch eine sehr schmale Scheidewand oder, besser gesagt, Säule (Fig. 2) in zwei ungleich große Abschnitte getrennt zu werden. — Die zweiten paarigen, medianwärts gelegenen, umgekehrt herzförmigen Oeffnungen der Kapsel von ca. 1 mm Länge liegen zu beiden Seiten der Körper II (falsch) und IV (Fig. 7, Kapsel aufgebrochen, von der Seite gesehen) und ermöglichen eine Beziehung zwischen Schwimmblase und endolymphatischem Apparate vermittelst der Weber'schen Knöchelchen. Die distalen verbreiterten Enden der Mallei sind an diesen, durch die Schwimmblasenhäute verschlossenen Oeffnungen direkt an die Schwimmblase festgeheftet.

Die Oeffnungen lassen in der Tiefe, wenn die Schwimmblase wegmaceriert ist, bei genauer Betrachtung außer dem Malleus noch den Körper II (falsch) und IV erkennen. — Nun käme die fünfte namhaft zu machende kreisrunde unpaare Oeffnung. Diese kann an der Oberfläche des oben erwähnten Querkanales (Fig. 5 *is*) gefunden werden, was indessen an Macerationspräparaten schwer hält, und dies einfach aus dem Grunde, weil (wie Fig. 5 namentlich zeigt) dieser knöcherne quere Verbindungskanal außer dieser vergleichend-anatomisch wichtigen, von ca. $^1/_2$ mm Durchmesser, noch eine Menge anderer Oeffnungen von derselben Größe besitzt. Uns soll jedoch speciell diese fünfte unpaare Oeffnung noch weiter beschäftigen, denn sie bietet die Handhabe zur Erklärung der Form und zur Homologisierung der Nemachilus-Schwimmblase mit denen normaler Cyprinoiden. Und letztere Fragen wollen wir nun behandeln.

Da zweifellos primär an der Gestalt der Knochenkapsel nicht die Skeletteile der Wirbelsäule schuld sind, sondern die gänzliche Umgestaltung des Baues der unverknöcherten Schwimmblase, so müssen wir die letztere und auch die Gestalt der knöchernen Umhüllung in natürlicher Weise zurückführen können auf jenen Schwimmblasentypus, welcher betrachtet werden muß als die Ausgangsform, d. i. eine Schwimmblase der Vorfahren der Cobitiden, welche unbestreitbar eine entsprechende Gestalt gehabt haben muß wie jene, die wir noch heutzutage in der Regel bei den normalen Cyprinoiden finden. Als Grund der teilweisen Reduktion der Cobitidenschwimmblase müssen wir die Lebensweise der Cobitiden verantwortlich machen. — Die „normale Cyprinoidenschwimmblase“ besteht bei den meisten Cyprinoiden (Sagemehl, 57, S. 11—12; Corning, 11) aus zwei hintereinanderliegenden Abschnitten, welche unter sich durch einen engen, kurzen Gang (Isthmus) miteinander kommunizieren. Der vordere Abschnitt ist sackförmig; vom hinteren birnförmigen zweigt sich der schon früher erwähnte offene Ductus pneumaticus (Luftgang) ab und zwar von der unteren vorderen Fläche (vergl. schematische Textfigur 11, S. 47 dieser Abhandlung). Oder mit anderen Worten: bei den Cyprinoiden ist der hintere Schwimmblasenabschnitt als eine unmittelbare Fortsetzung oder Erweiterung des Ductus pneum., d. h. als wahre Schwimmblase aufzufassen, während der vordere Sack ein Diverticulum (Abschnürung) des hinteren ist (Sörensen, 64, S. 521). — In Bezug auf die Anheftungsweise des Diverticulums und die Form der Ossa suspensoria vesicae natatoriae (Proc. transv. IV) sei bemerkt, daß

letztere bei den Cyprinoiden durch kurze, dicke, zugespitzte Fortsätze in Gruben beiderseits des (wahren) vierten Wirbelkörpers eingesenkt sind. Die Ossa suspens. besitzen zwei Teile: einen äußeren, welcher sich außen um den Malleus legt und bei den Cyprinoiden zu einem rippenähnlichen Fortsatz verlängert ist, und einen inneren, welcher die Form einer Platte hat[1]), die meist mit jener der anderen Seite in der Medianlinie unterhalb des Wirbels zusammenstößt, wodurch sich zwischen den Platten und dem Wirbelkörper ein Kanal bildet, in dem Aorta und Nieren liegen. Die inneren Platten, deren Stellung verschieden sein kann, sind als Verknöcherungen der äußeren Schwimmblasenmembran aufzufassen (Sörensen u. a.), in diesem Falle speciell der Häute des Diverticulums, denn nur die obere, vordere Wandung des Letzteren ist mit den Befestigungsplatten verschmolzen. — Bei den meisten Cobitidenschwimmblasen ist der hintere Sack, d. h. das Homologon der wahren Cyprinoidenschwimmblase, reduziert, selbst oft so sehr, daß man makroskopisch nichts mehr von ihm nachweisen kann. Dessen vollständige Reduktion scheint in der That gerade bei Nem. barb. eingetreten zu sein, denn man kann makroskopisch keinen hinteren Schwimmblasenabschnitt entdecken, und es ist das, was wir bei Nem. barb. als Schwimmblase bezeichnen, nur der dem Diverticulum der normalen Cyprinoidenschwimmblase homologe Teil. Daß dem so ist, werden wir später (vergl. Histologie von Schwimmblase und Knochenkapsel) an der Hand histologischer Präparate, durch die Anwesenheit eines Rudimentes des hinteren Schwimmblasenabschnittes zu konstatieren fähig sein. Auf welche Weise erlangte indessen dieses bei den normalen Cyprinoiden sackförmige Diverticulum eine Form, die den Eindruck erweckt, als ob man es mit einem paarigen Organ zu thun hätte? Wir wissen jetzt, daß bei den normalen Cyprinoiden das Schwimmblasendiverticulum mit seiner vorderen oberen Seite an die Ossa suspensoria (Proc. transv. IV) angeheftet ist. Bei den Siluroiden ist die Schwimmblase nicht nur an die Proc. transv. IV festgeheftet, sondern es teilen letztere diese Funktion mit denen nachfolgender Wirbel. Und es kann absolut nicht als unbegreiflich erachtet werden, wenn die Proc. transv. IV von Nem. barb. diese Funktion mit den Proc. transv. II teilen. Bei den normalen Cyprinoiden ist der Proc. transv. II bedeutend groß und gerade abstehend. Er steht jedoch mit der Schwimm-

1) Weber, Fig. 5; Hasse, Fig. 2, Taf. XXVII.

blase in gar keinem Zusammenhang; anders nun eben der Proc. transv. II von Nem. barb. Dessen Schwimmblase (speciell das Diverticulum) wurde nach vorwärts geschoben, allein da sie an die Proc. transv. IV schon festgeheftet war, so fand sie bei der Pressung von hinten nach vorn an denselben einen Widerstand. Dieser äußerte sich auf die Schwimmblase bloß im Umkreise der Anheftungsstellen, nicht aber auf die mehr lateralwärts gelegenen Partien. Diese vermochten sich ungehemmt nach vorwärts zu bewegen, bis sie mit den seitlich abstehenden Proc. transv. II zu-

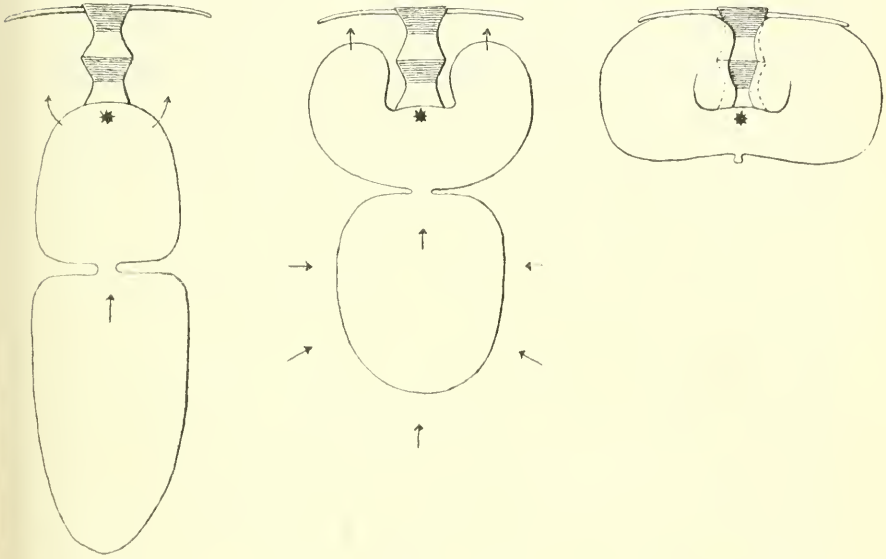


Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

Fig. 3—5. Schematische Darstellung der Umbildung einer normalen Cyprinoidenschwimmblasenform bis zur modifizierten von Nem. barb. (Ventralansicht). Os suspensorium unsichtbar; Ductus pneum. nicht eingezeichnet; * = Punctum fixum.

sammenstießen. Das früher offenbar sackförmige Diverticulum (die jetzige Nemachilus-Schwimmblase) hat bei der gleichzeitigen Reduktion des hinteren Abschnittes, d. h. der wahren Schwimmblase eine sekundäre Paarigkeit erlangt, indem auf die oben angedeutete Weise eine mittlere Einbuchtung entstand, die sich bei Nem. barb. zu einem relativ engen Querkanal verschmälerte. Erst nachdem die Schwimmblase (genau gesagt das Diverticulum) ihre definitive Form erlangt hatte, muß sich die Einkapselung vollzogen

haben. Und jetzt wissen wir auch, welche vergleichend-anatomisch wichtige Bewandtnis jene fünfte unpaare Oeffnung (*is* Fig. 5) der Knochenkapsel hat. Der Rand dieser Oeffnung umgrenzt den Isthmus, d. h. dessen Homologon, in dessen Nähe wir also ein eventuell vorkommendes Rudiment des hinteren Schwimmblasenabschnittes (die wahre Cyprinoidenschwimmblase) zu suchen hätten und von wo auch der atrophierte Ductus pneum. sich abzweigen sollte. Eine nicht zu unterschätzende Thatsache, die der Erwähnung wert ist, bildet ein Befund (von Sörensen, 63) an Nem. Strauchii. Ich meine das schon früher erwähnte Vorhandensein eines offenen Duct. pneum. an einer Form, welche ungefähr als Typus 2 unserer schematischen Darstellung der Umbildung einer normalen Cyprinoidenschwimmblase gelten kann, was den hinteren Abschnitt, d. h. die reduzierte (wahre) Schwimmblase anbetrifft. Dort ist der „Isthmus" in einen feinen langen Kanal umgewandelt, und der Duct. pneum. mündet in die schon reduzierte hintere Abteilung in der Weise, daß letztere sich hier noch als direkte Fortsetzung des Luftganges, d. h. als wahre Schwimmblase zeigt. Wie Nem. Strauchii in Bezug auf letztere als Zwischenform zwischen der normalen Cyprinoidenschwimmblase und derjenigen von Nem. barb. gelten kann, so zeigt sich auch die Schwimmblase von Nem. Strauchii als vermittelnde Form in Bezug auf den Duct. pneum., indem dieser noch offen ist, derjenige von Nem. barb. dagegen nicht mehr (vergl. Histologie). — Die eigenartige Form der Schwimmblase von Nem. barb. ist, um zu rekapitulieren, im wesentlichen auf zwei Momente zurückzuführen: erstens auf die Reduktion der Schwimmblase, namentlich des dem hinteren Abschnitt der Cyprinoidenschwimmblase homologen Teiles, und zweitens auf die Anheftung des dem Diverticulum der normalen Cyprinoidenschwimmblase homologen Teiles nicht nur an den Proc. transv. IV (Ossa susp.), sondern auch zugleich an den Proc. transv. II.

Nachdem wir die Bildungsweise der Schwimmblasenform von Nem. barb. erklärt haben, kehren wir wieder zurück zu der Beschreibung der Knochenkapsel. Was die mit ihr verschmolzenen Wirbelelemente betrifft, nämlich Proc. transv. II und IV, so läßt sich für die Processus transversi II (Figg. 2, 4, 6 *pt II*) einmal sagen, daß sie das Aussehen von Querfortsätzen beinahe gänzlich verloren haben, indem sie fast auf ihrer ganzen Ausdehnung mit der Knochenkapsel verschmolzen sind. Nur ihre

distalen Enden, die ein wenig caudalwärts umgebogen sind, sind frei und überlagern die dorsale Kapselwandung[1]) (Fig. 2, 4, 6). Ihre Umrisse als Proc. transv. sind am besten von vorn betrachtet wahrzunehmen (Fig. 6.) — Was die Form der Processus transversi IV (Ossa suspens.) anbelangt, so haben sie ihre für die Cyprinoiden beschriebene typische Form gänzlich verloren. Wohl sind sie noch, gleich wie die Basalstümpfe der Rippen diskret entwickelt sind, nicht nahtlos verschmolzen mit dem Körper IV, allein mit der Knochenkapsel sind sie so innig verbunden, daß bei der Betrachtung derselben von außen und von innen die Form derselben unkenntlich ist. Eine Naht im Innern (Fig. 7) läßt wohl vermuten, daß hier ein fremder Teil mit der Knochenkapsel verschmolzen ist. An jener von Misgurnus (Cob.) fossilis findet sich jederseits vorn auf der Unterseite der Kapsel ein „Apex processus transversi vertebrae tertiae" [Weber] (sive quartae, weil ja der zweite ein falscher ist), welcher auch von Grobben (29), Sörensen (63), Jaquet (40), Jacobs (39), und anderen gesehen wurde. Ein solcher findet sich bei Nem. barb. absolut nicht. Dies nur zur Berichtigung der gegenteiligen Annahme von Prof. Grobben.

Bei der Betrachtung der Knochenkapsel von außen gewahrt man auf einem großen Teil ihrer Ausdehnung von freiem Auge schon, daß sie gleichsam siebförmig durchstochen ist. Die meist rundlichen Lücken nehmen nach hinten an Größe zu, so daß diese knöcherne Umhüllung bei der Betrachtung von der caudalen Seite (Fig 3) dicht von Lücken besetzt ist, die eine relativ beträchtliche Größe erreichen und dort auch oft langgestreckt, herzförmig, ellipsoidisch etc. sein können. Auf der nämlichen Seite der Knochenkapsel gewahrt man als Fortsetzung der großen lateralen Oeffnung (des Introitus caps. ves., Fig. 3 *ql*) eine Linie, welche die dorsale Kapselwandung, d. h. die Decke der paarigen Kapsel und des Querkanales vom Boden trennt. Letzterer ist, namentlich von der Seite betrachtet (Fig. 2), stärker konvex als die Decke. Die Trennungslinie kann so sehr ausgeprägt sein, daß sie gestattet, durch Spalten, die sie da und dort aufweist, ins Innere der Kapsel zu blicken. Außer dieser Linie, welche wir als Querlinie bezeichnen wollen, findet man auf

---

1) Ob die distalen Enden als ursprüngliche Rippenenden zu deuten sind, ist man am erwachsenen Tier nicht zu entscheiden imstande. Bei Gymnotiden soll das untere Bogensystem II, das respräsentiert wird durch Pr. tr., noch kleine Rippen tragen.

der äußeren und inneren Oberfläche der Kapsel noch 2 weitere Linienpaare. Das eine Paar (Fig. 4 *olp*) befindet sich im vorderen Drittel der Kapseldecke, das andere im vorderen Drittel des Kapselbodens (Fig. 5 *ulp*) Diese Trennungslinien, welche auffallende Aehnlichkeit mit den Suturen des Craniums besitzen, weisen darauf hin, daß die Verknöcherung der Kapsel nicht im Bereich ihrer ganzen Oberfläche gleichzeitig stattgefunden haben kann. Auch die verschiedene Dicke der Kapselwandung bestärkt diese Ansicht. Die Ossifikation wird wohl von jenen Stellen ausgegangen sein, wo die in Frage kommenden noch unverknöcherten Häute der Schwimmblase sich an die mit der Knochenkapsel verschmolzenen Wirbelelemente festgeheftet haben.

---

6. Histologie von Schwimmblase und Knochenkapsel.

Ehe wir auf das eigentliche Thema eintreten, wird es am Platze sein, einige allgemeine Gesichtspunkte vorauszuschicken. — Wir wissen, daß die Schwimmblase aufzufassen ist als Ausstülpung des Darmrohres, ferner daß sie stets retroperitoneal, dorsalwärts im Leibesraum liegt zwischen Wirbelsäule (resp. Aorta und Urogenitalapparat) und Darmkanal. (Wiedersh., 71, S. 316); ferner ist bekannt geworden (Sörensen, 63, S. 107), daß die Schwimmblase umgeben ist von einer serösen Bekleidung, der Pleura. Diese besteht aus zwei Blättern, von denen das innere (viscerale) sich genau an die Schwimmblase anlegt, während das äußere (pari-

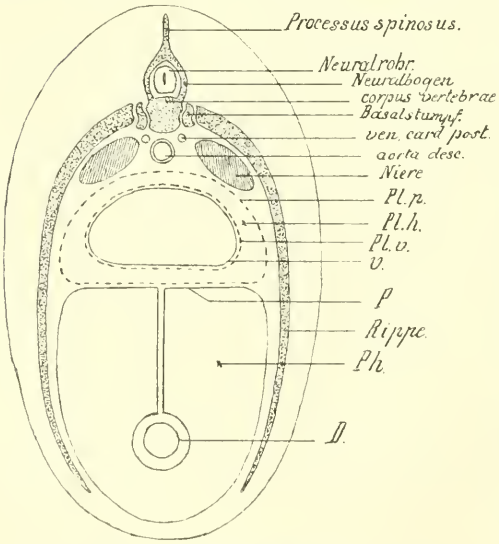


Fig. 6. (Figurenerklärung s. S. 47.)

etale) Blatt die Wandung des Raumes, worin die Schwimmblase liegt, bekleidet und auf seiner ventralen Fläche mit der Rückenfläche des eigentlichen parietalen Blattes des Peritoneums gänzlich verschmolzen ist. (Die Verhältnisse sind z. B. beim Barsch, der Forelle etc. besser zu eruieren als bei den Cyprinoiden.) Wir können die in den unten schematisch gehaltenen Figuren dargestellte retroperitoneale Verlagerung der Schwimmblase bei deren Entwickelung als die augenscheinlich richtige annehmen [1]).

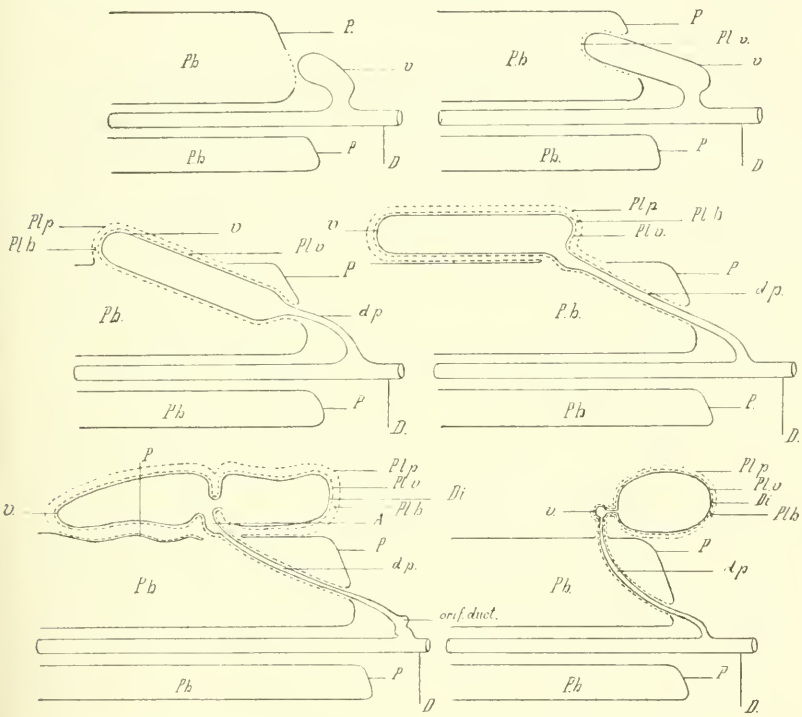


Fig. 7—12. *D.* Darm; *v.* Vesica nat. (wahre Schwimmblase); *Di.* Diverticulum der *v.*; *d. p.* Ductus pneumaticus; *A.* Ampulle des *d. p.*; *P.* Peritoneum; *Ph.* Peritonealhöhle; *Pl.v.* viscerales Blatt der Pleura; *Pl.h.* Pleurahöhle; *Pl.p.* parietales Blatt der Pleura.

1) Es ist mir leider nicht gelungen, eine einschlägige Arbeit kennen zu lernen, welche die oben angenommene Genese in Bezug auf die Pleuralverhältnisse bekräftigt hätte. Ich behalte mir vor, in einer späteren Arbeit auf eine sichere Bestätigung aller im histologischen Kapitel aufgestellten Gesichtspunkte, sowie auch auf den Versuch einer zweifellos richtigen Interpretation der Claustra zurückzukommen.

Nun ist die Knochenkapsel, streng genommen, nicht aufzufassen als eine Verknöcherung von bindegewebigen Schwimmblasenmembranen, wie wir uns früher einfachheitshalber ausdrückten, sondern als eine Verknöcherung der Pleura und sehr wahrscheinlich bloß deren parietalem Blatte. — Die Schnitte durch Knochenkapsel und Schwimmblase, welche normal zur Längsachse des Körpers geführt wurden, ergeben uns, von außen nach innen verfolgt, Strukturverhältnisse, die sich im wesentlichen mit den von anderen Forschern für Nem. barb. beschriebenen decken.

Die bei Lupenbetrachtung wie siebförmig durchstochene Knochenkapsel stellt sich im Schnitte folgendermaßen dar. Die Löcher der Knochenkapsel (Taf. 15, Fig. 11 *L*) sind von Bindegewebe ausgefüllt. Die Kapselmasse selbst erscheint im Schnitt als durch die Kapsellöcher getrennte Knochenbalken (*Kn. b.*). Das Bindegewebe der Lücken überzieht auch die Balken. Daß die Knochenkapsel das verknöcherte Bindegewebe ist, davon kann man sich, wie Grobben (S. 5) sehr schön gezeigt hat (und was ich bestätigen kann), insofern überzeugen, als sich namentlich an Flächenschnittpräparaten alle Uebergänge von der einfachen Bindegewebszelle bis zum Knochenkörperchen auffinden lassen. Auf diese verknöcherte Bindegewebsschicht folgen nach innen zwei weitere bindegewebige Häute, von denen die äußere (*Te*) weiß und atlasglänzend, die innere (*Ti*) bläulichweiß ist. — Die äußere Haut (Tunica externa) besteht wiederum aus zwei ungefähr gleichmächtigen Schichten, einer dem Schwimmblasenlumen abgekehrten äußeren, welche aus normal zur Körperachse verlaufenden straffen, bisweilen geknickten Bindegewebsfasern besteht, welche Schicht wohl dem visceralen Blatte der Pleura entsprechen dürfte, und einer ihr eng anliegenden inneren, deren starre Fasern im großen ganzen eher in der Richtung zur Körperachse verlaufen. Diese einzelnen Schichten sind umzogen von Membranen, die aus kernlosen, breiten Fasern bestehen, was namentlich an Schnittenden, sehr gut zu beobachten ist (Grobben, S. 5 ibid.). Flächenpräparate dieser beiden Schichten ergeben sich kreuzende Faserzüge. Bei hoher Einstellung des Tubus gewahrt man Fasern, die annähernd parallel verlaufen, bei tiefer Einstellung ebensolche parallel verlaufende Fasern, deren Richtung jene, die bei hoher Einstellung zu Gesichte kamen, ungefähr rechtwinklig kreuzen. — Die innere bläulichweiße Haut (Tunica interna *Ti*) besteht aus lockigem Bindegewebe. Dasselbe unterscheidet sich von gewöhnlichem,

fibrillärem auf keine Weise. In diesem konnte ich spärlich Blutgefäße (*Gf*) konstatiren. Die Fasern liegen in normalem Zustande dicht beisammen, und man ist imstande, eine große Anzahl dünner Faserkerne (*Fk*) zu beobachten. Daß diese innere bläulichweiße Haut ihrerseits ebenfalls aus zwei sich rechtwinklig kreuzenden Schichten besteht, konnte ich nicht feststellen. Wohl giebt uns Jacobs (39), Taf. IX. Fig. 7 für Cob. (Misgurn.) fossilis in Bezug auf diese innere Haut ein Bild, das zu einer solchen Vermutung für Nem. barb. führen könnte, allein es ist Grund zu der Annahme vorhanden, daß Jacobs bei der Herstellung von Flächenpräparaten die innere Haut mit der Tunica externa verwechselte, denn es paßt nicht nur seine Abbildung, sondern auch seine übrige Beschreibung (S. 402/3) nicht für diese, dagegen wohl für jene, wenn man die Befunde an Cob. (Misg.) fossilis auf Nem. barb. überträgt. Auch stehen die hierauf bezüglichen Angaben Jacobs' an Cob. (M.) fossilis in Widerspruch mit jenen von Grobben, welch letzterer für die Tunica externa auch bei Misg. (Cob) foss. 2 Schichten feststellt, nicht aber für die innere Schwimmblasenhaut. — Der Binnenraum der Schwimmblase von Nem. barb. ist mit einer dünnen Lage einfachen Plattenepithels ausgekleidet (*Ep*), welches von Jacobs (39), Grobben (29) ebenfalls konstatiert wurde, nicht aber von Jaquet. — Ueber den Ductus pneumaticus und das Rudiment der hinteren reducirten wahren Cyprinoidenschwimmblase schreibt Jaquet p. 440, der einzige mir bekannte Forscher, der, Nem. barb. betreffend, hierüber auf Grund mikroskopischer Schnittpräparate sich äußert:

„Du sommet du canal de réunion des deux cavités des vessies membraneuses se détache un cordon plein se dirigeant en arrière; il sort par une fente du pont osseux pour se rendre à un organe sphérique, la vésicule qui ne mesure qu'un cinquième de millimètre. Elle est donc à l'extérieur de la vessie noyée dans du tissu conjonctif lâche renferment de nombreux vaisseaux sanguins. Les parois de la vésicule sont très épaisses, formées de deux strates fibreux concentriques nettement distincts; l'intérieur forme une petite cavité close de toute part. A la face ventrale de la vésicule est suspendue une tige creuse qui descend sur la face dorsale du tube digestif et se soude à ses parois. Le canal interne s'oblitère aux deux extrémités de cette tige, de sorte qu'elle n'entre en communication ni avec l' intérieur de la vésicule, ni avec l 'intérieur du tube digestif."

Um die Angaben Jaquet's bestätigen zu können, fertigte ich mir Längsschnitte an, welche den „Querkanal" (*ck* Fig. 5) quer durchschnitten. Nun muß ich allerdings gestehen, daß meine Präparate

nicht, wie gewünscht, tadellos waren (was mit der Schwierigkeit des Entkalkens in Zusammenhang zu bringen ist), aus welchem Grunde ich auf eine Abbildung dieser Verhältnisse verzichtete. Auf alle Fälle konnte ich aber konstatieren, daß der Ductus pneumaticus nicht auf dem geraden, kürzesten Wege zum „Querkanal" zieht, sondern vorerst, wie JAQUET richtig angiebt, sich caudalwärts wendet, um sich zu einem bläschenförmigen Gebilde (Homologon der wahren Cyprinoidenschwimmblase) zu begeben. Erst von diesem aus zieht ein, wie mir scheint, solider Strang zum „Querkanal" der Schwimmblase. Der Ductus pneumaticus, welcher sich bei den normalen Cyprinoiden als wegsamer Kanal hinter dem Isthmus einfach zum hinteren Schwimmblasensack erweitert, mündet, auch wenn er zu einem soliden bindegewebigen Strang obliterirt ist, bei den Cobitiden nicht etwa direkt in das Diverticulum, sondern in das Rudiment der wahren Schwimmblase (Nem. barb.) oder in den Isthmus [bezw. dessen Homologon (vergl.; JAQUET (40), Fig. 6: Misgurnus fossilis; SÖRENSEN (64), S. 121: Nem. Strauchii KESSL]. Es ist im Vorhergegangenen ferner festgestellt worden, daß, was bei den Cobitiden am häufigsten der Fall (vergl. Dr. HERZENSTEIN), daß nämlich der vordere Schwimmblasensack (Diverticulum) eingekapselt, der hintere (die wahre Schwimmblase) rudimentär, auch für Nem. barb. giltig ist.

---

7. Zusammenfassung.

1) Der erste Wirbelkörper trägt jederseits einen queren Fortsatz, Processus transversus + verknöchertes Ligament, welcher entgegen JAQUET's (40) Angaben also keine Rippe und auch nicht mit der Knochenkapsel vereinigt ist.

2) Daß der zweite (falsche) Wirbel hervorgegangen ist aus der Verschmelzung des (wahren) zweiten und dritten Wirbels, konnte bei einem Präparat schon bei Lupenvergrößerung mit Sicherheit festgestellt werden.

3) Die Knochenkapsel, in welcher die Schwimmblase eingeschlossen ist, steht in Verbindung mit dem zweiten (falschen) und vierten (wahren) Wirbel.

4) Die Knochenkapsel besitzt fünf Oeffnungen; zwei laterale (*icv* Figg. 1, 2, 3, 4 und 6), zwei mediane (Fig. 7, Taf. 15) und eine unpaare (*is* Fig. 5), welche auf dem knöchernen Querkanal (*ck* Figg. 3, 4, 5, 6, 7) gelegen ist.

5) Der Rand der fünften unpaaren Oeffnung umgrenzt das Homologon des Isthmus (Isthmus gleich Kommunikationsgang zwischen Diverticulum und wahrer Schwimmblase [vergl. auch S. 41 ff.]).

6) Es entspricht also die in die Knochenkapsel eingeschlossene Blase nicht einer wahren Schwimmblase, sondern nur dem dem paarig gewordenen Diverticulum der normalen Cyprinoidenschwimmblase homologen Teile (vergl. Textfiguren S. 43 und 47).

7) Bei den Cobitiden ist der hintere Sack, d. h. das Homologon der wahren Cyprinoidenschwimmblase reduziert, selbst oft so sehr (Nem. barb.), daß man makroskopisch nichts von ihm nachweisen kann (Textfiguren S. 43 und 47).

8) An mikroskopischen Schnittpräparaten ist ein Rudiment des der wahren Cyprinoidenschwimmblase homologen Teiles zu finden in der Nähe der fünften unpaaren Oeffnung der Knochenkapsel.

9) Die eigenartige Form der Schwimmblase von Nem. barb. ist wesentlich auf zwei Momente zurückführbar: erstens auf die Reduktion der Schwimmblase, namentlich des dem hinteren Abschnitt der Cyprinoidenschwimmblase homologen Teiles, und zweitens auf die Anheftung des dem Diverticulum der normalen Cyprinoidenschwimmblase homologen Teiles nicht nur an den Proc. transv. IV (Ossa suspensoria: Sörensen), sondern auch zugleich an den Proc. transv. II.

10) Die Knochenkapsel ist aufzufassen als eine Verknöcherung der Pleura und sehr wahrscheinlich bloß deren parietalen Blattes (vergl. Figg. S. 47 und Fig. 11).

11) Die äußere, der (Innenfläche der) Knochenkapsel anliegende Schwimmblasenhaut (Tunica externa) besteht aus zwei ungefähr gleich mächtigen Schichten, die sich aus straffen, bisweilen geknickten Bindegewebsfasern zusammensetzen: einer äußeren, welche wohl dem visceralen Blatte der Pleura entsprechen dürfte, und einer ihr eng anliegenden inneren (Fig. 11).

12) Die innere, bläulichweiße Haut (Tunica interna) besteht aus lockigem Bindegewebe. Der Binnenraum der Schwimm-

blase von Nem. barb. ist mit einer dünnen Lage einfachen Plattenepithels ausgekleidet.

13) Die Cobitiden sind entgegen den irrtümlichen Angaben Jaquet's, die, soweit ich es beurteilen kann, nie widerlegt wurden, echte Physostomen.

14) Als Angehörige der ostariophysen Physostomenfamilie: der Cyprinoiden, sind die Cobitiden und auch Nem. barb. im Besitze eines Web. Apparates.

15) Nach unserem Dafürhalten sind die Claustra des Web. Apparates aufzufassen weder als umgewandelte Processus spinosi (Nusbaum, 49; Sidoriak, 60), noch als Proc. spin., mit denen knorplige Reste verschmolzen sind, die homolog zu den Intercalarbögen der Selachier (Wright, 73, Bridge und Haddon 6), noch als Homologa der Ossa imparia des Acipenser (Sörensen, 63), sondern als Derivate homologer Knorpelstücke, wie sie von Scheel (58) bei den Salmoniden beschrieben und auch interpretiert wurden (vergl. S. 22—23 dieser Abhandlung).

16) Bei Nem. barb. sind die Incudes des Web. Apparates gleich wie bei den übrigen bis jetzt daraufhin untersuchten Cobitiden verknöcherte Knöpfchen in den Ligamenten, die von den Stapedes (Web.) zu den Mallei ziehen.

17) Die Mallei des Web. Apparates besitzen eine Form, welche mit der Malleusform von Misgurnus (Cob.) fossilis nicht übereinstimmt.

Technisches.

Fang. Die Grundel lebt im allgemeinen isoliert und scheint vorzugsweise während der Nacht auf Raub auszugehen. Während des Tages hält sie sich gern unter einem Steine verborgen auf. Hebt man einen solchen behutsam hinweg, so bleibt sie gewöhnlich unbeweglich liegen. Man fängt dann diesen kleinen Fisch, indem man sachte ein kleines Handnetz („Feumer") dicht vor den Kopf plaziert und mit einem dünnen Stab das Tier am hinteren Körperteil berührt, worauf es, dessen Bewegungen sich ruckweise vollziehen, in der Regel in das Netzchen hineinschießt. — Die Maceration von Alkoholpräparaten (!) wurde mit Eau de

Javelle vorgenommen. — Behufs Herstellung histologischer Präparate wurden Kopf- und Brustregion des Tieres fixiert und entkalkt in MÜLLER'scher Flüssigkeit. Allein ehe ich die Stücke in diese legte, wurde die Körperhaut über der seitlichen häutigen Zone wegpräpariert, mit einer feinen Lanzettnadel die Schwimmblasenhaut durchstochen und mit einer dünnen Kapillare Fixierungsflüssigkeit in das Lumen der Schwimmblase hineingeblasen, die Erhaltung des inneren Epithelbelages bezweckend. — Färbemittel: BÖHMER's, DELAFIELD's Hämatoxylin, Boraxkarmin, HANSEN's (31) Bindegewebsfärbemethode. — Wenn man den ganzen Kopf schneiden will, so empfiehlt es sich, die Augen auszustechen, indem das Corpus vitr. glashart, infolgedessen zum Schneiden ungeeignet wird. — Zur Einbettung bediente ich mich der gewöhnlichen Paraffineinbettungsmethode.

Nachtrag.

Nachdem die vorgedruckte Arbeit bereits vollendet war, gelangte ich in den Besitz des im Anat. Anzeiger No. 9 vom 29. Juli 1899 erschienenen Aufsatzes der Herren Prof. Dr. JÓZEF NUSBAUM und stud. phil. SZYMON SIDORIAK: Das anatomische Verhältnis zwischen dem Gehörorgane und der Schwimmblase bei dem Schleimbeißer (Cobitis fossilis). Die Darlegungen der beiden Autoren bilden eine wertvolle Ergänzung der vorzüglichen Arbeiten SÖRENSEN's (63), indessen in Bezug auf folgende Punkte sehen wir uns veranlaßt, den Herren Verfassern zu antworten:

1) Sie schreiben auf S. 211:

„Die Cobitiden waren aber, so viel uns bekannt ist, seit HASSE (33) von Niemandem untersucht worden. C. GEGENBAUR (vergl. Anat. der Wirbeltiere, 1898) führt in seinem Lehrbuche von 1898 nur die Siluroiden, Gymnotiden, Characiniden und Cyprinoiden an als Fischfamilien, bei welchen die WEBER'schen Verbindungsknöchelchen vorhanden sind, die Cobitiden erwähnt er gar nicht; dasselbe finden wir bei WIEDERSHEIM (Grundriß d. vergl. Anat. der Wirbelt. 1898).“

Nun haben aber — außer JACOBS (39), und JAQUET (40), welche die Schwimmblase von Cobitiden einer näheren anatomischen Untersuchung unterworfen haben, ohne allerdings mit einem Worte zu erwähnen, daß sie mit den WEBER'schen Knöchelchen verbunden

sind — die Cobitiden, wie bekannt, noch folgende Forscher untersucht: Grobben (29), 1875 und Sörensen (63), 1890. Namentlich die Ausführungen des Letztgenannten dürfen aber nicht außer acht gelassen werden. Uns will es ferner scheinen, daß der Vorwurf der Autoren, den sie gegen Gegenbaur und Wiedersheim erheben, die Cobitiden nicht erwähnt zu haben als solche, die den Web. Apparat besitzen, nicht gerechtfertigt ist, indem es heute viele Forscher giebt, die die Cobitiden als anormale Cyprinoiden betrachten.

2) Auf eben derselben Seite schreiben die Autoren:

„Die in der dorsoventralen Richtung abgeplatteten Rippen (*r* Fig. 4) des ersten Wirbels sind stark nach oben gekrümmt und mit ihren freien dorsalen Rändern mit dem Processus spinosus des ersten Wirbels, d. i. dem Claustrum (Weber)[1]) vermittelst einer bindegewebigen Membran (*lig.* Fig. 4) verbunden.“

Nun wissen wir aber, vergl. das auf S. 7—8 dieser Abhandlung Bemerkte, daß die Rippe I bei Cobitiden und Cyprinoiden gar nicht zur Ausbildung gelangt ist, sondern daß das verknöcherte Ligament, welches das Centrum des ersten Wirbels mit der Scapula (Cuvier) verbindet an dessen Stelle getreten ist. Das, was die Herren Autoren unter in „dorsoventraler Richtung abgeplatteter Rippe des ersten Wirbels“ verstehen, ist offenbar nichts anderes als der Teil der Aponeurose, welcher sich im Umkreis des großen Loches des Os occipitale über die Web. Knöchelchen hin erstreckt, welcher mit dem Körper des ersten Wirbels verschmolzen ist, jener Aponeurose, welche auch bei den normalen Cyprinoiden zu finden ist. [Vergl. auch das von Sörensen (63) S. 120/121 hierüber Gesagte.] Uebrigens ist auch aus Fig. 4 (der Arbeit von Herrn Prof. Nusb. und Sid.) ersichtlich, daß das, was von den Autoren als „(*lig.*): eine bandförmige Verbindung zwischen der Rippe (*r*) und Claustrum“ bezeichnet wird, nichts anderes ist als der noch nicht oder nicht verknöcherte Abschnitt der Sehnenverknöcherung (*r* der Fig. 4), welche mit dem Körper des ersten Wirbels verschmolzen ist.

3) Weiter unten auf S. 212 schreiben die Autoren:

„Der Bogen[2]) (*a* 2 Fig. 4) samt dem Dornfortsatze des zweiten Wirbels ist stark nach vorn verschoben, reicht bis zum Hinterhauptsbeine und liegt oben den beiden Claustra an.“

---

1) Vergl. das unter Kapitel: Deutg. d. Claustra S. 16 in unserer Abhandlung Gesagte

2) Im Original nicht in Sperrdruck.

Es ist dieses Skelettstück unserem unpaaren Schlußstück (*sl II*) des zweiten Wirbels zu parallelisieren. Wir möchten auch jetzt noch an unserer Auffassung (vergl. S. 16—28) festhalten, indem der Arcus II bei den Cobitiden gar nicht oder jedenfalls nur vorübergehend zur Ausbildung gelangt ist und an eine Verschmelzung von Bogen II und Proc. spin. II in dem Sinne, wie die Autoren anzunehmen scheinen, doch wohl nicht zu denken ist. (Vergl. auch das unter 5 des Nachtrages Gesagte.)

4) Und S. 213:

„Die Rippen des zweiten Wirbels sind sehr groß und in ein Paar flügelförmige Fortsätze umgestaltet, welche längs des gemeinschaftlichen Körpers des 2. und 3. Wirbels verlaufen und mit ihren Caudalenden weit über die hintere Grenze dieser Wirbel ausragen. Jede dieser Rippen besteht aus 2 Platten[1]), von welchen die obere vom Bogen[1]), die untere vom Körper (*r* Fig. 5) den Ursprung nimmt, wobei sie distal miteinander vereinigt sind und eine große Rippenhöhle jederseits umschließen. Die obere Platte ist besonders in ihrem hinteren Teile[1]) mit zahlreichen größeren und kleineren rundlichen Oeffnungen versehen, die durch eine bindegewebige Membran (!) verschlossen sind.“

Augenscheinlich entspricht die untere Platte der Rippe II, dem, was wir bei Nem. barb. als Proc. transv. II, bezeichneten; allein was die Autoren als „obere Platte der Rippe II“ ansehen, dürfte nichts anderes sein als ein Teilstück der oben genannten Aponeurose, nämlich derjenige Teil, welcher mit dem dritten Wirbelbogen verschmilzt. Nach Sörensen (63) S. 121 ist zu konstatieren:

„den forbenede Aponeurose falder i lige saa mange, ved smalle Striber uforbenet Bindevaev adskilte, Sykker, som der er faste typiske Skeletstykker under den“

„Die verknöcherte Aponeurose zerfällt in gleich viele, durch schmale Streifen unverknöcherten Bindegewebes geschiedene Stücke, als sich feste typische Skelettstücke unter ihr befinden.“

5) Ueber das im Ligamentum ossiculorum Weber. vorkommende knöcherne Knöpfchen äußern sich die Herren Prof. Nusbaum und Sidoriak folgendermaßen:

„Diese kleine Verknöcherung ist von Weber und Hasse als ein selbständiger, dem „Incus“ der Cyprinoiden entsprechender Knochen gedeutet worden, was aber nach unserer Meinung unbegründet ist. Beim Karpfen trägt der „Incus“ zur Begrenzung der

1) Im Original nicht in Sperrdruck.

Rückenmarkshöhle bei und verbindet sich gelenkig mit dem 2. Wirbelkörper."

Wie schon früher bemerkt, sind nach unserem Dafürhalten diese knöchernen Knöpfchen, streng genommen, nicht die Homologa der Incudes normaler Cyprinoiden, jedoch sind sie als einzig übrig bleibende Reste der in embryonaler Lebenszeit entwickelten oberen Bogen des 2. Wirbels, bezw. als deren Fortsätze zu betrachten. (Vergl. das unter S. 36—37 dieser Abhandlung Gesagte.)

6) Auf S. 214 finden wir folgenden Passus:

„Der 4. Wirbel besitzt ebenfalls aus je 2 Platten zusammengesetzte Rippen. Die obere Platte nimmt aus dem Bogen, die untere aus dem Körper ihren Ursprung, und beide umschließen ebenfalls eine geräumige Rippenhöhle, die mit den Rippenhöhlen der vorderen Wirbel in offener Communication steht und wie diese letzteren eine lymphatische, zähe, homogene Flüssigkeit enthält."

Da sich meine Untersuchungen in eingehender Weise nur auf Nem. barb. erstreckten, und dort in dieser Hinsicht modifizierte Befunde vorliegen, so muß ich den Auseinandersetzungen der Herren Autoren unter Zuhilfenahme der Sörensen'schen Arbeit entgegnen. Sörensen hält die „obere Platte der Rippe des 4. Wirbels" (Nusb. und Sid.) als das hinterste Stück der Aponeurose (S. 121),

„. . . . ., som smelter sammen med den forreste Deel af 4 de Hvirvels Bue og derfra straekker sig ned paa Os suspensorium, . .

„. . . ., welches mit dem vordersten Teil des 4. Wirbelbogens verschmilzt und von diesem sich nach unten auf das Os suspensorium (Proc. transv. IV) erstreckt, ..."

Und auf S. 120:

„Det paa denne Maade afgraendsede Rum, som saaledes indeslutter de Weberske Knogler, staaer gjennem den omtalte store Aabning i Occipitale laterale i Forbindelse med Craniets Huulhed og er fyldt med det samme Vaev (Perilymfe) som denne."

„Der auf diese Weise abgegrenzte Raum, welcher so die Web. Kn. einschließt, steht durch die erwähnte große Oeffnung im os occipitale in Verbindung mit der Höhlung des Cranium und ist erfüllt mit der gleichen Flüssigkeit (Perilymphe) wie diese."

7) Es scheint fast, daß die Autoren die Knochenkapsel als ausschließliches Gebilde der Rippen und Wirbelkörper betrachten, wenn sie auf S. 215 sich äußern, wie folgt:

„Die Knochenkapsel ist also zugleich ein Product der Rippen und teilweise des Körpers des 4. Wirbels, worauf weder Weber, noch Hasse und neulich Jacobs, welche eine genaue Beschreibung der Form und des Baues der Kapsel lieferten, die Aufmerksamkeit gelenkt haben.“

Es dürfte indessen unter Berücksichtigung der Arbeiten Leydig's (42), Grobben's (29), Wright's (74, 75), Sörensen's (63) und unserer Kapitel: Morphol. und Histol. d. Knochenkapsel als feststehend betrachtet werden, daß auch die verknöchernden „Schwimmblasenhäute“ (Pleura) am Aufbau der Kapsel sich beteiligten.

8) Die Vermutung, die wir auf S. 49 unserer Abhandlung ausgesprochen haben, daß Jacobs bei der Schilderung der Schwimmblasenhäute die innere mit der äußeren verwechselte, hat sich durch die Beschreibung, welche die Herren Prof. Nusbaum und Sidoriak auf S. 222 lieferten, voll und ganz bestätigt.

Verzeichnis der angeführten Werke.

1) Anonymus, Web. Apparat von Cyprinus brama. Oken's Isis, Jahrg. 1821, Heft 3, Taf. 4, S. 272—277.

2) Baer, K. E., Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte der Fische, nebst einem Anhang über die Schwimmblase, Leipzig 1835.

3) Beaudelot, M. E., De la détermination des pièces osseuses qui se trouvent en rapport avec les premières vertèbres chez les Cyprins les Loches et les Silures, in: Comptes rendus de l'Acad. d. Sc. Paris, 1868, T. LXVI, p. 330—334.

4) Bilharz, Dr. Th., Das elektrische Organ des Zitterwelses. Anatomisch beschrieben, Leipzig 1857, S. 9.

5) Breschet, Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'ouie des poissons, Paris 1838.

6) Bridge, T. W., und Haddon, A. C., Contributions to the Anatomy of Fishes. I. The Air-bladder and Weberian Ossicles in the Siluridae, in: Proceedings of the Royal Soc. of London, Vol. XLVI, 1890, p. 309.

7) — — Contributions to the Anatomy of Fishes. II. The Air-bladder and Weberian Ossicles in the Siluroid Fishes. Proc. of the Roy. Soc. of London, Vol. LII, 1892, p. 139.

8) — — Contributions to the Anatomy of Fishes. The Air-bladder and Weberian Ossicles in the Siluroid Fishes. Phil. Trans., Vol. CLXXXIV.

9) Brühl, C., Die Skelettlehre der Fische, Wien 1847, S. 160.

10) Carus, C. G., Lehrbuch der Zootomie, Leipzig 1834, Bd. II, S. 582.

11) Corning, H. K., Beiträge zur Kenntnis der Wundernetzbildungen in den Schwimmblasen der Teleostier. Morph. Jahrb., Bd. XIV, 1888.

12) Cuvier et Valenciennes, Histoire naturelle des poissons de la France. Paris 1846, Vol. XVIII, p. 14, 46, Pl. 520.

13) Delaroche, J., Observations sur la vessie aérienne des poissons. Ann. du Mus. d'Hist., T. XIV, Paris 1809.

14) Dollo, Louis, Sur la morphologie de la colonne vertébrale. Bulletin Sci. de la France et de la Belgique, Extrait du Tome XXIV.

15) Dufossé, M., Recherches sur les bruits et les sons expressifs que font entendre les poissons d'Europe. Ann. d. Sc. nat., Sér. 5, T. XIX, Paris 1874, Article No. 5, p. 19.

16) Fatio, V., Faune des Vertébrés de la Suisse. II. Partie. Poissons. Genève et Bâle 1890.

17) Froriep, Aug., Bemerkungen zur Frage nach der Wirbeltheorie des Kopfskelettes. Anat. Anzeiger, Jahrg. 2, 1887, No. 27, S. 815.

18) Gaupp, E., Die Entwickelung der Wirbelsäule. Zusammenfassende Uebersicht. Zool. Centralbl., Jahrg. 3 u. 4, S. 333, 533, 849, 889.

19) Gegenbaur, C., Grundriß der vergl. Anatomie, 1. Aufl. 1874, S. 560.

20) — Ueber die Occipitalregion und ihre benachbarten Wirbel der Fische. Festschrift zu A. v. Kölliker's 70. Geburtstag. Leipzig 1887.

21) — Vergleichende Anatomie, Leipzig 1898.

22) Geoffroy-St. Hilaire, Sur une chaîne d'osselets découverts chez quelques poissons osseux, et annoncés comme les analogues des osselets de l'oreille. Bull. d. Sci. par la Soc. philom. de Paris, 1824, p. 100.

23) — Observations sur les prétendus osselets de l'ouie trouvés par Ernest Henri Weber. Ann. d. Sc. nat., T. I, 1824, p. 436.

24) Göppert, E., Untersuchungen zur Morphologie der Fischrippen. Morph. Jahrb. von Gegenbaur, Bd. XXIII.

25) Götte, A., Beiträge zur vergl. Morphologie des Skelettsystems der Wirbeltiere. II. Die Wirbelsäule und ihre Anhänge, in: Schulze's Mikr. Anatomie, Bd. XV u. XVI, Bonn 1874 u. 1879.

26) Gouriet, E., Du rôle de la vessie nat. Ann. d. Sci. nat., T. VI, Sér. 5, Paris 1866.

27) Grassi, B., Lo sviluppo della colonna vertebrale ne' pesci ossei. Atti della R. Accademia dei Lincei, 1882—1883.

28) — Beiträge zur näheren Kenntnis der Entwickelung der Wirbelsäule der Teleostier. Morph. Jahrb. von Gegenb., Bd. VIII, Leipzig 1883.

29) Grobben, Carl, Ueber die Schwimmblase und die ersten Wirbel der Cobitiden. Wiss. Mitt. a. d. Akad. Ver. d. Naturh. in Wien, Heft 3, 1875, p. 1—15.

30) Günther, A., An introduction of the study of Fishes. Edinburgh 1880.

31) Hansen, Fr. C. C., Eine zuverlässige Bindegewebsfärbung. Anat. Anz., 1898, No. 9, S. 151.

32) Hasse, C., Beobachtungen über die Schwimmblase der Fische, in: Anatomische Studien, Bd. I, 1873, S. 583, Taf. XXVII, XXVIII.

33) — Das Gehörorgan der Fische, in: Anat. Studien, Bd. I, Leipzig 1873. Mit Taf. XIX—XXII.

34) Hayek, Gust. v., Handbuch der Zoologie, Bd. III, Wien 1885.

35) Herzenstein, Dr., in: Wissensch. Resultate der von N. M. Przewalski nach Centralasien unternommenen Reisen, Zoologie, Bd. III, Abt. II, Fasc. 1, St. Petersburg 1888, folio.

36) Heusinger, J. C. C. F., Bemerkungen über das Geh.-Werkzeug bei Mormyrus, Cyprinoides, Gastroblecus compressus und Pimelodus synodontis. Meckel's Arch. für Anat. u. Phys., 1826, S. 324.

37) Hüfner, G., Zur physikalischen Chemie der Schwimmblasengase. Arch. f. Physiol., Leipzig 1892, S. 54.

38) Huschke, De organorum respiratoriorum in animalium serie metamorphosi et de vesica natatoria piscium, Jenae 1818, p. 36.

39) Jacobs, Christian, Ueber die Schwimmblase der Fische. Tübinger zool. Arbeiten, Bd. III, No. 2, Leipzig 1898, Verlag von W. Engelmann.

40) Jaquet, M., Recherches sur la vessie natatoire des Loches d'Europe. Rev. suisse de Zool., Genève 1894.

41) Kennel, J., Lehrbuch der Zoologie, Stuttgart 1893.

42) Leydig, F., Einige histol. Beobachtungen über d. Schlammpeitzger (Cob. foss.). Joh. Müller's Arch. f. Anat. u. Phys., 1853, S. 3.

43) — Histologie des Menschen und der Tiere, Frankfurt 1857, S. 378.

44) Meckel, J. F., System der vergl. Anat. 2. Teil, 1. Abt., Halle 1824, S. 230, 234.

45) Mettenheimer, C., Disquisitiones anatomico-comparativae de membro piscium pectorali, Berolini 1847.

46) Müller, Aug., Beobachtungen zur vergl. Anat. der Wirbelsäule. Joh. Müller's Arch. f. Anat. u. Phys., 1853, S. 287.

47) Müller, Joh., Untersuchungen über die Eingeweide der Fische. Abh. d. K. Akad. d. Wiss., Berlin 1843, S. 109.

48) — Ueber den Bau und die Grenzen der Ganoiden. Abh. d. Berliner Akad. d. Wiss., 1844, S. 178.

49) Nusbaum, Zool. Anz., 1881, S. 552.

50) Rathke, M., Beiträge zur Geschichte der Tierwelt. Neueste Schr. d. Nat. Ges. Danzig, 1820.

51) — Bemerkungen über die Schwimmblase einiger Fische. Neueste Schr. d. Nat. Ges. Danzig, 1826.

52) Reichert, C., Ueber den Visceralbogen der Wirbeltiere im allgemeinen und deren Metamorphosen bei den Vögeln und Säugetieren. Joh. Müller's Arch. f. Anat. u. Phys., 1837.

53) Reinhardt, J., Om Svömmeblaeren hos Familien Gymnotini. Vidsk. Meddel. f. d. naturhist. For. Kjöbenhavn, 1852, p. 135.

54) Reissner, E., Ueber die Schwimmblase und den Gehörapparat einiger Siluroiden. Arch. f. Anat. u. Phys., 1859, S. 421.

55) Rosenthal, Fr., Ichthyotom. Taf. Berlin 1839, 2. Aufl. (Taf. 10).

56) Saagman, Mulder, I Bijdragen tot de natuurkundige wetenschappen verzamelt door H. C. van Hall, M. Vrolik en G. J. Mulder, Amsterdam 1831.

57) Sagemehl, M., Beiträge zur vergl. Anatomie d. Fische. Morph. Jahrb., Bd. X, 1895.

58) Scheel, Dr. C., Beiträge z. Entwickelungsgesch. d. Teleostierwirbelsäule. Morph. Jahrb. v. Gegenb., Bd. XX, 1893.

59) Schultze, C. A. S., Ueber d. ersten Spuren des Knochensystems und die Entwickelung der Wirbelsäule in den Tieren. Meckel's Arch. f. Physiol., Bd. IV, 1818, S. 329.

60) Sidoriak, Szymon, Beitrag zur Entwickelungsgeschichte des endolymphatischen Apparates der Fische. Anat. Anz., Bd. XV, No. 7, Jena 1898, S. 93.

61) Siebold, Th., Die Süßwasserfische von Mitteleuropa, Leipzig 1863.

62) Sörensen, Will., Om Lydorganer hos Fiske. En physiologisk og comparativ-anatomisk Untersögelse, Kjöbenhavn 1884.

63) — Om Forbeninger i Svommeblären, Pleura og aortas Väg Sammensmeltning deraf med Hvirvelsöjlen särlig hos Siluroiderne, samt de saakaldte Weberske Knoglers morfologi. Vid. Selsk. Skrifter Kjöbenhavn (6) Bd. VI, 1890.

64) — Are the extrinsic muscles of the aire-bladder in some Siluroidae and the „elastic spring“ apparatus of others, subordinate to the voluntary production of sounds? What is, according to our present knowledge the function of the Weberian ossicles? A contribution to the biology of fishes. Journ. of Anat. und Phys., 1895, Vol. XXIX.

65) Stannius, H., Zootomische Bemerkungen. Arch. f. Anat. und Phys., 1849, p. 397.

66) — Das peripherische Nervensystem der Fische, anatomisch und physiologisch untersucht, Rostock 1849.

67) — Handbuch d. Anat. der Wirbeltiere, Berlin 1854.

68) Treviranus, Göttinger gelehrte Anzeigen, 1821.

69) Wagner, R, Lehrbuch d. vergl. Anatomie, Leipzig 1834—35.

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

71) Wiedersheim, Rob., Lehrb. d. vergl. Anatomie, Jena 1886, 2. Aufl.

72) — Grundriß d. vergl. Anat., Jena 1898.

73) Wright, R. Ramsay, The relationsship between the air-bladder and auditory organ in Amiurus, Zool. Anz., Bd. VII, 1884, p. 248.

74) — Monography of Amiurus catus, R. Ramsay Wright, J. Playfair, Mc Murrich, A. B. Macallum and T. Mc Kenzie. Proc. of the Canadian Institute, Vol. II, Toronto 1884, p. 251.

75) — On the skull and auditory organ of the Siluroid Hypophthalmus. Mém. et Compt. rend. d. l. Soc. Roy. du Canada, T. III, 1886, Sect. IV, p. 107.

Figurenerklärungen.

Allgemeine Bezeichnungen.

$\wedge$ verknöchertes Ligament zw. Centrum des ersten Wirbels (bezw. Proc. transv.) und der Scapula (Cuv.)
λ Ligamentum der Weber'schen Knöchelchen (Interossicularligament).
A III, IV Arcus vertebrarum tertiae et quartae.
I, II, IV, .. Körper des ersten, zweiten (falschen), vierten . . . Wirbels.
a Aponeurose (Sehnenverknöcherung).
ck Kommunikationskanal der beiden Kapselhälften.
cl Claustrum (Weber).
co Rippe.
i Incus (Weber).
icv Introitus capsulae vesicae (Hasse) = lateral cutaneous area (Bridge and Haddon).
m Malleus (Weber).
os Os suspensorium (Sörensen).
p.sp. Proc. spinosus.
pt Proc. transversus
sl II, *sl III* Schlußstück des zweiten, des dritten Wirbels.
st Stapes (Weber).
zy.a Zygapophysen der Neuralbögen.
zy.p. „ „ „ Wirbelkörper.

Fig. 1. Kopf und Brustregion, welche die unter der Körperhaut gelegene doppelte Oeffnung der Schwimmblasenkapsel zeigt (nach Fatio unwesentlich abgeändert). *ldm* latero-dorsale Muskulatur; *lvm* latero-ventrale Muskulatur; *cv* aufgeworfene Ränder der Knochenkapsel, die seitliche Kapselöffnung begrenzend.

Fig. 2. Knochenkapsel, erster, fünfter und sechster Wirbel isoliert; von der rechten Seite gezeichnet.

Fig. 3. Knochenkapsel, von der caudalen Seite gezeichnet. *af* accessorische Knochenfortsätze der Neuralbögen IV, *ql* Querlinie.

Fig. 4. Knochenkapsel, von der dorsalen Seite gezeichnet. *af* access. Knochenfortsätze d. A. IV; *olp.* oberes Linienpaar.

Fig. 5. Knochenkapsel, von der ventralen Seite gez.; *knl.* die Kapselhälften verbindende Knochenlamelle (unter *II*), *is* fünfte unpaare Oeffnung der Knochenkapsel, *ulp.* unteres Linienpaar.

Fig. 6. Knochenkapsel, von der cranialen Seite betrachtet, *af* (vergl. Fig. 3)

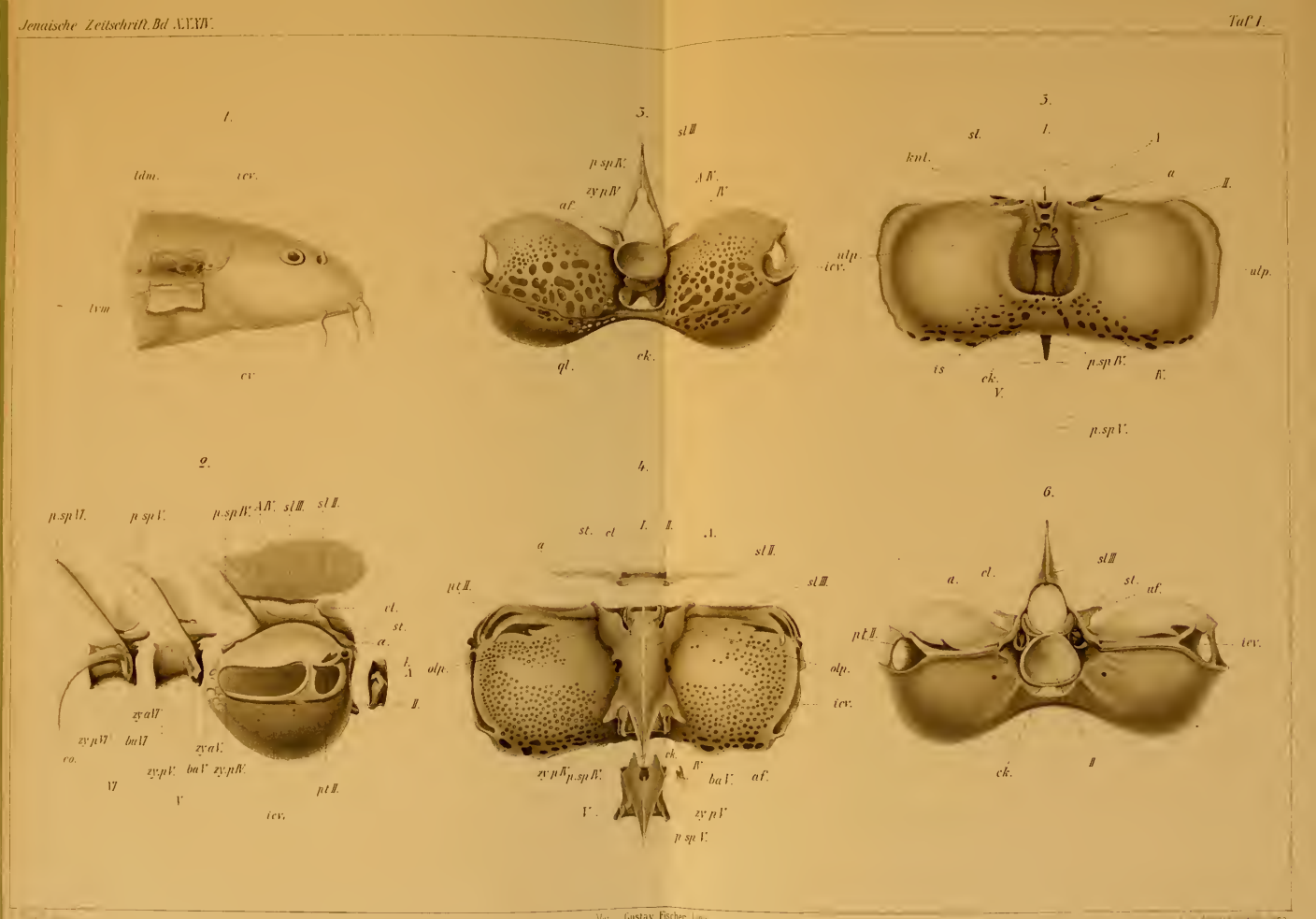
Fig. 7. Knochenkapsel, von der rechten Seite gezeichnet, aufgebrochen (halbschematisch). In der Tiefe gewahrt man die median gelegene rechte Oeffnung der Knochenkapsel, ferner II. und IV. und den Malleus rechts.

Fig. 8. Zweiter falscher Wirbel, von der Knochenkapsel befreit, Ansicht von rechts, rechte Hälfte des Weber'schen App. in natürl. Lage gezeichnet. Aponeurose (*a*) beinahe vollständig weggebrochen, wodurch *A III* zu Gesichte kommt, *l* Knochenleiste II.

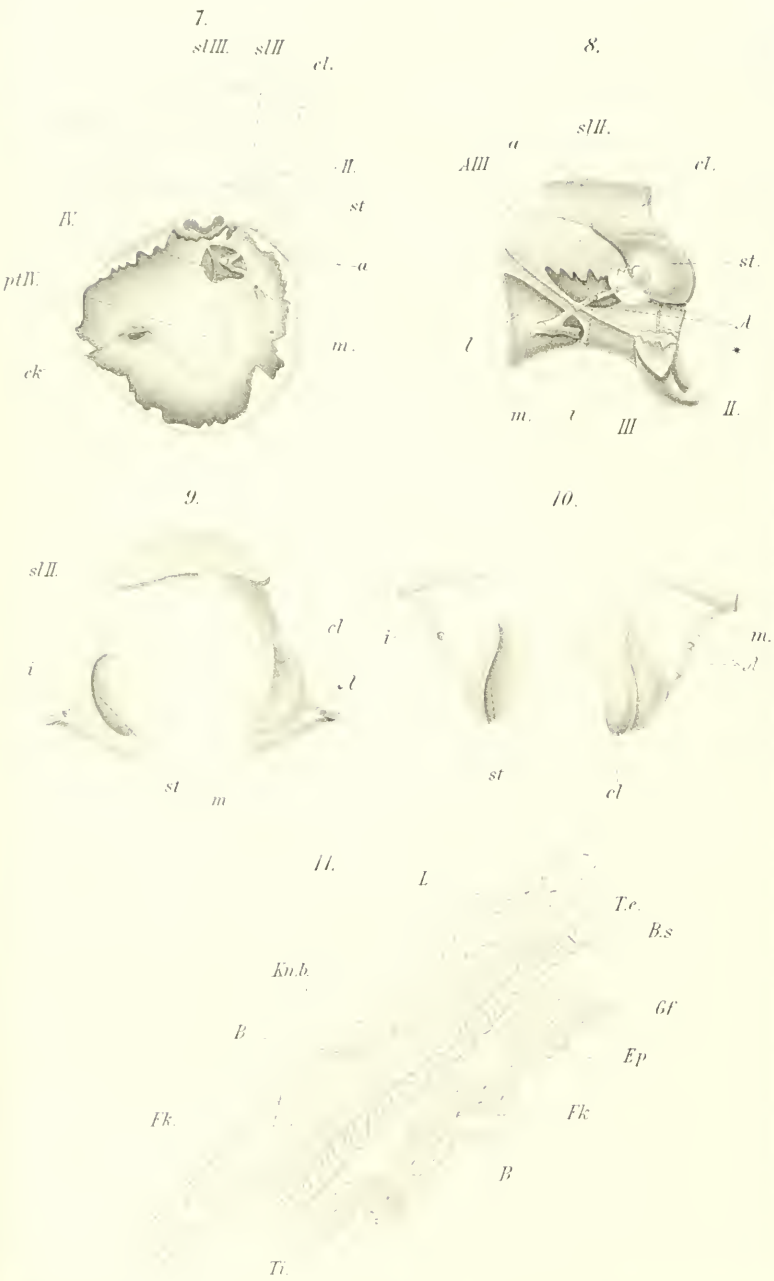
Fig. 9. Web. Apparat von der cranialen Seite aus gezeichnet, *cl* rechts weggelassen, wodurch der schalenförmige Teil des Stapes rechts sichtbar wird.

Fig. 10. Web. Apparat, von oben gesehen; *cl* rechts weggelassen.

Fig. 11. Querschnitt durch Schwimmblase und Knochenkapsel von Nem. barb. (300 ×). *L* = Lücken, *Kn.b* Knochenbalken, *Te* Tunica externa, *Ti* Tunica interna, *Ep* Epithel, *Fk* Faserkerne, *B* Bindegewebe, *Bs* straffes Bindegewebe, *Gf* Gefäß.



Verlag von Gustav Fischer, Jena.



Gustav Fischer lith.