

## Vergleichend-osteologische Mittheilungen

von

Prof. **C. Bruch** in Rödelsheim.

---

### I. Ueber die Mittelhand der Fische.

---

Mit Taf. XV. B.

---

Bei grossen Exemplaren von *Salmo salar* fand ich im Herbste 1858 vor den vier sogenannten Carpusknochen, welche die Flosse mit dem Vorderglied verbinden, eine Reihe von Knorpelstücken, welche sich an die Carpusknochen anschliessen und den Flossenstrahlen eigentlich zum Ansatz dienen. Dieser Knorpel waren bei dem grössten Exemplar, das ich untersuchte, 11 an der Zahl, die in einer dichtgedrängten Reihe stehen und von oben nach unten etwas an Grösse abnehmen, wie die beigefügte Zeichnung (Fig. 1) zeigt. Von einer Ossification war darin keine Spur, die Verbindung mit den Gelenkknorpeln der Carpusknochen, so wie mit den Capitula der Flossenstrahlen sehr fest und, wie so häufig bei den Fischen, nicht freies Gelenk, sondern Syndesmosis, d. h. durch mehr oder weniger festes Bindegewebe vermittelt.

Anfangs war ich nicht geneigt, ein grösseres Gewicht auf diese Beobachtung zu legen, da solche Knorpelchen auch am Schwanze und an den unpaaren Flossen überhaupt, und mitunter ziemlich unregelmässig vorkommen. Kurz darauf überzeugte ich mich aber bei einem 45 Pfd. schweren Karpfen, dass dort nicht nur dieselben Knorpelstücke, 3—4 an der Zahl, vorkommen, sondern sogar Ossificationen enthalten, also schwerlich bedeutungslose Stücke des Skelets sind. Ueberhaupt giebt es hier etwas Bedeutungsloses, wo die Formen so vielfach wechseln und erst aus der Vergleichung vieler Arten und Formen das Gemeinsame, Typische zu erfahren ist? Ist es nicht eine ganz gewöhnliche Erscheinung, dass Organe, die bei einer Gattung sehr ausgebildet sind, bei einer an-

dern rudimentär vorhanden sind und besitzt sie die letztere darum nicht? Am Interessantesten scheint mir ein solches Verhältniss, wenn es weiter auseinanderstehende Gattungen und gar verschiedene Thierklassen betrifft; und zu diesen Fällen wage ich die vorliegenden zu rechnen. Ich glaube, dass man diese Knorpel (welche beim Karpfen kleine Knochenkerne enthielten) unbedenklich als ein weiteres Glied in der Gliederung der vorderen Extremität der Fische ansehen kann. Es fragt sich nun, welche Bedeutung ihnen beigelegt werden soll.

In dieser Beziehung bieten sich zwei Anschauungsweisen zunächst dar. Entweder nämlich gehören diese Knorpelchen zur Handwurzel und stellen die fehlende zweite Reihe derselben dar. Dann fehlt den Fischen die Mittelhand. Oder sie stellen die Mittelhand dar und die Fische haben, nach der gangbaren Ansicht, nur eine Reihe der Handwurzelknochen. Im letzteren Falle wäre die Mittelhand in einem sehr rudimentären Zustande, da die sogenannten Carpusknochen sie an Länge bedeutend übertreffen, sowohl beim Salmen als beim Karpfen, wo ich sie bisher allein beobachtet habe. Eine Entscheidung ist hier wohl erst möglich, wenn eine grössere Anzahl von Knochenfischen darauf untersucht ist, da bis jetzt alle Angaben darüber fehlen. Das einzige bekannte Beispiel einer mehrfachen Abtheilung der die Flosse mit der Vorderextremität verbindenden Stücke findet sich bekanntlich bei *Polypterus*, wo *J. Müller* zwei Handwurzelknochen, zwei Mittelhandknochen, zwischen welchen sich noch eine Knorpelplatte mit Knochenkern befindet, und eine Reihe ungegliederter Stücke unterscheidet, die er als »Anfänge der Flossenstrahlen« bezeichnet und deren auf seiner Figur 48 Stücke bei 36 Flossenstrahlen sind. *Müller* will diese Stücke nicht als Mittelhand betrachtet wissen, weil sie auch an der Bauchflosse beim *Polypterus* vorkommen und eine besondere Mittelhand an der vorderen Extremität vorhanden sei. Bei anderen Schriftstellern ist die Deutung anders, und *Brühl* z. B. (Anfangsgründe p. 177) unterscheidet nur Handwurzel und Mittelhand, weil er *Müller's* Handwurzelknochen als Vorderarm ansieht.

Mir selbst gewährte die Anschauung getrockneter Skelette von *Polypterus* bisher keine Anhaltspunkte zu einer bestimmten Ansicht. Indess scheint mir ausser den beiden erwähnten noch eine dritte Ansicht über die Deutung der von mir beobachteten Extremitätenstücke möglich, ja wahrscheinlich. Ich bin nämlich nicht der Ansicht, dass die Flossenstrahlen der Knochenfische, wie man gewöhnlich annimmt, den Phalangen der höheren Thiere entsprechen, da erstere ebenso entschieden dem secundären Skelette angehören, als die letzteren primordiale Stücke sind. Mag die Function dieselbe und die Aehnlichkeit mit den vielgliedrigen Phalangen der fischartigen Säugethiere noch so bestechend sein, — Histologie und Entwicklungsgeschichte reden dieser Analogie das Wort nicht. Was hindert uns, nach der Analogie des ganzen Knochensystems der Fische,

bei ihnen primordiale Phalangen und Deckstücke (sogenannte Flossenstrahlen) zu unterscheiden, wie an den Dornen der Fischwirbel unzweifelhaft die eigentlichen Bogenstücke als primordiale, die Dornen aber als Deckstücke unterschieden werden müssen, welche letztere den höheren Thieren fast durchweg fehlen? Für meine Deutung spricht: 1. die grosse Zahl der Zwischenknorpelchen (11 neben 14 Flossenstrahlen bei *Salmo salar*, 18 bis 19 neben 35—36 Flossenstrahlen beim *Polypterus*, während ich beim Karpfen freilich, wo sie sehr klein sind, neben 16 Flossenstrahlen nur 3—4 Zwischenknorpelchen deutlich unterscheiden konnte, welche jedoch Ossificationen enthalten und darum eine grössere Bedeutung erhalten; 2. das ganz allgemeine Vorkommen sogenannter Gelenknöchelchen, d. h. selbstständiger Knorpelchen oder Knöchelchen, welche an den unpaaren Flossen, namentlich an den Rücken- und Afterflossen, die Flossenstrahlen mit den Trägern derselben verbinden und entschieden primordialer Natur sind; endlich 3. die Bildung des ersten Flossenstrahls der Brustflosse bei *Salmo*, welcher bekanntlich am Schulterglied selbst articulirt, genauer besehen aber aus zwei verschmolzenen Elementen besteht, einem primordialen rundlichen halbverknöcherten Stücke, welches die Gelenkfläche enthält und sich der Reihe der sogenannten Carpusknochen als fünftes Glied anschliesst, und einem secundären Flossenstrahl, der durch eine Nahtspur als besonderes Stück kenntlich und sonst von den anderen Flossenstrahlen ausser der Grösse nicht wesentlich verschieden ist.

Dieser Deutung kommt, wie man sieht, die *Müller'sche* beim *Polypterus* auch am nächsten. Denn was sollen »Anfänge der Flossenstrahlen« heissen? und warum hat *Müller* die betreffenden Theile nicht als »erstes Glied der Flossenstrahlen« bezeichnet? — Um sicher zu gehen, müsste ermittelt sein, ob diese Theile beim *Polypterus* primordial oder secundär sind. Im letzteren Falle gehören sie zu den Flossenstrahlen selbst, im ersteren Falle aber, woran ich nicht zweifle, entsprechen sie den oben beschriebenen Knorpelchen des *Salmo salar* und *Cyprinus carpio*, und die Gliederung der Extremitäten bei den Ganoiden dürfte sich der der Knochenfische besser anschliessen, als man bisher annahm.

Weitere Anhaltspunkte dürfte die Betrachtung der Knorpelfische geben, worüber ich jedoch nach blossen Abbildungen und Handbüchern nicht urtheilen will und empfehle diesen Gegenstand, da mir die Gelegenheit zur Untersuchung frischer Knorpelfische abgeht, dem geneigten Urtheile der Fachgenossen, indem ich zugleich auf meine demnächst erscheinende Osteologie von *Salmo salar* verweise. Was ich indess an 6—7zölligen Embryonen von *Spinax acanthias* sehen kann, bestätigt meine obige Ansicht vollkommen und ausserdem die Uebereinstimmung der Knorpelfische mit den Knochenfischen auch in diesem Punkte.

Es finden sich nämlich bei *Spinax* nicht nur mehrere Reihen Handwurzelknochen in knorpeligem Zustande, sondern dieselben sind

förmlich gegliedert, wie dies von den Rochen ganz allgemein angegeben wird, also wahre Phalangen. Auf die eigentliche, allgemein so angesehene Handwurzel *a b c*, welche am knorpeligen Schultergürtel inserirt, und den Anfang der Flosse darstellt, folgen nämlich 3 Reihen von Phalangen, genau gesagt und von der Radialseite her gezählt, zuerst 3 zweigliedrige, dann 16 dreigliedrige und zuletzt 3 eingliedrige Knorpelstrahlen, welche 3 letzten auf einem gemeinsamen Knorpelstück *d* inseriren, das, zur Handwurzel gerechnet, die Zahl ihrer Stücke auf 4 bringt. Die Brustflosse enthält demnach im Ganzen 61 getrennte Knorpelstücke, an welchen erst die eigentlichen Flossenstrahlen, über 160 an der Zahl, befestigt sind. (Siehe die Figur 2.)

Die letzteren, welche gewöhnlich hornartig genannt werden, aber von der Flossenhaut überzogen sind, bestehen keineswegs aus einem Gewebe, welches mit der Epidermis verglichen werden könnte, und zeigen weder eine wahrnehmbare Gliederung, noch sonst eine Structur. Mit Essigsäure behandelt quellen sie auf, werden durchsichtig und erhalten schöne Einschnürungen, welche manchmal Spiralfasern so täuschend ähnlich sind, dass man alle Aufmerksamkeit nöthig hat, um sie nicht dafür zu halten. Man erkennt das wahre Verhältniss daran, dass diese Einschnürungen manchmal sehr dicht gedrängt, in andern Fällen, besonders am dickeren Theil der Strahlen, aber ganz vereinzelt vorkamen, dass ferner von einer Einschnürung zur andern nie eine schräglauende Verbindungsfaser zu sehen ist, so wie endlich daran, dass die Einschnürungen von verschiedener Breite sind und oft aus mehreren Falten und Wülsten bestehen, die deutlich auf eine Stelle zusammengeschoben sind. Bemerkenswerth ist auch das Austreten einer Flüssigkeit, welche zu einer krümlichen Masse gerinnt, an den Einschnürungsstellen, wo sie sich in Häufchen oder Klumpen ansammelt. Kali caust. löst bei längerer Einwirkung die Strahlen spurlos, in Ac. mur. u. sulph. werden sie weich, erhalten aber nicht die charakteristischen Einschnürungen wie in Ac. An Schnittenden und Bruchstellen erhält man zwar oft das Ansehen von Längsfasern und Faserbündeln, welche selbst treppenartig abgesetzt sein können, wie die Rindensubstanz der Haare, allein es ist weder von einem epithelartigen Ueberzug, noch von Kernen eine Spur zu sehen, noch weniger finden sich Wurzelhänge oder eine Marksubstanz, welche auf eine Verwandtschaft mit den Haaren höherer Thiere hindeuteten; auch kann auf das gelbliche Ansehen der Strahlen kein Gewicht gelegt werden. Sie erweisen sich demnach als eine höchst merkwürdige Art geformten Bindegewebes und entsprechen den Flossenstrahlen der Knochenfische, welche zwar knöchern, aber nie knorpelig auftreten. (Sollte dies vielleicht Ihr körperchenloses Knochengewebe im unverknöcherten Zustande sein?)

Darf ich mir nach diesen, freilich noch vereinzelt Nachweisen ein Urtheil erlauben, so ist die Verschiedenheit im Baue der Knochen- und

Knorpelfische viel geringer als man bisher glaubte, und, wenn ich mich so ausdrücken darf, mehr quantitativ als qualitativ, d. h. die Zahl der Stücke variirt, nach Classe und Species, aber allenthalben bestätigt sich das Gesetz, dass homologe Theile gleiche Entwicklung haben, d. h. primordiale Theile treten überall knorpelig auf, secundäre überall knöchern (osteogen); auf die Extremitäten der Fische angewendet, sind wahre Phalangen, wie sie bei den höheren Thieren vorkommen, immer primordial; die sogenannten Flossenstrahlen aber, sowohl der paarigen als der unpaaren Flossen, sind immer secundär (entweder knöchern oder bindegewebig), und eben darum keine wahren Phalangen, sondern eine der Classe der Fische eigne secundäre Bildung, die, wie sich nun herausstellt, bei den Knorpelfischen (mit Ausnahme der Rochen) allgemein und unter den Knochenfischen wenigstens bei *Salmo* und *Cyprinus* entschieden neben primordialis Phalangen vorkommt.

Fragt man schliesslich, welche der beschriebenen Theile der Brustflosse zur Mittelhand im engeren Sinne zu zählen seien, so darf man nicht übersehen, dass die Mittelhand der höheren Thiere nichts Anderes ist, als das erste Glied der Finger, welches in den Weichtheilen verborgen ist, und dass die Mittelhandknochen sonst in jeder Beziehung den Phalangen entsprechen. Wollte man dies nicht anerkennen, so müsste man den Fischen, wo die ganze Extremität sammt den Flossenstrahlen von der Haut und Muskeln überkleidet ist, alle Phalangen absprechen und mehrere Reihen Mittelhandknochen zuschreiben. Viel natürlicher scheint es mir, die erste Reihe ihrer Phalangen der Mittelhand der höheren Thiere und, wo mehrere Reihen vorkommen, diese den Fingern der letzteren gleich zu setzen, und sich darüber zu freuen, dass trotz der Unzulänglichkeit und Zufälligkeit unserer hergebrachten Bezeichnungen, die Gesetzmässigkeit und Uebereinstimmung in der Natur eine so allgemeine ist und die scheinbaren Ausnahmen sich fortwährend vermindern.

Zum Schlusse sei noch bemerkt, dass an der Bauchflosse von diesen Mittelhandknorpelchen nichts zu sehen ist, obgleich die von *Brühl* (Anfangsgründe S. 179) beim Karpfen aufgefundenen 3 Tarsusknöchelchen bei *Salmo* ebenfalls vorhanden sind.

---

## II. Ueber eigenthümliche Fortsätze der Fischwirbel, welche von den Wirbelfortsätzen der höheren Thiere verschieden sind.

In Bezug auf die an der Wirbelsäule der Fische vorkommenden zahlreichen Fortsätze und ihrer Anhänge scheint man dormalen allgemein der Ansicht zu sein, dass diese sämmtlich den Bogenstücken angehören, wie dies z. B. bei *Agassiz* (poissons foss. p. 98) und *Stannius* (2. Auflage S. 24) von den oberen und unteren Gelenkfortsätzen angegeben wird; dass dieselben daher den *processus obliqui* des Menschen und der höheren Thiere entsprechen. Von den Querfortsätzen der Fischwirbel ist seit *J. Müller's* clasisschen Untersuchungen ausgemacht, dass die rippentragenden Querfortsätze des Menschen denen der Fische nicht entsprechen, da die ersteren den oberen, die letzteren den unteren Bogenstücken angehören. Ausserdem werden (*Stannius* a. a. O. S. 14) mittlere Querfortsätze unterschieden, welche vom Wirbelkörper selbst ihren Ursprung nehmen und z. B. in der Schwanzgegend von *Esox* schon sehr deutlich sind und bei *Pleuronecten* an der ganzen Wirbelsäule vorkommen. Dass endlich die oberen und unteren Dornfortsätze den Bogenstücken und nicht dem Wirbelkörper angehören, versteht sich von selbst, es muss jedoch nach den Untersuchungen von *Stannius* (*Müller's* Archiv 1849. S. 533), die ich (Knochensystem S. 154) bestätigt habe, zwischen den Dornfortsätzen der höheren Thiere, welche blos durch Vereinigung der Bogenstücke gebildet werden, und den Dornstücken der Fische (*neural spine* *Owen*) unterschieden werden, welche letztere ein selbstständiges Deckknochenpaar darstellen, das bei den höheren Thieren vielleicht nur bei den Schildkröten eine Analogie findet. Von diesen sämmtlichen Fortsätzen gehören nur die mittleren Querfortsätze der Fische, so wie die Dornstücke (*neural spine*) derselben dem secundären Skelete an, während die oberen und unteren Querfortsätze, so wie die 4 Paar schiefen Fortsätze den primordialen Bogenstücken angehören. Mit Ausnahme der selbstständigen Dornstücke der Fische ferner sind alle

diese Fortsätze nur wirkliche processus und keine selbstständigen Skelettheile (also exogenous, nicht autogenous, wie *Owen* sich ausdrückt).

So unerlässlich diese Unterscheidungen sind, wenn von einer Vergleichung verschiedener Thiere oder gar verschiedener Thierclassen in Bezug auf ihre Skelettheile die Rede sein soll, so haben mich doch meine eigenen Erfahrungen überzeugt, dass dieselben noch keineswegs ausreichend sind, sondern dass namentlich in Bezug auf die schiefen Fortsätze der Fische noch nicht alle Thatsachen Berücksichtigung gefunden haben. Dies zeigt sich besonders bei der Betrachtung von Fischwirbelsäulen, deren obere und untere Bogenstücke mit den secundären Wirbelkörpern nicht verschmolzen, sondern gomphotisch verbunden sind, z. B. bei den Salmonen, Clupeiden, Cyprinen.

Beim Lachse (Fig. 3) unterscheidet man, wie ich in meiner Osteologie des Lachses nachgewiesen habe, sehr leicht die vorderen schiefen Fortsätze als Bestandtheile der oberen und unteren Bogenstücke; denn wenn die schiefen Fortsätze dieser Fische auch lange nicht so stark ausgebildet sind, wie bei den Cyprinen und Clupeiden und namentlich niemals eine wirkliche Verbindung unter einander eingehen, so zeigt doch die Verfolgung derselben in der Rumpfgegend auf das Bestimmteste, dass sie sich aus der vorderen Ecke an der Basis der oberen Bogenstücke entwickeln und mit denselben entfernt werden können. Diese an den ersten Wirbeln sehr stumpfe Ecke wird nach hinten immer spitzer und vorspringender und kann etwa vom 20. Wirbel an Fortsatz genannt werden, obgleich derselbe erst vollkommen scharf und spitz an den synostotischen Bogenstücken der Lenden- und Schwanzwirbel hervortritt. Der Uebergang ist so allmählig und klar, dass Niemand an diesem Verhältniss zweifeln kann. Hintere schiefe Fortsätze besitzen die oberen Bogenstücke beim Lachse nicht; es ist keine Spur davon zu finden. Ganz auf dieselbe Weise entwickelt sich der untere processus obliquus anterior aus der vorderen Kante der unteren Bogenstücke, welche beim Lachse noch etwas weiter nach rückwärts, etwa bis zum 27. Wirbel, vom Wirbelkörper getrennt sind. Man unterscheidet daran aber schon an den ersten Wirbeln ausser der vorderen, anfangs sehr schwachen Ecke (dem processus obliquus anterior) eine etwas schärfere hintere Ecke, welche sehr bald zu einem beträchtlichen Fortsatz wird, den processus obliquus posterior, und ausserdem eine mittlere senkrechte Leiste auf der äussern Seite, unmittelbar über der Insertion der Rippe, den processus transversus inferior. Diese drei Fortsätze nehmen nach hinten allmählig an Stärke und Schärfe zu und sind am 27. Wirbel, bevor also die Synostose mit dem Wirbelkörper vollendet ist, ganz bestimmt von einander gesondert erkennbar. Der Querfortsatz fängt hier schon an sich nach abwärts zu verlängern und zur Bildung eines unteren Bogens vorzubereiten, indem zugleich die Rippen immer mehr herabrücken und stets an seiner Spitze

befestigt bleiben. Am 35. Wirbel, welcher das letzte Rippenpaar trägt, ist der untere Spitzbogen vollendet, das rudimentäre Rippenpaar sitzt an seiner Spitze, weit entfernt vom Wirbelkörper, die vordern und hintern schiefen Fortsätze endlich sind einander völlig gleich gebildet und sammt den Bogenstücken mit dem Wirbelkörper synostotisch verbunden. Die Symmetrie zwischen oberen und unteren Bogenstücken scheint vollständig, obgleich in ihrer Bildung ein wesentlicher Unterschied stattfindet.

Verfolgt man nämlich die Entstehung der hinteren schiefen Fortsätze längs der Wirbelsäule, so zeigt sich mit der grössten Bestimmtheit, dass die oberen nicht den Bogenstücken, sondern dem Wirbelkörper angehören, denn die letzteren sind mit den ersten 26 Wirbelkörpern gomphotisch verbunden und können ohne die hinteren schiefen Fortsätze entfernt werden, welche letztere schon an den vordersten Rückenwirbeln, wie wohl hier sehr schwach und kaum durch eine kleine Spitze, angedeutet sind, welche dicht hinter dem Rande der Facette und des ligamentum intervertebrale ihren Sitz hat. Auch weiter hinten stehen diese hinteren schiefen Fortsätze immer beträchtlich weiter von den Bogenstücken ab, als die vorderen und nehmen erst gegen die Schwanzgegend hin allmählig an Stärke zu. Von der Stelle an, wo die Bogenstücke mit dem Wirbelkörper synostosiren, werden sie von den vorderen schiefen Fortsätzen an Grösse erreicht und bleiben von da an denselben an Form und Grösse gleich bis zu den letzten Schwanzwirbeln, wo beide allmählig wieder verschwinden.

Nicht ganz so verhält sich dies an den unteren Bogenstücken. Die eigenthümlichen schiefen Fortsätze des Wirbelkörpers fehlen hier keineswegs, sie beginnen schon an den ersten Rückenwirbeln in Gestalt einer schmalen Leiste, welche sich am hinteren Rande der Grube erhebt, in welcher die Bogenstücke befestigt sind, und welche daher auch nach Entfernung der Bogenstücke zurück bleibt. Diese Leiste entwickelt sich nach hinten immer mehr und erreicht in der Gegend des 25. bis 26. Wirbels die Höhe und Stärke des processus obliquus posterior. Sobald dies geschehen, beginnt die Verschmelzung des Wirbelkörpers mit seinem Bogenstück und am 28. Wirbel findet man daher nur einen einfachen hinteren Fortsatz, welcher, was die Vergleichung mit dem vorhergehenden Wirbel unwidersprechlich darthut, aus einer Verschmelzung des dem Bogenstück angehörigen schiefen Fortsatzes mit dem entsprechenden schiefen Fortsatze seines eignen Wirbelkörpers entstanden ist. An dieser Stelle sind die unteren schiefen Fortsätze noch etwas grösser und stärker als die oberen, was sich jedoch nach hinten gegen die Schwanzwirbel hin völlig ausgleicht. Am 37. Wirbel (zweiten Schwanzwirbel) ist in der That die Synostose und Symmetrie zwischen Neurapophysen und Haemapophysen und deren Fortsätzen, abgesehen von der Weite der Canäle für das Nerven- und Gefässrohr, vollständig



und für die Entstehung und eigentliche Bedeutung derselben kein Halt-punkt mehr vorhanden.

Aus diesen Thatsachen geht hervor, dass nur die vorderen schiefen Fortsätze des Lachses den *processus obliqui* (anteriores) des Menschen und der höheren Thiere entsprechen, dass dagegen die hinteren schiefen Fortsätze, soweit sie Bestandtheile des Wirbelkörpers sind, keine entsprechenden Theile bei den höheren Thieren finden und den Fischen eigenthümlich sind.

Es würde nun interessant sein, wenn sich bei anderen Fischen beiderlei Fortsätze neben einander fänden und sich herausstellte, dass das Hervortreten der einen oder anderen Art von schiefen Fortsätzen, wie der Fortsätze überhaupt, zu den Gattungs- und Ordnungscharakteren gehören, welche der speciellen Zoologie so erwünscht sein müssen und für die Unterscheidung vorweltlicher Formen unentbehrlich sind. Dies bestätigt sich denn auch im vollsten Maasse. Durch die Gestalt und Ausbildung der schiefen Fortsätze sind die Wirbelsäulen der Fische, insbesondere der Knochenfische, nicht weniger verschieden, als durch die Zahl und Gestalt der Fortsätze überhaupt. So zeichnen sich die Clupeiden durch eine fast monströse Entwicklung der *processus obliqui inferiores*, namentlich der hinteren, aus, die hier den Bogenstücken allein angehören und schon an den vordersten Wirbeln ganz allmählig beginnend, bei Alosa bis zum 48. Wirbel an Grösse und Länge zunehmen, dann mit dem Wirbelkörper verschmelzen und bis zum 37. Wirbel durchbrochen sind, weiterhin aber allmählig an Grösse wieder abnehmen und an den letzten Schwanzwirbeln zu einer kleinen Spitze herabsinken, wie sie bei anderen Knochenfischen allein vorkommt. Von schiefen Fortsätzen des Wirbelkörpers nimmt man hier nichts wahr, obgleich eine Theilung des vorher durchbohrten hinteren schiefen Fortsatzes in der Schwanzgegend unverkennbar ist (T. XIX. F. 4). Auch die vorderen schiefen Fortsätze der unteren Bogenstücke erreichen bei Alosa eine beträchtliche Entwicklung, kreuzen sich, an der inneren Seite liegend, mit den hinteren schiefen Fortsätzen der vorhergehenden Wirbel und erreichen in der Schwanzgegend die Dornen der vorhergehenden Wirbel. An den oberen Bogenstücken ist die Sache verschieden, d. h. die vorderen schiefen Fortsätze gehören entschieden den oberen Bogenstücken, die hinteren dem Wirbelkörper, wie man an den 22 ersten getrennten Bogenstücken sieht.

Bei den Cyprinen finden sich Wirbel mit 5 Paar schiefen Fortsätzen, wie beim Lachs, aber was beim Lachse an den unteren Bogenstücken vorkommt, gilt dort von den oberen. Am 3. und 4. Rückenwirbel des Karpfen nämlich, welche getrennte Bogenstücke haben, finden sich zwei hintere schiefe Fortsätze hinter einander, von denen der erste dem trennbaren Bogenstück, der zweite dem Wirbelkörper angehört und der gewöhnliche ist. Diese beiden

Fortsätze sind auch an den übrigen Wirbeln mit synostotischen Bogenstücken bis zum Schwanze hin unterscheidbar, besonders stark bei *Leuciscus dobula* (T. XIX. F. 5), aber auch bei allen anderen Cyprinen zu unterscheiden. Der hintere, dem Wirbelkörper angehörige Fortsatz stösst mit dem vorderen schiefen Fortsatze des folgenden Wirbels zusammen, der besonders an der Rückengegend sehr stark entwickelt ist und hier bis an den Dorn des vorhergehenden Wirbels reicht. Die unteren schiefen Fortsätze sind bei den Cyprinen schwach entwickelt und zuerst in der Schwanzgegend bemerkbar, wo die Bogenstücke schon synostotisch geworden sind; es scheinen hier die vorderen dem Bogenstücke, die hinteren dem Wirbelkörper zu gehören.

Beim Hechte (T. XIX. F. 6—10) sind die schiefen Fortsätze schwächer ausgebildet als beim Lachs und erst in der Schwanzgegend stärker heraus tretend. Doch unterscheidet man, wie bei den Cyprinen, deutlich 3 Paar obere und 2 Paar untere schiefe Fortsätze, nämlich 2 obere und 2 untere, welche den Bogenstücken angehören und 1 hinteres Paar oberer schiefer Fortsätze, welches wie gewöhnlich dem Wirbelkörper angehört und hinten mit den viel schwächeren hinteren Fortsätzen der Bogenstücke verschmilzt. Dieses Verhältniss ist beim Hechte um so leichter zu constatiren, da die oberen und unteren Bogenstücke hier bis zu den letzten Rückenwirbeln hin vom Wirbelkörper getrennt sind. Die unteren schiefen Fortsätze sind so schwach und treten so weit nach hinten erst auf, dass sich nicht sagen lässt, ob sie den Bogenstücken allein gehören oder wenigstens die hinteren auch dem Körper gehören, doch scheint das Verhältniss wie beim Lachse, also beim Hecht im Ganzen 6 Paar schiefer Fortsätze vorhanden.

Bei anderen Knochenfischen, deren Bogenstücke sämmtlich mit den Wirbelkörpern durch primitive Synostose verbunden sind, wird es begrifflicher Weise nur durch Verfolgung der Entwicklungsgeschichte möglich sein, etwas Bestimmtes über deren Fortsätze auszusagen, doch scheint hier namentlich bei den Hartflossern das allgemeinste Verhältniss das von *Stannius* a. a. O. S. 25 angedeutete zu sein, dass die vorderen schiefen Fortsätze von den Bogenstücken, die hinteren vom Wirbelkörper ausgehen, mithin nur die ersteren den *processus obliqui* der höheren Thiere entsprechen, und es muss dahingestellt bleiben, inwiefern die hinteren schiefen Fortsätze zum Theil aus einer Verschmelzung primordialer Fortsätze (von den Bogenstücken) und secundärer (von den Wirbelkörpern ausgehend) entstanden sind, in ähnlicher Weise, wie ich dies für die oberen Fortsätze des Hechtes und Karpfen und die unteren des Lachses nachgewiesen habe.

Es fehlen demnach nur noch vordere, dem Wirbelkörper angehörige schiefe Fortsätze, um die Zahl derselben auf 8 Paare zu bringen und so eine vordere und hintere Symmetrie des Fischwirbels herzustellen. Bei den von mir untersuchten Fischen ist davon nichts

wahrzunehmen. Zwar zeigt sich an den letzten Rückenwirbeln des Lachses der vordere Rand der Grube, in welcher die unteren Bogenstücke wurzeln, in eine ähnliche Leiste erhoben, wie der hintere, aus dem sich schon viel früher der hintere schiefe Fortsatz des Wirbelkörpers entwickelt, aber die Erhebung ist zu schwach und die Synostose ist zu bald (schon am 28. Wirbel) vollendet, als dass dieses Verhältniss überzeugend wäre; auch findet sich von oberen Fortsätzen des Wirbelkörpers vor den Bogenstücken keine Spur. Doch fehlen auch in dieser Beziehung nicht alle Andeutungen. So beschreibt *Mettenheimer* (über den *Tetragonurus Cuvieri* Taf. XIX. Fig. 13. S. 244) eigenthümliche Nebenfortsätze (*processus secundarii*) an den unteren Querfortsätzen dieses Fisches, die in der Mitte der Rückenwirbelsäule auftreten und bis zum Schwanze hin an Grösse zunehmen, vom 46. Wirbel an denen der Neurapophysen an Grösse gleich werden, vom 50. an sie sogar übertreffen. An der Figur bemerke ich 4 untere Spitzen, von denen die vorderste und hinterste nach dem Verfasser den *processus obliqui*, die zweite der Haemapophyse entsprechen soll, die dritte aber als *processus secundarius* bezeichnet wird. Die Deutung dieser Theile wird dadurch erschwert, dass *Tetragonurus* keine freien Bogenstücke und keine Rippen hat, doch liegt die Vermuthung sehr nahe, dass hier mehrfache vordere schiefe Fortsätze nebeneinander vorkommen, da drei dieser Spitzen vorn hintereinander stehen. In diesem Falle würde aber nur der vorderste dieser Fortsätze, so wie der hinterste die den Fischen eigenthümlichen schiefen Fortsätze des Wirbelkörpers darstellen können und die Bezeichnung daher eine andere sein müssen. Ich für meinen Theil wäre sehr geneigt, die Bezeichnung *processus secundarii* zu adoptiren, dieselbe aber für die dem secundären Skelet (Wirbelkörper) angehörigen schiefen Fortsätze zu reserviren, den anderen, den Bogenstücken angehörigen, schiefen Fortsätzen aber (von denen die superiores denen des Menschen entsprechen) die Bezeichnung *processus obliqui* zu lassen. In beiden Fällen wäre die nähere Bestimmung als superiores oder inferiores, anteriores oder posteriores beizufügen. Auch würde die Unterscheidung von ihrem Werthe nichts verlieren, wenn sich wirklich vordere *processus secundarii* gar nicht finden sollten. — Eigenthümlich beschaffen sind ferner die schiefen Fortsätze bei Mugil, wo sie sehr stark und gespalten und die vorderen den hinteren sehr ähnlich gebildet, im Ganzen daher 4 Paar oberer schiefer Fortsätze vorhanden sind. Doch ist es hier wegen der vollkommenen Synostose der Bogenstücke nicht möglich, den Antheil zu unterscheiden, den die Wirbelkörper daran nehmen. — Vielleicht darf hierher die Verbindung des Hinterhauptes mit der Wirbelsäule bei der Gattung *Gadus* gezogen werden. Beim Kabliau (T. XIX. F. 12) finden sich am ersten Wirbel ausser den beiden Gelenkflächen, welche auch bei *Salmo* vorhanden sind und entschieden dem Wirbelkörper angehören, sehr starke schiefe Fortsätze, welche von den oberen Bogenstücken ausgehen

und sich mit dem Hinterhauptbein durch Nath verbinden, so dass hier eine dreifache Verbindung des Schädels mit der Wirbelsäule stattfindet, durch Facette, Gelenk und Nath, wobei merkwürdigerweise die letztere von den primordiales Theilen (processus obliqui), die Gelenkverbindung von den secundären Theilen des Wirbelkörpers gebildet wird. Das ligamentum longitudinale superius bildet über allen diesen eine vierte Befestigung.

In Bezug auf die Querfortsätze der Fische scheint es mir noch nicht überflüssig, hervorzuheben, dass processus transversi superiores wirklich vorkommen und dass es Fische gibt, bei denen sich alle 3 Querfortsätze nebeneinander finden. So articuliren die oberen Gräthen des Lachses (T. XIX. Fig. 3) vom 4. Rückenwirbel an an deutlichen starken Querfortsätzen der oberen Bogenstücke, von denen der 2. der längste ist und eine tiefe Gelenkgrube besitzt. Weiter rückwärts nehmen sie allmählig an Länge ab und erscheinen an den synostotischen Bogenstücken nur als senkrechte Leiste, an welcher noch bis zum 33. Wirbel eine kleine Gräthe sitzt. Ebenso entwickelt sich aus den unteren Bogenstücken des Lachses, wie schon oben bemerkt wurde, ein deutlicher Querfortsatz, der nach hinten die Gelenkfläche für die Rippe beträchtlich überragt und an den synostotischen unteren Bogenstücken allmählig in eine senkrechte Leiste übergeht, die am Schwanz der der oberen Dornen symmetrisch ist. Beim Hechte fehlt jede Andeutung von oberen und unteren Querfortsätzen, obgleich mittlere, dem Wirbelkörper angehörige, Querfortsätze am Schwanz auftreten, die mit den oberen und unteren Querfortsätzen durchaus nicht zusammengeworfen werden dürfen; denn sie finden sich schon an den letzten Rückenwirbeln, deren obere und untere Bogenstücke noch völlig vom Wirbel getrennt sind (T. XIX. F. 8—10). Sie entwickeln sich hier aus dem Rande der Grube für die unteren Bogenstücke, aber in der Mitte derselben, zwischen den beiden schiefen Fortsätzen. Sie haben beim Menschen und den höheren Thieren nichts Entsprechendes, da der secundäre Wirbelkörper denselben fehlt.

Bei Alosa gibt es, wie beim Lachse, obere und untere Querfortsätze, an denen ersteren die oberste Gräthenreihe inserirt, während die unteren sich in eine lange Spitze ausziehen, schon in der Rückengegend nach abwärts gerichtet sind und den Uebergang in die Schwanzdornen vorbereiten. Mittlere Fortsätze fehlen, die mittlere, sehr starke Längsleiste der Wirbelkörper aber erhebt sich vorn und hinten am Rande der Facette in eine starke quer abstehende Spitze, die an den hinteren Rückenwirbeln sogar doppelt ist, so dass ein einziger Wirbelkörper (abgesehen von den oberen und unteren Querfortsätzen der Bogenstücke) 4 Paar querfortsatzartige Fortsätze haben kann (T. XIX. F. 4).

Bei den Cyprinen fehlen die oberen Querfortsätze, wie bei den meisten Knochenfischen, ganz, die unteren aber, welche stets von den Bogenstücken, von denen sie nur einen Theil ausmachen, unterschieden

werden müssen, sind sehr stark ausgesprochen, und wie schon *Brühl* (Anfangsgründe S. 159) angegeben hat, schon vom 2. Rückenwirbel an vorhanden, am stärksten entwickelt am 3. Wirbel des Karpfen, der sich ausserdem durch einen vollständigen unteren Dorn und getrennte Bogenstücke auszeichnet. Ob die Querfortsätze des 1. und 2. Wirbels der Cyprinen, welche bedeutend tiefer stehen, als der Querfortsatz des anderen Wirbels, synostotischen unteren Bogenstücken oder dem Wirbelkörper angehören, ist am erwachsenen Fische nicht auszumachen, doch fehlen den Cyprinen mittlere Querfortsätze sonst ganz, während ein starker unterer Querfortsatz bei getrenntem Bogenstück und entwickeltem Dorn sich noch am letzten Schwanzwirbel findet. Die mittlere Leiste der letzten Rückenwirbel und des Schwanzes ist zwar mitunter vorn und hinten, wie bei *Alosa*, gespalten, aber ohne alle spitzen- oder fortsatzartige Erhebung.

Die eben erwähnten, mit Querfortsätzen versehenen, hochstehenden, unteren Bogenstücke, welche bei den Cyprinen am sogenannten 2. und 4. (eigentlich 3. und 5.) Wirbel vorkommen und dann allmählig herabrücken, sind deshalb besonders wichtig, weil bei anderen Knochenfischen mit synostotischen Bogenstücken die Rippen an den vordersten Wirbeln mitunter so hoch inseriren, dass man annehmen könnte, sie sässen hier an oberen Bogenstücken und es fehlten untere Bogenstücke ganz, z. B. bei den Gadoiden (T. XIX. F. 12), bei *Perca* und den Stachelflossern. Allenthalben sieht man aber die Rippen sehr bald herabrücken und glücklicherweise finden sich auch unter den Stachelflossern, z. B. bei *Perca* am 1. Wirbel, getrennte obere Bogenstücke, so dass über die hohe Stellung der unteren und deren Vorhandensein kein Zweifel übrig bleibt.

Alles zusammengenommen ergiebt sich, dass von den an den Fischwirbeln vorkommenden Fortsätzen, abgesehen von den oberen und unteren Dornen, nur 3 Paare denen des Menschen entsprechen, nämlich die den oberen Bogenstücken angehörigen *processus obliqui anteriores* und *posteriores* und die *processus transversi superiores*; dass die dem Wirbelkörper angehörigen *processus secundarii superiores* und *inferiores* (von denen bis jetzt mit Sicherheit nur *posteriores* nachgewiesen sind), so wie die *processus transversi medii* den Fischen ganz eigenthümlich sind; endlich, dass von den Fortsätzen der unteren Bogenstücke bei höheren Thieren nur insofern eine Rede sein kann, als Spuren derselben an den rudimentären unteren Bogenstücken der Säugethiere, Vögel und Reptilien vorkommen mögen. —

Nachträglich bemerke ich noch, dass ich inzwischen das Beweisstück für die Selbstständigkeit vorderer *processus secundarii superiores* aufgefunden habe. Bei *Lota vulgaris* (T. XIX. F. 11) nämlich finden sich vom 14. Wirbel an der *processus obliquus anterior* und der *processus*

secundarius an den oberen Bogenstücken durch einen tiefen Einschnitt getrennt, in welchen sich der processus secundarius posterior des vorhergehenden Wirbels einfalzt. In einem Falle traf ich sogar am 19. Wirbel den linken Bogenschenkel vom Wirbelkörper getrennt, wobei der processus obliquus am Bogenstück, der processus secundarius am Wirbelkörper sass. — Beim Kabliau finde ich nun auch an einigen Schwanzwirbeln eine schwache Andeutung vorderer processus secundarii; beim Schellfisch fehlen sie ganz, obgleich die hinteren processus secundarii bei allen Gadoiden oben, zum Theil auch unten ganz deutlich sind. — Deutliche processus secundarii anteriores inferiores finden sich an den Schwanzwirbeln von *Mormyrus dorsalis* und *Scrophicephalus longipennis*, bei letzterem zugleich mit doppelten processus superiores posteriores, wiewohl alle nur an den Wirbeln mit synostotischen Bogenstücken.

Ein eigenthümliches Verhältniss findet sich ferner bei einigen Siluriden. Bei *Synodontis arabi* nämlich entwickeln sich aus den oberen Dornen, etwa vom 16. Wirbel an, hintere absteigende Fortsätze, welche beträchtlich höher stehen, als alle schiefen Fortsätze und sich bei *Bagrus Docmae* mit den hinteren processus secundarii desselben Wirbels synostotisch verbinden, so dass die oberen Dornen des 13.—14. Wirbels an der Basis ein Loch zu haben scheinen. Aehnliche durchbohrte und zweischenklige Dornen, welche durch Synostose mit den processus secundarii entstanden sind, finden sich bei *Bagrus auratus* auch an den unteren Dornen der Lendenwirbel, und vielleicht sind auch die durchbohrten Querfortsätze bei *Caranx*, *Vomer* und *Alosa* auf diese Weise zu deuten.

---

### III. Ueber eigenthümliche Anhänge der Fischwirbel.

Mit Taf. XIX. Fig. 3, 6, 7, 8, 11.

Die Anhänge der Fischwirbel sind von verschiedener Art.

*J. Fr. Meckel* (System der vergleichenden Anatomie II. S. 244) unterscheidet bekanntlich obere und untere Rippen, von welchen die letztern gewöhnlicher seien, meistens stärker entwickelt und auch da vorkommen, wo erstere fehlen, während diese nie ohne sie vorkommen. Beide vereinigt fanden sich bei *Salmo*, *Esox* und vielen anderen Fischen; bei den Clupeen finde sich ausser den genannten noch eine dritte oberste, von den übrigen durch die ganze Höhe der Wirbelkörper getrennte Ordnung. Auch an Schwanzwirbeln finden sich (obere) Rippen. Die oberen Rippen sitzen gewöhnlich am Körper, die unteren an den Fortsätzen (Querfortsätzen), doch wird die Verbindung der ersteren bisweilen nur durch lange, dünne Sehnenfäden vermittelt. Bei einigen Fischen (*Taenionotus*, *Polypterus*) sind die oberen Rippen stärker, bei anderen ist der Unterschied gering (*Pleuronectes*, *Gadus*) u. s. w. Aus der ganzen Beschreibung geht hervor, dass *Meckel* zwischen Rippen und Fleischgräthen keinen Unterschied macht.

Auch *Cuvier* (*Histoire naturelle des poissons* I. p. 362) erwähnt nur die mittlere Reihe als stiletförmige Anhänge (no. 73) der Rippen von *Perca* und bemerkt, dass sich zuweilen auch oberhalb der Rippen solche Gebilde finden, welche von den Wirbelkörpern ausgehen und ins Fleisch dringen. Beim Häring sei das ganze Fleisch von feinen Gräthen wie von Haaren durchsetzt.

*J. Müller* (*Myxinoiden* I. S. 98) unterschied genauer Rippen und Fleischgräthen und wies nach, dass die oberen Rippen *Meckel's* diesen Namen nicht verdienen. Derselben Ansicht sind *Agassiz* (*Poissons fossiles* p. 991), *Stannius* (*Lehrbuch der vergleichenden Anatomie* 4. Aufl. S. 14) und *Brühl* (*Anfangsgründe* S. 161). *Owen* (*lectures on vertebrate animals* p. 66) unterscheidet beim Häring drei Reihen von »diverging appendages« oder »epipleural spines«, welche von den Rippen selbst, von den Querfortsätzen (parapophyses) und oberen Bogenstücken (neurapophyses) ausgehen<sup>1)</sup>. Ebenso *Brühl* (a. a. O. S. 161), welcher zugleich

<sup>1)</sup> Beschrieben und abgebildet in der »Medizinischen Zoologie« von *Brandt* und *Ratzeburg*. II. Taf. VIII. B.

als Regel aufstellt, dass die oberen Fleischgräthen der Fische von vorn nach hinten aufsteigende Anheftungspunkte haben, und zwar vom untersten Wirbelumfange (den Querfortsätzen) bis zum unteren Theil der oberen Bogenschenkel; während die unteren Fleischgräthen an den Rippen sitzen; ferner gehe die Richtung immer nach hinten, und zwar theils aufwärts, theils abwärts.

Eine specielle Untersuchung über diese Theile des Fischeskelets hat meines Wissens noch Niemand angestellt, was sich, neben andern naheliegenden Gründen, wohl hauptsächlich aus der anscheinenden Regellosigkeit ihres Vorkommens erklären dürfte. — Bei meinen Untersuchungen über das Verhältniss des primären und secundären Skelets sind mir jedoch einige Thatsachen aufgestossen, welche diesen Gebilden ein erhöhtes Interesse geben und mich zu einer genaueren Prüfung veranlasst haben, die zwar in systematischer Beziehung nichts weniger als erschöpfend ist, aber hinreichte, um mich von der grossen und einfachen Gesetzmässigkeit zu überzeugen, die auch in diesem Gebiete herrscht. Da zu diesen Untersuchungen nur frische Fische benutzt werden konnten, wenn sichere Resultate erzielt werden sollten, beschränke ich mich auf Beschreibung der Haupttypen, wornach es künftig leicht sein wird, sich bei den einzelnen Gattungen zurecht zu finden.

Es finden sich im Ganzen drei Reihen von Fleischgräthen, d. h. knöchernen, rippenartigen Anhängen der Fischwirbel, welche neben den eigentlichen Rippen vorhanden sind, eine obere, mittlere und untere. Sie verlaufen sämmtlich in den Ligamenta intermuscularia, und sind selbstständige Gebilde, welche in der Regel mit den Wirbeln durch sehnige Fäden in Verbindung stehen, die auch in vielen Fällen vorhanden sind, wo die Gräthen fehlen oder aufhören, namentlich im hinteren Abschnitt der Wirbelsäule vieler gräthenreicher Fische. In manchen Fällen scheint dieser sehnige Verbindungsfaden zu verknöchern und es erfolgt eine Synostose zwischen Gräthe und einzelnen Wirbeltheilen; doch habe ich dies nur an der oberen und mittleren Reihe beobachtet, während die untere immer lose im Fleische liegt und entfernter vom Wirbel bleibt.

Die obere Reihe befestigt sich, wo sie vorkommt, stets an der Basis der oberen Bogenstücke und nicht selten an besonderen Fortsätzen (oberen Querfortsätzen), wo deren vorhanden sind. Sie nehmen meistens von vorn nach hinten an Länge ab und beginnen, so weit meine Erfahrung reicht, schon am ersten Wirbel, auch wenn derselbe keine Rippe trägt, wie dies bei den meisten Fischen der Fall ist. Die Wirbelreihe, an der sie sich befestigen, ist von verschiedener Ausdehnung, sie können sich bis zu den letzten Schwanzwirbeln erstrecken (Cyprinen), aber auch schon an den Rückenwirbeln aufhören (Salmo); sie sind synostotisch mit den vier ersten Wirbeln verbunden bei *Esox*, ausnahmsweise auch an einzelnen Rückenwirbeln beim Lachs. Sie wer-



den in den letzteren Fällen mit den ablösbaren Bogenstücken entfernt. Sie sind bald einfach, bald zweischenklig oder selbst gefiedert. Ihre Richtung geht stets aufwärts und auswärts nach hinten.

Die mittlere Reihe (*Meckel's* obere Rippen) befestigt sich vorn gewöhnlich an den Rippen und zwar entweder an ihrem Capitulum, so dass es scheint, als sässen beide an den unteren Querfortsätzen, oder an der Krümmung der Rippe weiter abwärts. Im letzteren Falle rücken sie nach hinten immer weiter herauf, gelangen schliesslich auf die Querfortsätze (unteren Bogenstücke) und selbst auf den Wirbelkörper. Im letzten Falle folgen sie der Richtung der mittleren Querfortsätze, welche Bestandtheile der Wirbelkörper sind und sich in der Lendengegend aus dem Rand der Alveole für die ablösbaren unteren Bogenstücke entwickeln, wie im vorigen Aufsatze gezeigt wurde. Es ist jedoch selten, dass sie sich so weit nach hinten erstrecken, gewöhnlich enden sie an oder mit den Rippen und erstrecken sich nicht immer über alle rippentragenden Wirbelsegmente. Dagegen finden sie sich bei *Esox* an den vier vordersten Wirbeln, welche keine Rippen tragen, und zwar gleich den oberen Gräthen synostotisch mit den ablösbaren unteren Bogenstücken verbunden. Ihre Richtung geht horizontal nach hinten und aussen, in der Regel jedoch mit einer mehr oder minder deutlichen Krümmung nach aufwärts, wodurch sie sich von den Rippen, mit denen sie oft von gleicher Stärke oder sogar stärker sind, unterscheiden. Ausserdem liegen sie immer in dem Septum intermusculare laterale (transversum) und tragen nicht zur Umgürtung der Bauchhöhle bei. Häufig sind sie auch mit den entsprechenden Rippen weithin synostotisch verbunden, z. B. beim Häring.

Die untere Reihe, welche am seltensten vorkommt, wiederholt im Allgemeinen, namentlich an der Schwanzwirbelsäule, genau die obere Reihe und trägt dadurch zur Symmetrie der oberen und unteren Körperhälfte bei, steht aber in der Rückengegend in keiner näheren Verbindung mit den Wirbeln, sondern liegt hier lose in den Ligamenta intermuscularia nach aussen von den Rippen. Sie finden sich an der ganzen Wirbelsäule bei den Clupeen, wo ihre Unterscheidung von den Rippen leicht ist, während am Schwanztheil der Wirbelsäule bei den Cyprinen, wo sie sich den Rippen hinten anzuschliessen und die Reihe derselben fortzusetzen scheinen, eine Verwechslung mit denselben eher möglich ist. Den Salmonen fehlt sie.

Die histologische Untersuchung ergibt, dass alle im Fleische liegenden Gräthen dem secundären Skelet angehören und keine Spur von Knorpel oder primordialer Verknöcherung enthalten. Sie entsprechen mithin den Sehnenknochen der Vögel und sind auf keinen Fall als integrirende und wesentliche Bestandtheile des Wirbelsystems aufzufassen, sondern der Muskulatur angehörig. Die Rippen dagegen sind durchweg Bestandtheile des Primordialskelets und

enthalten fast immer deutliche Reste der primordialen Verknöcherung oder selbst knorpelige Theile, ja wahre Rippenknorpel (bei *Salmo*). So erweist sich der histologische und embryologische Charakter parallel dem morphologischen und selbst dem physiologischen, und von einer Zusammenstellung der Fleischgräthen mit den Rippen kann daher keine Rede mehr sein; ja ihre Verbindung mit den Rippen erweist sich als ganz zufällig und fast als Ausnahme, da sie weder darauf beschränkt sind, noch überall mit den Rippen zusammen vorkommen.

In Bezug auf die Verbreitung bei den Knochenfischen (auf welche das Vorkommen der Fleischgräthen beschränkt zu sein scheint) finden sich am häufigsten die oberen, seltener die mittleren, am seltensten die unteren Gräthen. Im Einzelnen weichen meine Erfahrungen von den Angaben *Meckel's* sehr ab, da er die verschiedenen Reihen nicht unterscheidet und die untere gar nicht gekannt hat. Alle drei finden sich bei den Clupeen, die obere und mittlere bei *Thymallus* und *Esox*, die obere und untere bei den Cyprinen; die mittlere allein bei *Perca* und *Gadus*, die obere allein bei *Salmo*. Keine einzige dieser That-sachen stimmt zu den Angaben von *Meckel*, so dass in zoologischer Beziehung eine umfassende Revision geboten ist, welche, wenn sie nicht an trocknen Skeleten mit aufgeklebten Gräthen, sondern an frischen Fischen vorgenommen wird, wie das Beispiel von *Salmo* und *Thymallus* zeigt, gewiss sehr schätzbare Gattungscharaktere liefern wird.

Es finden sich endlich auch Gebilde, welche mehr als die »oberen Rippen« *Meckel's* den Namen *Nebenrippen* verdienen, und wie diese dem Primordialskelet angehören. Diese bisher ganz übersehenen Gebilde, welche an allen Rumpfwirbeln von *Salmo* und *Clupea* vorkommen, bestehen in theils einfachen, theils complicirteren Knorpelgebilden, welche in den Ligamenta inter-muscularia gleich den Fleischgräthen ihre Lage haben, bei *Clupea* und *Thymallus* neben der mittleren Gräthenreihe vorkommen und bei *Salmo* sogar eine rippenartige Gestalt haben, auch mit den unteren Bogenstücken in einem gewissen Zusammenhang stehen und unten näher beschrieben werden sollen.

Nach dieser Aufzählung der von mir beobachteten Wirbelanhänge der Fische lasse ich die specielle Beschreibung einiger Hauptrepräsentanten folgen, welche in jeder Beziehung als Muster dienen können, bis eine umfassende Revision der *Meckel's*chen Angabe möglich sein wird.

*Salmo salar* hat nach dem von mir beschriebenen Exemplar 59 vollständige Wirbel, wozu noch ein körperloser erster Halswirbel (überzähliges Occipitalelement nach *Brühl*) kommt. Von diesen 59 Wirbelkörpern sind die beiden ersten rippenlos (Halswirbel), die folgenden 33 Rumpfwirbel tragen ebenso viele Rippenpaare, an welche sich die 24 Schwanzwirbel mit oberen und unteren Dornen unmittelbar anschliessen. Es kommt eine obere Gräthenreihe von 33 Paaren vor, welche aber an den

33 ersten Wirbeln (mit Einschluss der Halswirbel) befestigt sind, also sich nicht über alle Rumpfwirbel erstrecken. Von diesen 33 Gräthenpaaren ist das zweite das stärkste, die folgenden nehmen allmählig ab, so dass die letzten nur kurze Stümpfe bilden, welche sich jedoch in sehnige Anhänge fortsetzen. Die 26 ersten Paare sitzen an den Querfortsätzen der ablösbaren oberen Bogenstücke (Fig. 3), die übrigen 7 Paare an der Verbindungsstelle der folgenden synostotischen Bogenstücke mit den Wirbelkörpern.

Mittlere und untere Gräthen fehlen, wohl aber finden sich knorpelige, rippenartige Gebilde, welche nach Art der mittleren Gräthenreihe in den Septa intermuscularia in der Gegend der seitlichen Längsfurche verlaufen und durch sehnige Fäden mit den unteren Bogenstücken in Verbindung stehen (Fig. 3C). Das Vorkommen dieser sonderbaren Gebilde war mir besonders deshalb interessant, weil sie nach Lage und Verbindung den sonst an dieser Stelle vorkommenden Fleischgräthen zu entsprechen und also eine Homologie zwischen primordiales und secundären Skelettheilen zu begründen schienen, wovon mir sonst nichts bekannt war; bis ich mich überzeugte, dass sie bei *Thymallus rexillifer* neben den wahren Fleischgräthen vorkommen, welche sich bei dieser Gattung, wie schon *Agassiz* angegeben, an den vordersten Rückenwirbeln finden, bei *Salmo* aber fehlen. Das Verhältniss ist hier so, dass die secundäre Gräthe synostotisch mit den Wirbelkörpern verbunden ist, sich horizontal in der Mittelfurche nach hinten erstreckt und dass sich gegen das Ende derselben ein selbstständiger Knorpelstreif an sie anlegt, wiewohl durch sein Perichondrium durchaus geschieden bleibt. Dieser Knorpelstreif entspricht ganz dem bei *Salar* allein vorkommenden, hat eine im Ganzen cylindrische Gestalt mit dünneren Enden, verläuft eine gute Strecke in seinem Septum intermusculare horizontal nach hinten und zeigt gegen sein Ende eine geringe Andeutung einer gabeligen Theilung, wovon bei *Salar* nichts zu sehen ist. Sie finden sich auch bei der Aesche an den hinteren Rückenwirbeln, welche keine Gräthen mehr tragen und erweisen sich dadurch als selbstständige Skelettheile, deren Bedeutung freilich ganz unklar ist. Nie habe ich darin eine Spur von Verknöcherung gesehen. Ausserdem besitzt *Thymallus* die obere Gräthenreihe wie *Salar*.

Bei der gemeinen Forelle finden sich 30 Rippenpaare am 3. bis 33. Wirbel und 27 Gräthenpaare, an den ersten 27 Wirbeldörnen. Also dasselbe Verhältniss, abgesehen von der abweichenden Wirbelzahl, wie beim Lachs. Mittlere Gräthen fehlen, nicht aber die knorpeligen Nebenrippen, obgleich sie der Grösse der Thiere entsprechend kleiner und schwerer aufzufinden sind als beim Lachs<sup>1)</sup>.

1) Kein früherer Schriftsteller erwähnt dieser seltsamen Gebilde. Doch erlaube ich mir die Frage aufzuwerfen, ob vielleicht ein solcher Knorpel, aus seiner natür-

*Esox lucius.*

Bei 4 Exemplaren von verschiedener Grösse fand ich, übereinstimmend mit *Cuvier* 64 Wirbelkörper, nämlich 4 Halswirbel, zu denen sich ein isolirtes oberes Bogenstück zwischen erstem Wirbelkörper und Hinterhaupt gesellt, 36 Rückenwirbel mit freien oberen und unteren Bogenstücken, 2 Lendenwirbel mit synostotischen Bogenstücken, 37 Rippenpaare, wovon eins noch am ersten Lendenwirbel seinen Sitz hat, und 19 Schwanzwirbel, von denen die 5—6 vorletzten mit freien Dornen versehen sind. Ein einziges sehr grosses Exemplar hatte 37 Rückenwirbel und 38 Rippenpaare, im Ganzen also 62 Wirbel.

Es finden sich drei Reihen Gräthen, obere und mittlere, welche an den 4 ersten Wirbeln synostotisch mit den Bogenstücken verbunden sind (Fig. 6), und dann noch 43 Paare, welche an den oberen Bogen befestigt sind und sich an die synostotischen Gräthen der 4 ersten Wirbel anschliessen (Fig. 7, 8). Sie sind sehr dünn und lang, cylindrisch und mit Ausnahme der 9 letzten, welche beträchtlich kürzer und schwach gebogen sind, zweischenklig, d. h. es geht von dem im Ligamentum intermusculare liegenden Hauptschenkel unter spitzem Winkel ein kürzerer Nebenschenkel nach innen und abwärts, welcher sich mittelst einer ziemlich langen Sehne an der Basis der oberen Bogenstücke befestigt. Die Lage und Richtung weicht daher von der der einfachen Gräthen des Lachses etwas ab, da der Hauptschenkel nicht radiär von der Wirbelsäule ausgeht, sondern den Dornen mehr parallel läuft; oder vielmehr, der innere Schenkel ist die Fortsetzung des Hauptschenkels, welcher sich mit demselben unter einem stumpfen Winkel verbindet, wie man an den hinteren einfachen Gräthen sieht. Es entspricht daher diese Gräthenform denen der oberen Reihe beim Lachse, was auch daraus hervorgeht, dass die vier ersten einfachen Gräthen synostotisch mit den entsprechenden Bogenstücken verbunden sind, und dass das nächstfolgende erste freie Paar zuweilen ungespalten ist. — Sehr merkwürdig ist es, dass die mittlere Reihe sich nur an den 4 rippenlosen Halswirbeln findet und da aufhört, wo die Rippen anfangen; ja es scheint, dass sie von manchen Schriftstellern für die Rippen dieser Wirbel gehalten worden sind. Abgesehen von der ganz andern Lage, in der mittleren Längsfurche, zwischen der oberen und unteren Hälfte des Seitenmuskels, unterscheiden sie sich jedoch von den cylindrischen, stumpfendigen Rippen, welche alle, mit Ausnahme des letzten, noch ziemlich starken Paares, gelenkig an den Bogenstücken befestigt sind, durch ihre platte, breite Form und scharfe Spitze. Sie enthalten ausserdem keine Spur von Knorpel oder primordialer Verknöcherung, während die Rippen nicht nur im Innern, sondern auch

---

lichen Lage gebracht und zufällig aufgefunden, das Verbindungsstück gewesen sein möge, welches *Otto* (Zeitschrift für Physiologie von *Tiedemann* und *Treviranus* II. 1827. S. 304) zwischen der Bauchflosse und den Rippen gefunden haben wollte und das nach ihm Niemand wiedergefunden hat?

an den peripherischen Enden deutliche Knorpelspuren zeigen. Die Folge davon ist, dass die Rippen an trockenen Skeleten durch Einschrumpfen beträchtlich von ihrer Gestalt und Dicke einbüßen und ein knotiges Ansehen erhalten, was man an den vollkommen knöchernen Gräthen nicht wahrnimmt. Aus demselben Grunde erscheinen die primordialen Rippen im trockenen Zustande weiss, die Gräthen aber durchscheinend, ein Charakter, der die primordialen Knochen des Hechtes überhaupt von den Deckknochen und einseitigen Auflagerungen (wo diese nicht eine grössere Dicke haben) unterscheidet. — Untere Gräthen fehlen dem Hechte nicht ganz, sind aber sehr schwach entwickelt. Es finden sich nämlich 9—10 einfache, kurze, winklig gebogene Gräthen, denen der oberen Reihe ähnlich, frei in den Intermuskularsepta liegend, welche sich den Rückenwirbeln anschliessen, und den Rippen daher ganz unähnlich.

#### *Chondrostoma nasus.*

Die Zahl der Wirbel schwankt von 47—49, wobei die Halswirbel zu vieren gezählt sind, da der bei andern Cyprinen sonst einfache, mittlere, lange Halswirbel hier deutlich aus zwei gesonderten Wirbelkörpern besteht<sup>1)</sup>. Es finden sich ausserdem 20—21 rippentragende Rückenwirbel mit ablösbaren unteren Bogenstücken, von denen jedoch das letzte Paar nur auf einer Seite eine entwickelte Rippe, oft nur ein Rippenrudiment trägt. Darauf folgen 3 Lendenwirbel mit synostotischen Querfortsätzen, welche sich stark abwärts neigen und an den beiden letzten brückenartig verbunden sind. Ihnen entsprechen zwei Paare kurzer frei liegender und sehr dünner, mit den Querfortsätzen in keiner Verbindung stehender Rippen. Schwanzwirbel mit synostotischen oberen und unteren Dornen sind 20—21, an deren erstem das Auftreten eines synostotischen unteren Dornstücks unverkennbar ist, und der in einem Falle einen durch eine Querbrücke in zwei Abtheilungen für Arterie und Vene getheilten Gefässcanal besass. Den Schluss machen 2 Wirbel mit freien unteren Bogenstücken, deren der letzte zwei besitzt.

Es finden sich zwei Reihen von Gräthen, obere und untere. Die oberen finden sich an allen oberen Dornen, mit Ausnahme des letzten Wirbels. Von denselben sind die ersten und letzten die kürzesten, die mittleren die längsten. Alle haben eine ziemlich starke Biegung nach aussen, mit Ausnahme der hintersten, welche fast gerade sind. Die erste, kürzeste ist etwas geknickt und am äussern Ende gekerbt, die drei folgenden an den beiden Enden eingeschnitten, die 33 folgenden zweischenklig, indem ein innerer, kürzerer und schwächerer Schenkel unter einem spitzen Winkel abgeht, um sich sehnig an die oberen Bogenstücke anzuheften. An der Richtung dieses Schenkels in Verbindung mit der Krümmung der Gräthen nach aussen kann man obere und untere Gräthen unterscheiden. Der innere Schenkel nimmt nach hinten an Länge ab und

1) Würzburger naturwissensch. Zeitschr. III. S. 89.

ist an der 37.—38. Gräthe nur ganz schwach angedeutet. Die folgenden Gräthen sind einfach, aber wie die zweischenkligen am oberen und unteren Ende mehrfach eingeschnitten, ja fiederspaltig, besonders oben; die vier letzten unten zugespitzt und am oberen Ende fächerartig ausgebreitet, dabei immer mehr nach hinten gerichtet. In der Stärke ist kein grosser Unterschied, doch sind die hinteren graden im Ganzen stärker.

Die untere Reihe findet sich nur an den Schwanzwirbeln, mit Ausnahme des letzten. Sie wiederholen im Ganzen die Form und Anordnung der oberen Gräthen, denen sie jedoch an Länge und Stärke nachstehen, — die erste ist einfach und geknickt, die übrigen zweischenklig, so weit dies die oberen sind, einfach an den hinteren Schwanzwirbeln. Nur die 3 letzten der zweischenkligen Gräthen und die einfachen sind an den Enden gespalten und fiederspaltig, die vorderen einfach zugespitzt. Die letzte ist die kürzeste von allen Gräthen des Fisches, einfach, grade, fast horizontal nach hinten gerichtet und am hinteren Ende eigenthümlich fächerartig ausgebreitet.

Mittlere Gräthen fehlen völlig.

Derselbe Typus findet sich mit grosser Consequenz bei allen Cyprinen durchgeführt, die ich untersuchen konnte, namentlich bei *Carpio*, *Brama*, *Leuciscus*, *Tinca* und *Barbus*, und lässt sich kurz folgendermassen ausdrücken: Es finden sich obere und untere Gräthen, so weit als obere und untere Dornen, und fehlen so weit untere Querfortsätze vorhanden sind. Doch kommen die Gräthen der letzten Schwanzwirbel nicht immer zur Entwicklung. So finden sich z. B. beim Döbel (*Leuciscus Dobula*), der 4 Halswirbel, 18 Rückenwirbel mit ablösbaren unteren Bogenstücken und achtten Rippen, 4 Lendenwirbel mit 2 Paar freien Rippen und zwei Brückendornen, und 18 Schwanzwirbel hat, 40 obere und 16 untere Gräthenpaare, im Ganzen 56, bei 44 Wirbeln und 62 Wirbeldornen. Beim Barben, welcher 3 Halswirbel, 15 Rückenwirbel mit ablösbaren Bogenstücken, 7—8 Lendenwirbel mit 1 Paar freier Rippen und 2 Brückendornen und 21 Schwanzwirbel, im Ganzen 46—47 Wirbel und 66 Wirbeldornen besitzt, finden sich 52 Gräthenpaare, 35 gespaltene, 15 einfache und 2 ganz kurze gerade, so dass fast ein Drittheil der Schwanzwirbel gräthenlos ist.

Beim Karpfen, wo ich 3 Halswirbel, 10 Rückenwirbel, 6 Lendenwirbel mit 2 Brückendornen und 17 Schwanzwirbel, zusammen 36 Wirbel zähle, finde ich oben 29, unten 16, im Ganzen 45 Gräthenpaare.

Bei *Brama*, mit 3 Halswirbeln, 16—18 Rumpfwirbeln und 29 Schwanzwirbeln, im Ganzen 43—45 Wirbeln finden sich 61—64 Gräthenpaare (41 obere und 23 untere).

*Tinca* mit 40 Wirbeln, worunter 3 Halswirbel, 15 Rückenwirbel und 17 Schwanzwirbel, hat oben 32, unten 15 Gräthenpaare.

In allen Fällen, wo die Zahl der Gräthenpaare die Zahl der oberen und unteren Wirbeldornen nicht erreicht, ge-

schiebt dies daher auf Kosten der hintersten Schwanzwirbel und namentlich ihrer oberen Gräthenreihe. Dieselbe beginnt aber stets am 4. Halswirbel, die untere am 4. Schwanzwirbel. Von den untersuchten Fischen hat *Barbus* die wenigsten, *Chondrostoma* die meisten Gräthenpaare, nämlich so viele als Wirbeldornen — 4 (letzter Schwanzwirbel).

*Alosa vulgaris.*

Die Zahl der Wirbel ist 56—57, indem ich bei einem Exemplar einen Schwanzwirbel mehr fand (während bei den Cyprinen der überzählige Wirbel meistens ein Rumpfwirbel ist). Zwei derselben können als Halswirbel betrachtet werden, da sie keine Rippen tragen und keine deutlichen unteren Bogenstücke erkennen lassen. Nur der erste besitzt einen nach hinten gerichteten unteren Fortsatz, welcher länger und breiter ist, als ein gewöhnlicher Querfortsatz und daher wahrscheinlich ein Gräthenrudiment mit enthält. Die oberen Bogenstücke sind frei und tragen synostotische Gräthenpaare, der zweite Halswirbel ausserdem noch ein sehr langes und starkes mittleres Gräthenpaar, welches synostotisch mit dem Wirbelkörper verbunden ist. Dazu gesellt sich ein zwischen Hinterhaupt und erstem Halswirbel gelegenes überzähliges oberes Bogenstück, welches keine Anhänge trägt. Die 46 folgenden Wirbel haben oben und unten freie Bogenstücke und gespaltene obere Dornen. Daran schliessen sich 10 Wirbel mit brückenartig verbundenen unteren Bogenstücken und gespaltene oberen Dornen, von denen die vier ersten auch noch freie obere Bogenstücke haben; ferner 6 Wirbel mit synostotischen Bogenstücken und einfachen oberen und unteren Dornen, welche von den folgenden Schwanzwirbeln nur durch den Mangel eines besonderen untern Dornstückes verschieden sind, welches am 4. Schwanzwirbel hinzutritt und eine Strecke weit synostotisch mit den dornförmigen untern Bogenstücken verbunden ist, an den folgenden aber völlig mit denselben verschmilzt. Nur der letzte Schwanzwirbel trägt ein freies unteres Bogenstück, welches als Verschmelzungsproduct mit Flossenträgern zu betrachten ist.

Es finden sich 34 Rippenpaare vom 3.—33. Wirbel, von denen die letzten Paare nur lose am Fleische liegen und mit den Wirbeln in keiner Verbindung sind.

Obere Gräthen finden sich längs der ganzen Wirbelsäule in grösserer Zahl als Wirbel vorhanden sind, da sie am Schwanzende sich vermehren, nämlich 64—64 Paare. Davon sind die 49 ersten synostotisch mit den betreffenden Bogenstücken verbunden, und einfach, die 2 folgenden Paare ebenfalls einfach und in besonderen Grübchen der 2 letzten freien Bogenstücke in der Gegend der oberen Querfortsätze befestigt; die Paare sind meistens zweischenklig, indem sich aus einer Spaltung des unteren Endes nach und nach ein innerer Schenkel entwickelt, der bis in die Hälfte der Gräthe heraufrückt,

dann aber an Länge abnimmt und an den hintersten Gräthen wieder verschwindet. Die 10 letzten sind gerade und zwar die 4 letzten wieder einfach und nur am unteren Ende gefiedert.

Von den 50 unteren Gräthenpaaren liegen die beiden ersten in den Septa intermuscularia der beiden Halswirbel, die folgenden nach aussen über den Rippen, die hintersten nach aussen von den unteren Dornen. Dieselben zeichnen sich aus durch ihre starke Biegung nach aussen, indem sie von der Gegend des Rippenhalses beginnend erst eine starke Biegung nach aussen, dann nach abwärts und einwärts machen und unten mit den Sternalschuppen zusammenstossen. Die 12 ersten sind einfach, an der Umbiegungsstelle der 13. aber beginnt sich die Gräthe erst nach abwärts, an der 17. auch nach aufwärts zu spalten; die 20. ist blos oben gegabelt, die 21. dreifach gespalten, worauf sich aus der innersten Gabel erst ein innerer Schenkel entwickelt, der wie an den oberen Gräthen, bis zur Mitte herabrückt, und dann allmählig kürzer wird, um gegen das 42. Paar hin ganz zu verschwinden, worauf noch 9—10 einfache, am oberen Ende gefiederte Paare folgen.

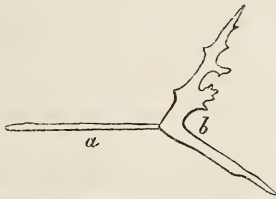
Auch die Sternalschuppen der Clupeen gehören dem secundären Skelet an und stehen nicht mit den Rippen, sondern mit den Gräthen in Verbindung. Sie beginnen vorn als gekielte schuppenartige Blättchen, die weiterhin zwei seitliche Dornen zur Verbindung mit den unteren Gräthen in den Ligamenta intermuscularia nach vorn und aufwärts schicken, welche nur am 22. Stück, wo die Bauchflosse hindurchtritt, fehlen. Indem sie oben den Gräthen der unteren Reihe begegnen und sich sehnig mit denselben verbinden, bilden sie eine Reihe knöcherner Gürtel, welche auf den Muskeln liegen, sehr fest sind und dem Körper der Clupeen eine besondere Steifheit und Derbheit verleihen. Die grösste Schuppe befindet sich unmittelbar vor der Bauchflosse mit drei zackigen Seitenschenkeln, während die hinter der Bauchflosse bis zum After gelegene Reihe wieder allmählig an Grösse abnimmt. Dieselben können nicht zu den Hautschuppen gezählt werden, denn wenn sie auch zwischen denselben an der Bauchseite zu Tage treten, so verlaufen doch ihre Seitenschenkel unter denselben (in den Septa intermuscularia) aufwärts. Sie sind also entschiedene Deckknochen, welche wohl als secundäres Brustbein betrachtet werden können. Ihre Zahl beträgt bei der Alse 37 Stücke, von denen 21 vor, 15 hinter der Brustflosse und 1 unter derselben liegt.

Von den Gräthen der mittleren Reihe, welche nur bis zum 36. Wirbel reichen, sind die 2 ersten mit dem Halswirbelkörper, die folgenden 14 mit dem Rippenköpfchen synostotisch verbunden und noch 20 freie Paare vorhanden, welche zum Theil an den Schwanzwirbeln befestigt sind und allmählig auf die mittlere Leiste des Wirbelkörpers herauf-rücken. Alle mittleren Gräthen sind einfach und dabei stärker und gerader, als die der oberen und unteren Reihe, auch kürzer. Mit ihnen stehen



die knorpligen Wirbelanhänge in Verbindung, welche sich vom 4.—30. Wirbel erstrecken und bei den Clupeen eine ganz besondere Entwicklung erreichen.

Dieselben liegen viel oberflächlicher als die Gräthen, unmittelbar unter der äusseren Haut, nehmen nach hinten an Stärke ab und verlieren sich am Ende der Bauchwirbelreihe. Sie bestehen bei der Alse aus zwei Schenkeln, die vorn unter einem nahezu rechten Winkel zusammenstossen und sich von der Mittellinie aus in den Ligamenta intermuscularia nach auf- und abwärts erstrecken. Es sind beträchtliche Knorpelstücke und an der inneren Seite der Schenkel mit franzenartigen Anhängen versehen, welche nach hinten in die Muskelscheidewände ausstrahlen und in das fibröse Gewebe continuirlich übergehen. Auf der inneren Fläche haben sie eine mittlere Längsrinne, in welche sich das Ende der Gräthe einlegt, an welcher sie daher wie aufgespiesst erscheinen. Die genauere Untersuchung zeigt, dass sie gleichwohl von den secundären Stücken durch Perichondrium getrennt sind und dass diese innige Verbindung eine Folge des Wachsthums der Theile ist, aber keine Verschmelzung genannt werden kann. Niemals habe ich in diesen Knorpeln Verknöcherung bemerkt.



a Gräthe.  
b Knorpel.  
(nat. Gr.)

Dass sie den einfachen knorpeligen Streifen bei *Salmo* (Fig. 3) entsprechen, dürfte wohl, mit Rücksicht auf das Verhältniss bei *Thymallus* nicht zu bezweifeln sein. Dagegen lässt die eigenthümliche, zweischenkliche Form bei *Clupea* kaum einen Vergleich mit den Rippen der höheren Thiere zu, an welche man ihrer primordialen Natur wegen sonst hätte denken können. Sie müssen daher wohl als eigenthümliche Anhänge der Fischwirbel angesehen werden, deren Verbreitung in dieser Classe noch weiter festzustellen ist, wo sich vielleicht auch über ihre wahre Natur noch etwas Näheres herausstellt. Für einstweilen scheint mir die Bezeichnung *Cartilaginea intermuscularia* am entsprechendsten.

Ausser den sämtlichen hier beschriebenen Gebilden finden sich bei der Alse endlich noch an mehreren Stellen knöchernen Theile, welche als wahre Sehnenknochen zu betrachten sind und gleich den Gräthen regelmässig auf bestimmte Stellen beschränkt sind. Dies ist nach genauerer Nachforschung der Fall in den vorderen Insertionen des *M. lateralis*, namentlich am Schultergürtel, mitten im Fleische und stets in einer gewissen Tiefe; namentlich finden sich 2—4 sehr starke, platte, gräthenartige

Ossificationen mit breit abgestutzten Enden und 2 feinere, cylindrische, mit spitzen Enden in der unteren Hälfte der mittleren Portion (*scalenus Cuvier*), demnach in der Richtung der mittleren Gräthenreihe, zum Theil in Gestalt der synostotischen Gräthe des zweiten Halswirbels sehr ähnlich. Mehrere Bündel kleiner und kurzer Gräthen finden sich in der oberen Portion, welche vom Hinterhaupt ihren Ursprung nimmt, in die Sehenscheide des Muskels eingebettet, ebenfalls von regelmässigem und constantem Vorkommen. Am Rumpfe finden sich solche überzählige Gräthen nicht, wohl aber ist die Vermehrung derselben in der oberen Hälfte des Seitenmuskels in der Schwanzgegend dahin zu rechnen, d. h. es entwickeln sich in den *Septa intermuscularia* hier nicht je eine, sondern mehrere Gräthen, wovon mir ausser den Clupeen kein Beispiel bekannt ist.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass wie bei den Cyprinen, so auch bei *Alosa* die beiden Seiten der Wirbelsäule nicht immer ganz symmetrisch sind, d. h. gewöhnlich findet sich das letzte freie Bogenstück der Rückenwirbel nur auf einer Seite, ja es kommt vor, dass das letzte Rippen- und letzte Gräthenpaar der mittleren Reihe nur auf einer Seite vorhanden ist, so dass man für die gesammten Gräthen und Rippen eine ungerade Zahl erhält. Immer ist eine solche Asymmetrie auf den letzten Wirbel seiner Art beschränkt, der den Uebergang zu einem neuen Abschnitt der Wirbelsäule bildet. Dagegen habe ich synostotische Gräthen in einzelnen Fällen auch mitten in der Reihe getroffen, wie oben ein Beispiel vom Lachse angeführt wurde.

#### *Clupea harengus*.

Der gemeine Häring hat wie *Alosa* 56—57 Wirbel, deren Bau und Vertheilung fast ganz mit derselben übereinstimmt, so dass von Seite der Wirbelsäule zwischen beiden Fischen kaum ein nennenswerther Unterschied zu finden ist. Es finden sich 2 Halswirbel nebst dem überzähligen oberen Bogenstück, und 21 Rückenwirbel mit freien Bogenstücken und gespaltenen Dornfortsätzen. Schwer ist es, die Gränze zwischen Lenden- und Schwanzwirbeln zu bestimmen, da das Auftreten der unteren Dornstücke nicht so deutlich ist, wie bei *Alosa*, auch hindert die Kleinheit der Theile eine genauere Prüfung. Vom 24. Wirbel an finden sich wie bei *Alosa* noch 3 freie obere Bogenstücke, 6 gespaltene obere Dornen und 10 untere Brückendornen, von denen der letzte schon als einfacher Dorn betrachtet werden kann, obgleich die Zusammensetzung aus zwei Seitenhälften deutlich ist. Vom 35. Wirbel an nehmen die unteren Dornen auffallend an Länge zu und hier scheint die Schwanzwirbelsäule zu beginnen. Somit wäre das Verhältniss ganz wie bei *Alosa*. Es sind 30 Rippenpaare vorhanden, von welchen 21 mit synostotischen Gräthen versehen sind. Auch besitzt der erste Halswirbel den synostotischen Querfortsatz, der zweite die synostotische mittlere Gräthe wie *Alosa*. Obere synostotische Gräthen finden sich an den 21 ersten Wirbeln, freie

Gräthen an den folgenden 18 Wirbeln. Ebenso weit scheinen die unteren Gräthen zu reichen, deren ich in allem 134 Paare aufgefunden habe, welche Zahl unter der der Alosa bleibt, wo 150—160 Paare vorhanden sind.

Die Cartilagine intermusculares gleichen denen der Alosa ebenfalls ganz, sind jedoch entsprechend kleiner und daher in den Sehenscheiden der Seitenmuskeln schwerer aufzufinden, auch weniger weit nach hinten zu verfolgen, was nur dadurch geschehen kann, dass man die ganze entsprechende Stelle des Ligamentum intermusculare herauspräparirt und bei schwachen Vergrößerungen durchmustert, wobei eine mässige Compression sehr hülfreich ist, da das hyaline Knorpelgewebe sich bestimmter von dem umhüllenden Sehngewebe unterscheidet.

So wünschenswerth es mir gewesen wäre, so war es mir doch nicht möglich andere Clupeen im frischen Zustande zu untersuchen. Namentlich wäre die Untersuchung von Elops interessant, bei welchem sämmtliche obere und untere Bogenstücke von den 67 Wirbelkörpern getrennt sind, und, so weit sich an trockenen Skeleten urtheilen lässt, sehr vollständige Gräthenreihen tragen, die entschieden den Bogenstücken angehören und mit ihnen entfernt werden dürften, — wahrscheinlich der in Bezug auf das Skelet vollständigste und zugleich am regelmässigsten gebaute Fisch!

Gadus Morrhua.

Von 54 Wirbeln sind 2 Halswirbel, 17 tragen Rippen, denen sich 2 rippenlose Lendenwirbel mit langen Querfortsätzen und 33 Schwanzwirbel mit oberen und unteren Dornen anschliessen, welche nur am vorletzten Wirbel vom Körper getrennt sind. Getrennte Bogenstücke finden sich sonst nicht; die unteren Querfortsätze rücken an den vordersten Rückenwirbeln und Halswirbeln bis zur Mitte des Wirbelkörpers herauf und fehlen am 2. Rückenwirbel ganz, wogegen ich bei einem Exemplare auf der rechten Seite zwischen erstem und zweitem Halswirbel einen rudimentären Wirbel, bestehend aus einem halben Facettenrand nebst Querfortsatz eingeschaltet fand. Die Rippen sitzen am hinteren, nach oben ausgehöhlten Rande der Querfortsätze, an den 3 ersten Rückenwirbeln in einer besonderen Grube des Wirbelkörpers selbst und zwar an den beiden ersten über den kurzen Querfortsätzen. Die erste ist die kürzeste und dickste, die folgenden nehmen an Dicke ab und an Länge zu bis zur 11., worauf sie an Länge rasch abnehmen, so dass die letzte etwa halb so lang ist als die erste.

Es finden sich 14 mittlere Gräthenpaare, welche an dem 2.—15. Wirbelsegment befestigt sind, demnach auch am 2. Halswirbel vorkommen, der keine Rippen trägt. Sie gleichen den Rippen sehr und sind ihnen vorn an Stärke gleich, wiewohl im Ganzen länger, schlanker und schöner geformt, und nehmen von vorn nach hinten an Stärke gleich-

mässig ab, daher die erste die stärkste und längste zugleich. Dieselbe sitzt an der Wurzel des oberen Dorns des 2. Halswirbels, der keine Grube für ihre Insertion besitzt, die folgenden an den Rippen und zwar die zweite in der Mitte der ersten Rippe, die folgenden immer weiter heraufrückend, bis die 9. dicht neben dem Rippenköpfchen an die Spitze des Querfortsatzes zu stehen kommt, die 10. auf den Querfortsatz selbst übergeht und die folgenden bis an den Wirbelkörper heranrücken. Die beiden letzten sind sehr kurz und locker befestigt, während die übrigen etwas fester sitzen, wiewohl auch leicht abfallen.

Im getrockneten Zustand unterscheiden sich die Gräthen von den Rippen, denen sie sonst sehr ähnlich sind, dadurch, dass letztere durch Einschrumpfen ein knotiges und geschlängeltes Ansehen bekommen, erstere aber ihre Form behalten, also vollständiger ossificirt sind. Auch haben die Rippen zum Theil eine Markröhre, welche den Gräthen fehlt. Im übrigen habe ich an beiden keine Spur von Knorpel oder primordiale Verknöcherung wahrgenommen, mithin beide völlig aus secundärem Knochengewebe gebildet gefunden, so dass also die wahrscheinlich ursprünglich vorhandene primordiale Anlage der Rippen völlig zur Bildung des Markraums verbraucht worden sein muss.

Die Krümmung der Gräthen geht etwas nach hinten und aufwärts, die der Rippen nach aussen und abwärts. Am 10. Wirbel sind beide an Länge gleich, am 11. hat die Gräthe nur  $\frac{2}{3}$  der Länge der zugehörigen Rippe, die letzte Gräthe ungefähr die Hälfte, wornach also die Unterscheidung nicht so schwierig ist.

Obere und untere Gräthen fehlen; auch kann die beschriebene Gräthenreihe nicht als obere angesehen werden, obgleich das erste Paar sehr hoch sitzt, denn auch die unteren Bogenstücke sitzen bei *Gadus* ungewöhnlich hoch; worauf auch das oben erwähnte Vorkommen eines rudimentären überzähligen Querfortsatzes (unteren Bogenstückes) bei einem Exemplar hindeutet, welcher von der oberen Hälfte seines halben Wirbelkörpers entspringt, aber keinen zugehörigen oberen Dorn (oberes Bogenstück) hat. Bemerkenswerth bleibt aber immerhin, dass sowohl Rippen, als Gräthen, an den vordersten Wirbeln über und zum Theil vor den Querfortsätzen ihren Sitz haben, was wohl mit der Verkümmernng und dem theilweisen Fehlen derselben zusammenhängt.

Der Schellfisch (*G. aeglefinus*) unterscheidet sich vom Kabliau nur in unwesentlichen Punkten. Ich zählte 54 Wirbel, nämlich 2 Halswirbel, 17 Rückenwirbel, 2 Lendenwirbel und 33 Schwanzwirbel, von denen der vorletzte getrennte Dornen hat. Nur die erste Rippe sitzt in einer Grube des Wirbelkörpers über dem Querfortsatze, die zweite schon an einem beträchtlichen Querfortsatz. Ausserdem unterscheiden sich die unteren Dornen der beiden ersten Schwanzwirbel von denen des Kabliau, welche einen einfachen Spitzbogen bilden, durch ihre ypsilonförmige Gestalt, welche auf das Auftreten eines synostotischen unteren Dornstücks

hindeutet. Rippen sind 17, Gräthen 11 Paare vorhanden, von denen das erste Gräthenpaar am 2. Halswirbel, das erste Rippenpaar am 4. Rückenwirbel sitzt. Die Gräthen sind fast durchweg um die Hälfte stärker als die Rippen, stark gebogen, sehr spitz und an der Basis abgeplattet. Im Uebrigen ist das Verhältniss wie beim Kabliau.

*Lota vulgaris* hat 56 Wirbel, nämlich 2 Halswirbel, 19 Rückenwirbel, 1 Lendenwirbel und 34 Schwanzwirbel, unterscheidet sich daher von *Gadus* (*morrhua* und *aeglefinus*) dadurch, dass sie 2 Rückenwirbel und 1 Schwanzwirbel mehr hat, während der Bau der Wirbelsäule und das Verhältniss der Wirbelanhänge im Wesentlichen das nämliche ist. Es finden sich nämlich 19 Rippenpaare, von welchen die 4 ersten in besonderen Gruben der Wirbelkörper, die folgenden an Querfortsätzen sitzen, welche vom 6. Wirbel an auftreten; und 18 Gräthenpaare, von welchen die erste am zweiten Halswirbel, die folgenden aber an den Rippenenden befestigt sind, von wo sie allmählig heraufrücken, so dass die beiden letzten auf die Querfortsätze zu stehen kommen. Die Rippen sind hier bedeutend dicker und stärker als die Gräthen, namentlich die 4 ersten, welche gegen das Ende anschwellen und keulenartig geformt, aber stark gekrümmt sind; die 2—3 folgenden sind fast grade und kürzer, die übrigen lang, dünn und gebogen; die Gräthen sämmtlich dünn und lang und daher an den hinteren Rückenwirbeln von den Gräthen kaum zu unterscheiden. — Im Baue der unteren Dornen schliesst sich *Lota* an *Morrhua*, d. h. es findet sich keine Spur von besonderen unteren Dornstücken an den Schwanzwirbeln, ja bei allen untersuchten Exemplaren findet sich eine eigenthümliche Asymmetrie des 4. vorhandenen Lendenwirbels, der auf der rechten Seite einen gewöhnlichen, auf der linken einen sehr langen Querfortsatz trägt, welcher dem folgenden ersten Dorn an Länge nicht nachsteht. Zugleich findet sich allgemein die andere Asymmetrie, dass die Grube an der Basis der Wirbelkörper ungefähr vom 16. Wirbel an vorwärts nach rechts abweicht und vom 12.—14. Rückenwirbel ganz seitlich unter den rechten Querfortsatz zu liegen kommt, was mit dem Verlauf der *Vena caudalis* zusammenhängt, und bei anderen Gadoiden nur schwach angedeutet ist. *Lota* zeichnet sich ausserdem durch häufige Anomalien aus, die stets sehr lehrreich sind. So fand ich bei einem Exemplar, das ich mit I. bezeichnen will, ein überzähliges Rippenpaar am 2. Halswirbel, der mit einem seitlichen Grübchen zur Aufnahme der Rippe versehen war, an welcher sich das erste Gräthenpaar befestigte. Dieser Wirbel war demnach von einem Rückenwirbel nicht verschieden, obgleich sich dieses Halsrippenpaar von den folgenden ächten Rippen durch seine Kürze und Schwächtigkeit sehr unterschied. Bei demselben Exemplar fanden sich am 15. Wirbel auf beiden, am 16. auf der linken Seite Rippen und Gräthen synostotisch verbunden, wie es bei *Clupea* *Regel* ist. Bei einem II. Exemplar

fand sich, wie schon erwähnt, der linke obere Bogenschenkel des 19. Wirbels völlig vom Körper getrennt (Fig. 11); dafür aber eine Synostose zwischen dem 46. und 47. Wirbelkörper, die deshalb zusammen nur  $1\frac{1}{2}$  Wirbellänge hatten, übrigens ihre besondern Dornen besaßen.

*Perca fluviatilis*, welche als Repräsentant für die sehr übereinstimmend gebauten Acanthini dienen kann, hat 42 Wirbel, mit synostotischen Bogenstücken, indem nur der obere Dorn der ersten und die unteren der drei letzten Wirbel vom Körper getrennt sind. Die 18 Rippenpaare sitzen vom 3.—5. Wirbel in besonderen Grübchen der Wirbelkörper, weiterhin an Querfortsätzen und zwar mit zunehmender Länge derselben entsprechend herabrückend. Die 13 ersten Paare sind mit Gräthen versehen, welche im oberen Drittheil der Rippe ansitzen und von vorn nach hinten an Länge und Stärke abnehmen, während von den Rippen die beiden ersten Paare kürzer und schwächer, die 6. und 8. die stärksten sind und erst die folgenden wieder rasch abnehmen. Die letzte Gräthe ist  $\frac{1}{2}$  so lang als die erste, die letzte Rippe nur  $\frac{2}{3}$  der ersten. Die Rippen sind sehr stark gekrümmt, die Gräthen gestreckter, übrigens in der Textur nicht verschieden, da sie beide aus ächtem Knochengewebe bestehen. Die Gräthen sitzen weiter oben, als dies *Laurillard*<sup>1)</sup> bei *Cuvier* et *Valenciennes* zeichnet, und rücken hinten bis an die Querfortsätze heran. Von den 18 Rückenwirbeln zeichnet sich der letzte (20. Wirbel) durch eine eigenthümliche asymmetrische Bildung aus, indem der linke, sehr lange und stark abwärts geneigte Querfortsatz seitlich gespalten oder vielmehr mit einem hinteren dornförmigen Auswuchs versehen, der rechte aber einfach ist. Erst der 24. Wirbel zeigt einen vollständigen ypsilonförmigen Dorn, der sich zwischen die beiden stark abwärts geneigten Querfortsätze einfügt, der 23. aber einen einfachen Dorn, dessen bedeutende Länge über das Auftreten eines besonderen Dornstückes keinen Zweifel übrig lässt, obgleich die Synostose eine totale ist. Bemerkenswerth ist auch der Mangel oberer Dornen an den 2 vorletzten Schwanzwirbeln, obgleich obere Bogenstücke deutlich vorhanden sind, die sich in Gestalt niedriger unvollkommen vereinigter Doppelplatten von den Wirbelkörpern erheben, ein Verhältniss, was an das Vorkommen selbstständiger, von ihren Dornen getrennter (knorplicher) Bogenstücke an dieser Stelle beim Lachs erinnert.

Bei anderen Gattungen der Acanthini scheinen auch an beiden Halswirbeln Gräthen vorzukommen, welche jedoch stets der mittleren Reihe angehören, dieselben auch hinten auf die Querfortsätze (bei den Scom-

---

1) Das bei *Cuvier* abgebildete Exemplar zählt ausserdem 2 Gräthenpaare weniger, einen Lendenwirbel mehr und nur einen freien unteren Dorn am letzten Wirbel; geringfügigerer Abweichungen von dem von mir untersuchten, sehr grossen Exemplar nicht zu gedenken.

beroideen, Theuthyes und Gobioideen auf die Wirbelkörper selbst) hinaufzurücken, demnach nicht überall wie bei *Perca* auf die Rippen beschränkt zu sein. Doch unterlasse ich es darüber nähere Angaben zu machen, da ich keine frische Exemplare untersuchen konnte.

Obere und untere Gräthen scheinen allgemein zu fehlen.

Aehnlich verhalten sich die Pharyngognathen, von denen ich jedoch ebenfalls keine frische Exemplare untersucht habe; wenigstens finde ich bei *Glyphisodon sordidus* mittlere Gräthen, welche synostotisch mit den Rippen verbunden sind. In anderen Fällen (*Belone*, *Exocötus*) rücken sie bis auf die Wirbelkörper herauf und breiten sich weithin über die Schwanzwirbelsäule aus, wo keine Rippen mehr vorkommen.

Unter den Physostomen scheint ausser den schon erwähnten bei *Mormyrus* eine Gräthenreihe vorzukommen, welche bei *Heterotis niloticus* am 4.—7. Wirbel synostotisch verbunden ist.

Ueber das eigenthümliche Verhältniss zwischen Rippen und Gräthen bei *Polypterus* behalte ich mir Näheres für eine besondere Besprechung vor.

Ueber andere Fische, denen *Meckel* »obere Rippen« zuschreibt, fehlen mir eigene Erfahrungen, doch scheinen mehrfache Gräthenreihen ausser den erwähnten nicht vorzukommen und die am häufigsten vorkommende Reihe den mittleren anzugehören. Ob dieselben aber in den einzelnen Fällen primordialen oder secundären Ursprungs sind, muss weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Eine noch nicht besprochene Frage ist endlich die, ob es Fische gibt, welche Gräthen, aber keine Rippen besitzen. Nach *C. Mittenheimer* ist dies beim *Tetragonurus* der Fall. Auch *Balistes* macht den Eindruck, als ob seine sogenannten Rippen in die Kategorie der im Fleische liegenden Anhänge gehörten. Doch lässt sich an trockenen Skeleten nicht darüber entscheiden.

## Erklärung der Abbildungen.

### Taf. XV. B. Taf. XIX.

- Fig. 1. Vordere Extremität von *Salmo salar*. Cl. clavicula. H. cubitus Cuv. R. radius Cuv. C. carpus. M. Metatarsus-Knorpelchen.  
 Fig. 2. Vordere Extremität (Brustflosse) von *Spinax acanthias*. a b c d Handwurzel. PH Phalangen. Fl. Flossenstrahlen.  
 Fig. 3. Der 24. Rückenwirbel des Lachses.  
 Fig. 4. Der 9.—10. Schwanzwirbel von *Alosa vulgaris*.  
 Fig. 5. Die 2 ersten Rückenwirbel von *Leuciscus dobula*.  
 Fig. 6. Der 3. Halswirbel des Hechtes.  
 Fig. 7. Der 16. Rückenwirbel desselben.  
 Fig. 8. Der letzte (35.) Rückenwirbel desselben.

Fig. 9. Der erste Lendenwirbel desselben, nach Entfernung der oberen Bogenstücke.

Fig. 10. Der 4. Schwanzwirbel desselben.

Fig. 11. Die 3 letzten (15.—17.) Rückenwirbel von *Lota vulgaris*.

Fig. 12. Der erste Halswirbel von *Morrhua vulgaris*.

*V* Wirbelkörper.

*As* Obere Bogenstücke.

*Ai* Untere Bogenstücke.

*C* Rippen.

*C'* Nebenrippen (*cartilagine intermusculares*).

*Sp<sub>s</sub>* Obere Wirbeldornen.

*Sp<sub>i</sub>* Untere Wirbeldornen.

*Sp'* Obere Gräthen.

*Sp''* Mittlere Gräthen.

*osa* processus obliqui superiores anteriores.

*osp* » » » posteriores.

*oia* » » inferiores anteriores.

*oip* » » » posteriores.

*ssa* » secundarii superiores anteriores.

*ssp* » » » posteriores.

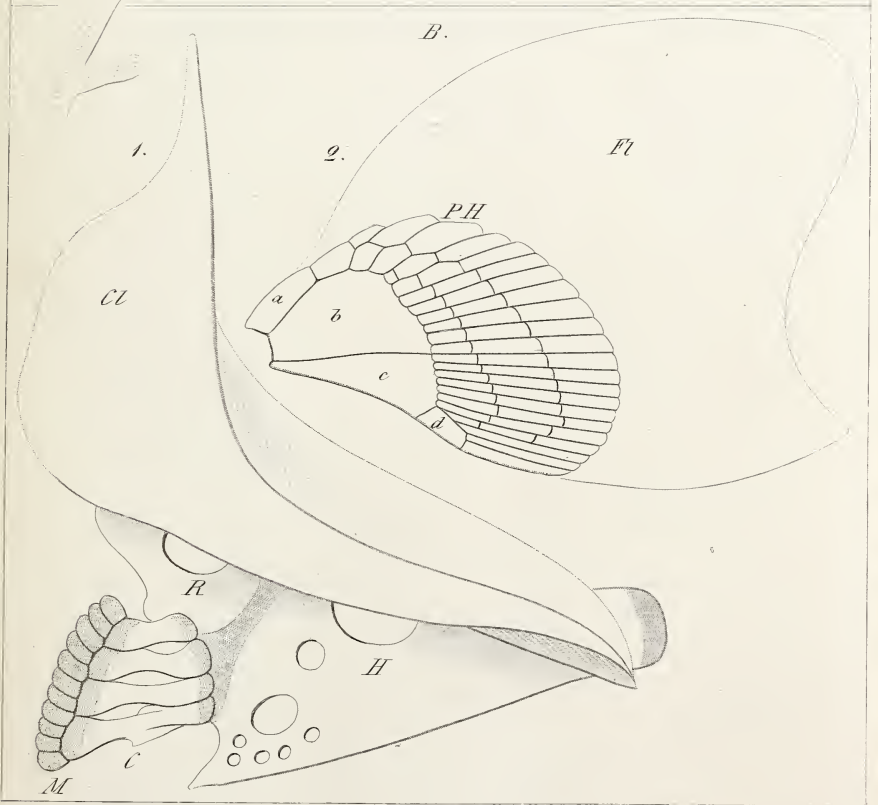
*st<sub>p</sub>* » » inferiores »

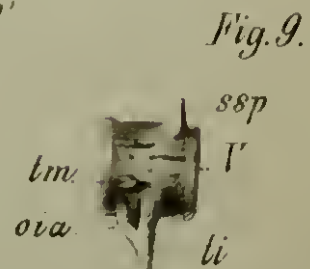
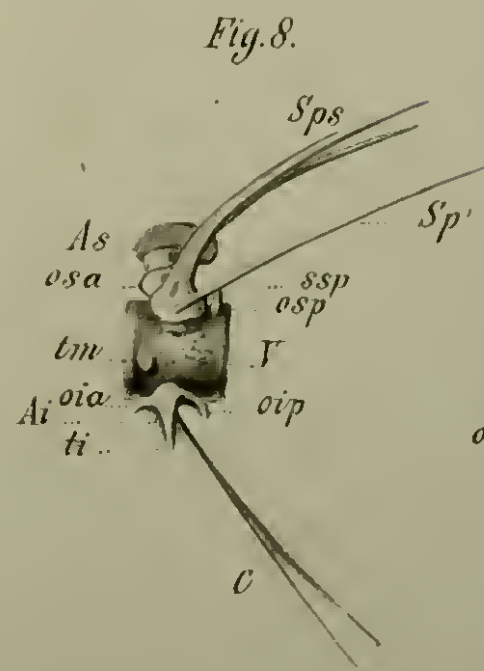
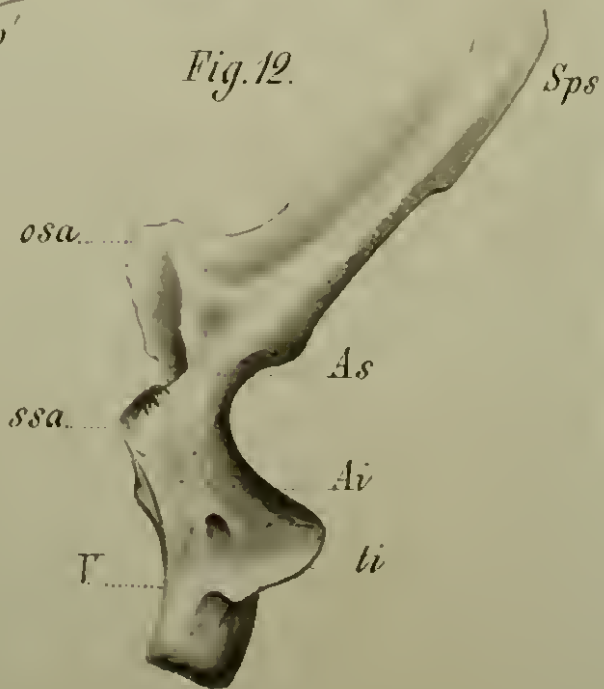
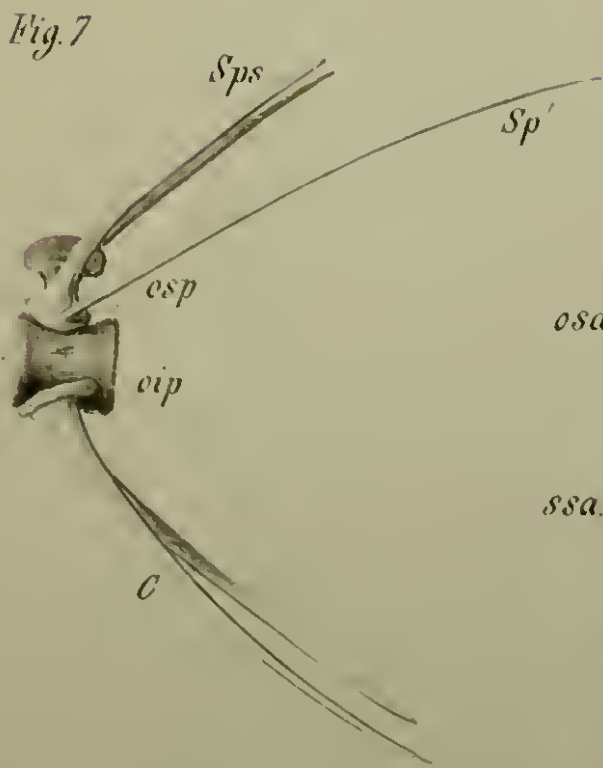
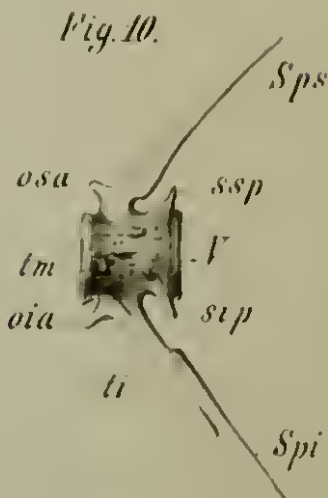
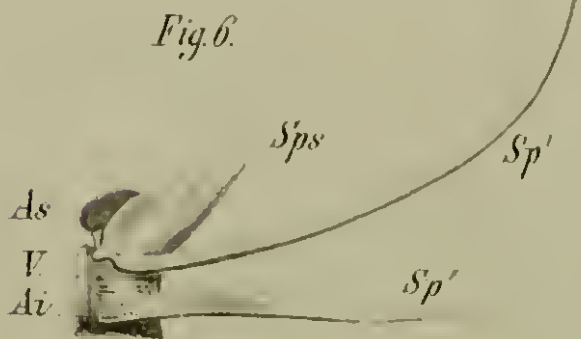
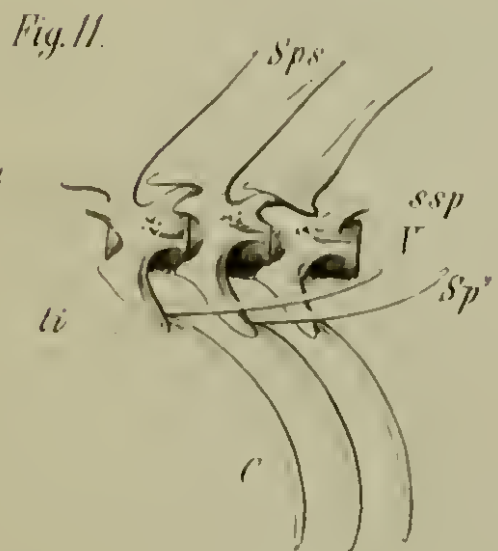
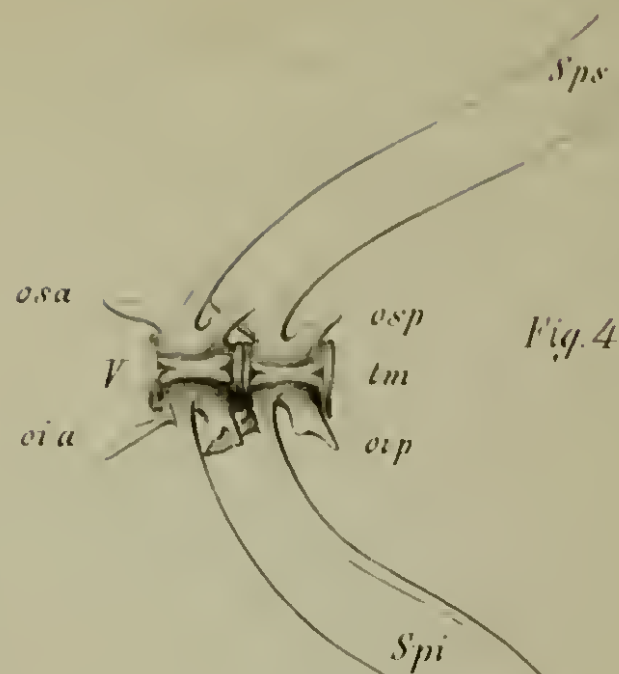
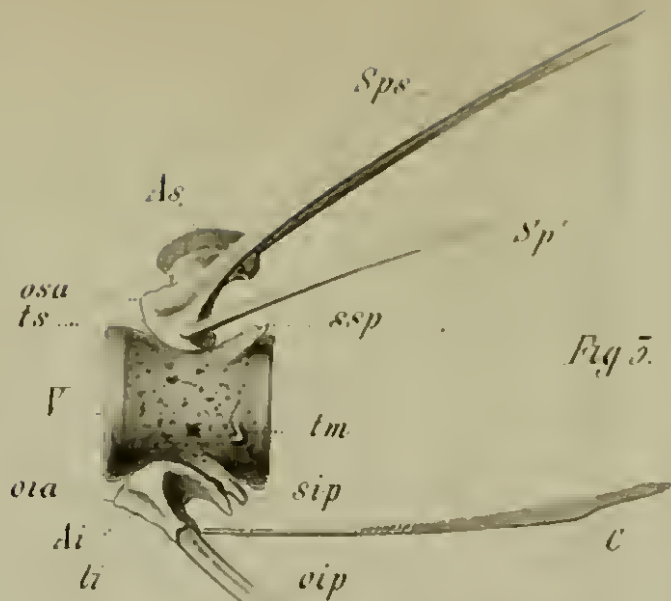
*ts* » transversi superiores.

*tm* » » medii.

*ti* » » inferiores.







# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1861-1862

Band/Volume: [11](#)

Autor(en)/Author(s): Bruch Carl

Artikel/Article: [Vergleichend-osteologische Mittheilungen 165-196](#)